

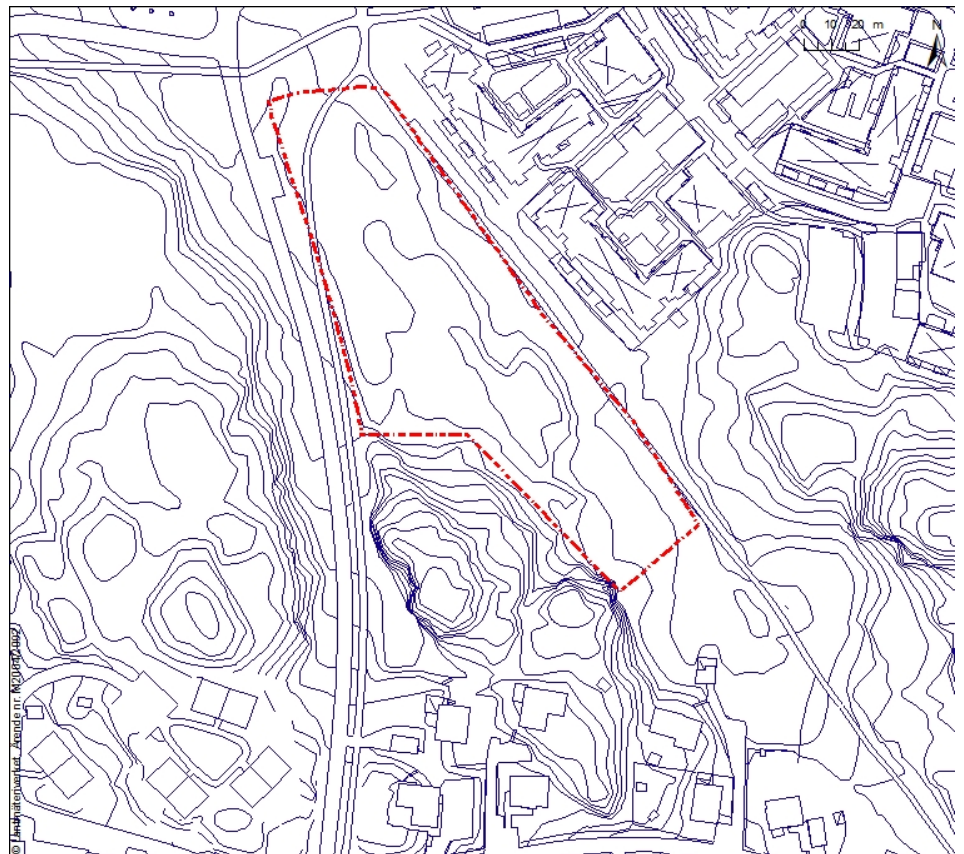


2017-08-15

KRYDDVÄGEN, TYRESÖ

Dagvattenutredning

Framställd för:
Besqab AB



Uppdragsnummer: 1540321

RAPPORT



Innehållsförteckning

1.0	OBJEKT	1
2.0	SYFTE	1
3.0	FÖRUTSÄTTNINGAR	1
3.1	Tyresös riktlinjer för dagvattenhantering.....	1
3.2	Befintliga förhållanden	2
3.3	Recipientstatus	4
3.4	Planerad bebyggelse	5
4.0	METODIK	6
4.1	Flödesberäkningar	6
4.2	Föroreningsberäkningar.....	8
5.0	RESULTAT	8
5.1	Dimensionerande flöden.....	9
5.2	Föroreningsbelastning	9
6.0	REKOMMENDATIONER FÖR FRAMTIDA DAGVATTENHANTERING	10
6.1	Gröna tak.....	10
6.2	Fördröjningsmagasin	10
6.3	Reningsåtgärder	12
6.4	Fortsatta studier.....	13
7.0	KONSEKVENSER VID ETT 50-ÅRSREGN	14
8.0	REFERENSER	15

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1:	Area för de olika klassificerade ytorna.....	5
Tabell 2:	Avrinningskoefficienter för befintliga områden.....	7
Tabell 3:	Avrinningskoefficienter för områden för planerad bebyggelse. Tre fall av avrinningskoefficienter användes för de olika fallen 10-årsregn (avrinningskoefficient 1), 10-årsregn med klimatkompensationsfaktor på 1,2 (avrinningskoefficient 2) och för ett 50-årsregn (avrinningskoefficient 3).....	8
Tabell 4:	Reducerade areor för befintligt förhållanden	8
Tabell 5:	Reducerade areor för området med planerad bebyggelse	8
Tabell 6:	Dimensionerande flöden för de olika scenarierna.....	9



Tabell 7: Förväntade föroreningshalter i dagvattnet före och efter exploatering, med och utan reningsåtgärder. 10

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1: Befintliga avrinningsförhållanden för Kryddvägen. De gröna strecken visar lägen för de befintliga dagvattenledningarna i området.	2
Figur 2: Tolkad geoteknik med berg i dagen och lösjordsområden enligt bilaga 1 till PM1 - geoteknik (Golder 2016) samt planerad bebyggelse enligt exploateringsförslag erhållet 2016-08-29. I områdena mellan berg i dagen och lösjorden går friktionsjorden i dagen, dessa delar bedöms vara inströmningsområden för grundvatten.	3
Figur 3: Planerad bebyggelse för Kryddvägen (BESQAB och SWECO, 2015).	5
Figur 4: Avrinningsområden (ARO 1 respektive ARO 2) och klassificering av ytor för planerad bebyggelse. Icke klassificerade område utgörs av grönområden eller naturmark. Röd punkt markerar utlopp för ARO 1 och orange punkt markerar utlopp för ARO 2.	6
Figur 5: Erforderliga magasinsvolym för då utloppets flöde är lika med dimensionerande flöde för befintliga förhållanden med varaktighet på 45 minuter och då regnintensitet och rinntid för dimensionering av magasinvolym beräknas med 10 minuters varaktighet.	11
Figur 6: Förslag till placering av fördröjnings- och reningsåtgärder samt möjliga lägen för infiltration av dagvatten.	13

Bilagor

BILAGA A

Beräkningar



1.0 OBJEKT

Golder Associates AB (Golder) har på uppdrag av Besqab AB (Besqab) utfört en dagvattenutredning för Besqabs exploateringsområde Kryddvägen. Här planeras nybyggnation av ett radhusområde med vägar och grönområden. Detta kommer att ändra markanvändningen i området och därmed dagvattenavrinningen. Området består idag till största delen av kuperad skogsmark.

2.0 SYFTE

Syftet med utredningen är att utreda konsekvenser för dagvattenavrinningen till följd av exploatering inom området och hur dessa kan hanteras utifrån de krav som ställs av gällande lagstiftning och riktlinjer. Utredningen ska också ge förslag på åtgärder för att minska flödet.

3.0 FÖRUTSÄTTNINGAR

Nedanstående förutsättningar och krav har utgjort grund för denna dagvattenutredning:

- Vattendirektivets mål att inga vatten får försämrats ska följas
- Gällande miljö kvalitetsnormer (MKN) för recipienter som påverkas av projektet ska följas
- Tyresö kommuns dagvattenpolicy och dagvattenstrategi med tillhörande anvisningar ska följas (Tyresö Kommun Inget datum)
- Beräkningar ska utföras enligt Svenskt Vattens publikationer P105 (Svenskt Vatten, 2011) och P110 (Svenskt vatten, 2016)
- Beräkningarna ska baseras på 10-årsregn med klimatkoefficient 1,25
- Konsekvenser av ett 50-årsregn ska visas

3.1 Tyresös riktlinjer för dagvattenhantering

I Tyresö kommuns riktlinjer står att dagvatten i första hand ska tas om hand lokalt genom infiltration eller perkolation inom tomtmark (Tyresö Kommun, Inget datum). Detta för att minska belastningen på befintliga ledningsnät samt recipienter. Det finns dock vissa undantagsfall då andra former av lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) rekommenderas, dessa är:

- om marken är förorenad
- om marken har dålig genomsläpplighet
- om området är ett skyddsområde för grundvattentäkter
- om dagvattnet är till högre grad förorenat (innan det har renats)
- om grundvattenytan befinner sig nära markytan
- om området är ett utströmningsområde för grundvatten

Avrinningen från en tomt eller ett markområde bör inte öka jämfört med förhållandena före eventuell exploatering av området. Dagvattnet ska hanteras inom det område där det bildas och bortledning av dagvatten till annat område eller annan anläggning ska undvikas. Vattenflödet ska vid behov utjämnas och fördröjas om förutsättningar saknas för LOD, innan avledning sker till ledningsnätet eller till recipient. Vid avledning av dagvatten väljs öppna diken framför kulvertar eller andra former av slutna system.

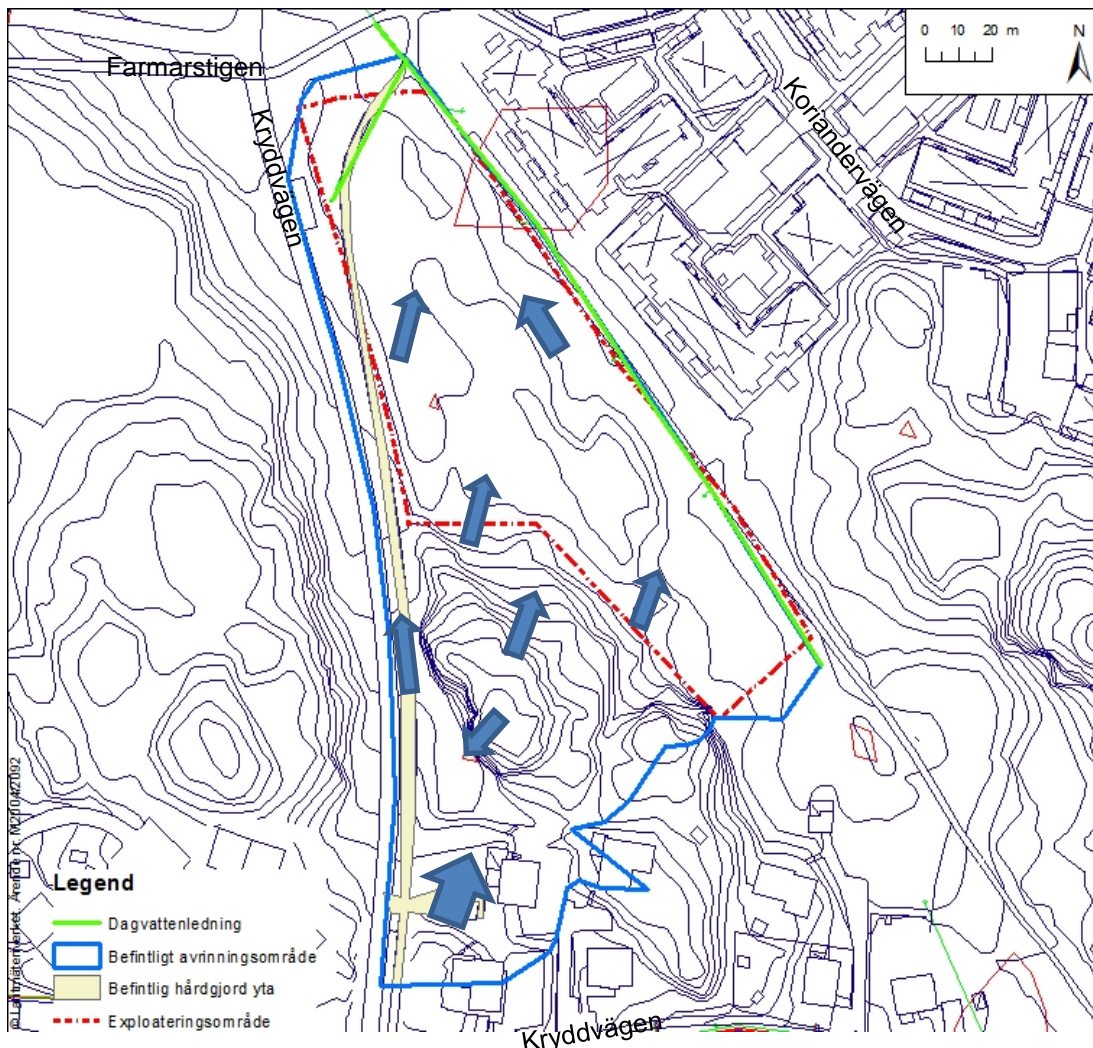


Dagvattenanläggningar bör utformas så att de blir en tillgång i tätortsbilden eller resurs för bevattning av grönytor. Kraven på god dagvattenhantering ska beaktas vid hantering av byggnaders avvattnings, till exempel takvatten och dräneringsvatten (Tyresö Kommun, Inget datum).

Enligt Tyresö Kommuns (Inget datum) klassificeringssystem för föroreningshalter i dagvatten bör området Kryddvägen klassificeras som föroreningsklass 2 (mindre villaområde och normaltäta radhusområden med inslag av grönstråk, takytor, promenadytor samt cykel- och mopedvägar utan större inslag av föroreningar från trafik eller < 5 000 f/d). Detta innebär att föroreningshalterna kan förväntas vara låga till måttliga (Tyresö Kommun, Inget datum).

3.2 Befintliga förhållanden

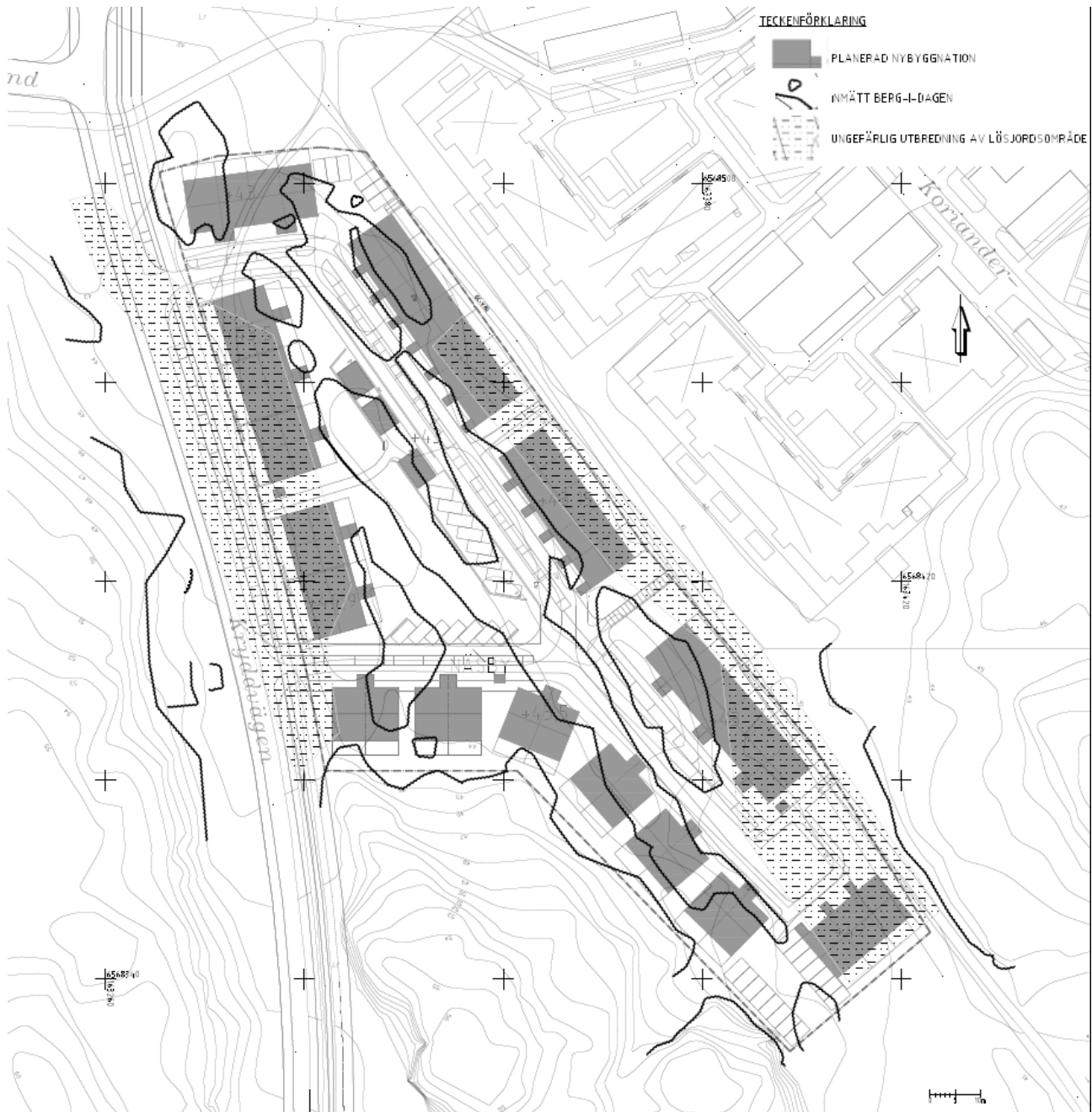
Området för planerad bebyggelse består idag till största del av kuperad skogsmark med en lutning nedåt mot de norra delarna av området (figur 1). En befintlig gång- och cykelväg, som kommer att flyttas, går genom området och en går strax utanför områdets östra gräns. Två befintliga dagvattenledningar följer delar av sträckningen för dessa gång- och cykelvägar. Kryddvägen sträcker sig längs den västra sidan av området och längs denna finns också en gång- och cykelväg. Avrinning från västra sidan om Kryddvägen leds bort via ett dike som följer Kryddvägen.



Figur 1: Befintliga avrinningsförhållanden för Kryddvägen. De gröna strecken visar lägen för de befintliga dagvattenledningarna i området.



Avrinningsområden togs fram utifrån laserinmätning i dwg-format "Kryddvägen_laserdata_plus_väg.dwg", Tyresö Kommun 2015-09-21 samt utökat område 2015-10-28, med hänsyn till dagvattenledningar som fungerar som vattendelare. Avrinningsområdet är cirka 22 000 m² och avgränsas av Kryddvägen i väst, Farmarstigen i norr, en gång- och cykelväg mellan Kryddvägen och Koriandergränd i öst samt av en höjd genom ett villaområde i söder. Hela området för planerad bebyggelse befinner sig inom samma avrinningsområde och avrinningen inom området sker mot den östra dagvattenledningen, med dimension på 400 mm, vilken ligger i en svacka som följer den östra sidan av området.



Figur 2: Tolkad geoteknik med berg i dagen och lösjonsområden enligt bilaga 1 till PM1 - geoteknik (Golder 2016) samt planerad bebyggelse enligt exploateringsförslag erhållit 2016-08-29. I områdena mellan berg i dagen och lösjorden går friktionsjorden i dagen, dessa delar bedöms vara inströmningsområden för grundvatten.



Avrinningsområdet i stort består även det till största del av kuperad skogsmark och de få hårdgjorda ytor som finns utgörs främst av gång- och cykelvägar. Det finns ett fåtal villor högst upp (längst i söder) i avrinningsområdet vars dagvatten leds via ett dike ner till tidigare nämnda dagvattenledning.

Inom området för planerad bebyggelse förekommer ytligt berg och berg i dagen, framförallt väster om Kryddvägen och i de centrala delarna (Figur 2). Berget går djupare längs Kryddvägen och i de sydöstra delarna, dessa områden sammanfaller med svackor i terrängen. Berget överlagras av friktionsjord vars mäktighet är ringa i de västra och centrala delarna för att öka i svackorna. I svackorna förekommer lösjordsområden med stora inslag av silt. I sydväst överlagras friktionsjorden av lera eller torrskorpelera. Ställvis förekommer lera direkt på berg. I svackan längs med Kryddvägen är markytan sank och grundvattenytan ligger ytligt, cirka 10 cm under markytan. I lerområdet i sydost är djupet till grundvattenytan från markytan cirka 70 cm, se MUR (Golder Associates, 2015). Områdena med friktionsjord i dagen bedöms vara inströmningsområden för grundvatten, där grundvatten bildas. Svackan längs Kryddvägen bedöms vara utströmningsområde där grundvatten strömmar upp mot markytan.

Avrinningen från området rinner ut i Albysjön, som är en del av vattenförekomen Tyresån, för att sedan rinna vidare till Vissvassfjärden via Kalvfjärden och Ällmorafjärden och sedan ut i Erstaviken i Östersjön.

3.3 Recipientstatus

Recipienten för dagvatten från området, Albysjön, är en del av vattenförekomen Tyresån, med förvaltningsid SE656944-164051. Gällande miljö kvalitetsnorm, beslutad 2017-02-23, är att år 2027 uppnå god ekologisk status och god kemisk ytvattenstatus med undantag för bromerad difenyleter (PBDE) och kvicksilver och kvicksilverföreningar för vilka mindre stränga krav satts (VISS 2017).

Enligt en prejudicerande dom i EU-domstolen för tillämpningen av miljö kvalitetsnormerna får EU:s medlemsstater inte ge tillstånd till projekt som innebär att någon av de kvalitetsfaktorer som ingår i den ekologiska och kemiska statusklassningen försämras från en klass till en lägre. Om statusen ligger i den lägsta klassen får ingen försämring alls ske, inte ens inom denna klass.

Gällande statusklassning anger att Tyresån har dålig ekologisk status och ej uppnår god kemisk status (VISS 2017). Den dåliga ekologiska statusen grundas på bedömt dålig status för den biologiska kvalitetsfaktorn "fisk i rinnande vatten" (dåligt resultat vid elfiske) och den hydromorfologiska kvalitetsfaktorn "konnektivitet i uppströms och nedströms riktning" (förekomst av permanenta vandringshinder). Statusen bedöms som måttligt för kvalitetsfaktorerna "näringsämnen", på grund av förhöjda fosforhalter, "bottenfauna", på grund av avvikande eller störd artsammansättning och "vattendragets närområde", på grund av att 29 % av området inom 30 m från fårans kant utgörs av brukad mark och/eller anlagda ytor. Övriga kvalitetsfaktorer bedöms ha god eller hög status.

Att vattendraget ej uppnår god kemisk status beror på höga halter av bromerad difenyleter (PBDE), kvicksilver och PFOS. För PBDE och kvicksilver har mindre stränga krav satts med hänsyn till att problemet främst beror på påverkan från långväga luftburna föroreningar som bedöms ha en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda det. Halterna får dock inte öka jämfört med värden uppmätta i december 2015.

Kända miljöproblem är övergödning på grund av belastning av näringsämnen och förekomst av miljögifterna PBDE, kvicksilver och PFOS.

I VISS redovisas förslag på åtgärder för att förbättra statusen av vattenförekomen. Det förslag som har relevans för detaljplanen för Kryddvägen är dagvattenåtgärder i Tyresåns avrinningsområde med syfte att



reducera utsläppen av näringsämnen. Förslag på åtgärder är anläggande av dagvattendamm, artificiell våtmark, biofilter, dagvattenbrunn, infiltrationsmagasin, permeabel vägbeläggning eller svackdiken.

3.4 Planerad bebyggelse

Besqab planerar att bygga ett radhusområde om 48 hus med förråd, tre avfallsskåp samt tre separata förråd och sophus (figur 3).

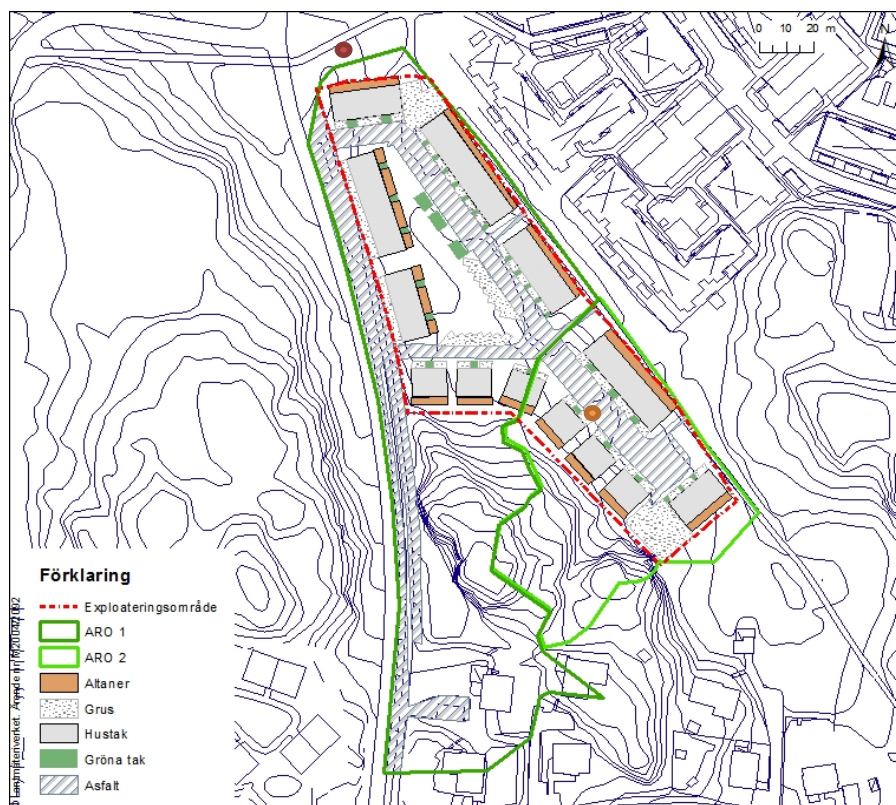
På förråd och sophus inklusive de förråd som sitter ihop med de större huskropparna planeras det att anläggas gröna tak för att minska avrinning men också av estetiska skäl (BESQAB, 2016). BESQAB och SWECO (2015) säger vidare att de hårdgjorda ytorna inom BESQABs område planeras utföras med permeabla material för att förbättra infiltration av dagvatten. Inom området planeras fyra parkeringsytor om totalt 35 parkeringsplatser utöver kommunens mark. De största hårdgjorda ytorna utgörs av kommunens gator samt tak (tabell 1). På taken på bostadshusen planeras det för att anlägga solceller.



Figur 3: Planerad bebyggelse för Kryddvägen (BESQAB och SWECO, 2015).

Tabell 1: Area för de olika klassificerade ytorna

Yta	Total area (m ²)
Tak	3245
Hårdgjord yta	4283
Grönområde + naturmark	12030
Gröna tak	287
Altaner + grus	2245
Total Area	22090



Figur 4: Avrinningsområden (ARO 1 respektive ARO 2) och klassificering av ytor för planerad bebyggelse. Icke klassificerade område utgörs av grönområden eller naturmark. Röd punkt markerar utlopp för ARO 1 och orange punkt markerar utlopp för ARO 2.

4.0 METODIK

För avrinningsområdena för planerad bebyggelse användes också den höjdsättning på vägar som har angivits i aktuell områdesplan (BESQAB och SWECO, 2015) (Figur 3). Utifrån framtagna avrinningsområden beräknades dimensionerande flöden enligt metodiken för rationella metoden i Svenskt Vattens publikation P90 och ändrad enligt P110 för 10-årsregn, 10-årsregn med klimatkompensation på 1,25 och för ett 50-årsregn. Därefter jämfördes de olika flödena för befintliga förhållanden med dem efter planerad bebyggelse för att på så vis se hur bebyggelsen kommer påverka dagvattenavrinningen. Möjligheten att reducera flödet med hjälp av olika flödesdämpande åtgärder undersöktes även. Dagvattensystemen dimensioneras utifrån ett 10-årsregn med klimatfaktor. Konsekvenser av ett 50-årsregn som uppstår till följd av detta undersöktes.

4.1 Flödesberäkningar

Medelnederbörden på 650 mm/år beräknades utifrån dygnsdata från SMHI över 39 år hämtat från Stormyra mätstation (SMHI, 2015). En korrektionsfaktor för mätförluster på 20 % användes enligt beskrivning av Eriksson (1983). Verklig medelnederbörd uppskattas då uppgå till 780 mm/år. Ett årsmedelflöde beräknades som medelnederbörden multiplicerat med området reducerade area (BILAGA A). Reducerad area är den totala arean för aktuellt avrinningsområde multiplicerat med den sammanvägda avrinningskoefficienten för området.

För det befintliga fallet med kuperad skogsmark och få hårdgjorda ytor användes avrinningskoefficienterna 0,1 respektive 0,8 enligt P110 för beräkning av dimensionerande flöden (tabell 2). För beräkning av total avrinningskoefficient se BILAGA A. Ingen hänsyn togs till de flöden som härstammar från de tak som ligger i



villaområdet högst upp i avrinningsområdet. Dagvattnet från dessa tak och ett tjugotal till, som ligger utanför avrinningsområdet, leds via ett dike ner till den tidigare nämnda dagvattenledningen med dimension 400 mm. Ytan för dessa tak har istället antagits fungera som naturmark med liten avrinning.

För planerad bebyggelse beräknades dimensionerande flöden utifrån de areor som uppmättes enligt tabell 1. Avrinningskoefficienten för asfalt ansattes till 0,8 enligt P110 (tabell 3). För vanliga tak ansattes avrinningskoefficienten till 0,9 och för grönt tak antogs att 5 mm av ett regn magasineras eller evaporeras (P104) av det totala regnet i varje fall. Resterande rinner av och bestämmer på så vis avrinningskoefficienten. Detta skapade tre fall för gröna tak där avrinningskoefficienten för ett 10-årsregn var 0,48, för ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,2 0,56 och för ett 50-årsregn 0,69 (BILAGA A). Altaner antogs motsvara grönområden (avrinningskoefficient 0,1) inom det bebyggda området då vatten från dessa antas rinna med låg hastighet på marken.

Avrinningsområdenas areor beräknades till totalt 21 822 m² för befintligt avrinningsområde, 15 426 m² för det norra avrinningsområdet ARO 1 för planerad bebyggelse och 6 664 m² för det södra avrinningsområdet ARO 2 för planerad bebyggelse, alltså totalt 22 090 m². Avrinningsområdenas totala storlek förväntas ändras då den dagvattenledning som idag fungerar som vattendelare kommer behöva flyttas då den ligger inom området för planerad bebyggelse. Med hjälp av rinnsträckan och rinntiden bestämdes det dimensionerande regnets varaktighet. För befintliga förhållanden antogs rinnhastigheten vara 0,1 m/s som gäller för naturmark (P110), vilket gav en rinntid till utloppspunkten och alltså en varaktighet på cirka 45 min (BILAGA A).

Regnets varaktighet beräknades utifrån rinntiden som för det exploaterade fallet antogs till den längsta tiden inom det bebyggda området. Det bebyggda området utgör ungefär hälften av avrinningsområdets storlek och bör därför dominera avrinningen (P110). Rinntiden delades upp i att först rinna 15 m över tomtmark med en rinnhastighet på 0,1 m/s. Resterande sträcka antogs rinna i ledning i gatan och följde därför gatu- och ledningsnät. Rinnhastigheten i ledning ansattes till 1,5 m/s (P110). Tillsammans gav detta en rinntid på cirka 5 minuter (BILAGA A). Då rinntiden inte bör ansättas till mindre än 10 minuter (P110) så ansattes rinntid och därmed också varaktigheten för regnet till 10 minuter.

För både befintliga förhållanden och för planerade bebyggelse beräknades regnintensitet för 10-årsregn, 10-årsregn med klimatkompensationsfaktor på 1,25 och för ett 50-årsregn med en varaktighet på 45 minuter respektive 10 minuter (BILAGA A). Utförda beräkningar för rinntid, regnintensitet och dimensionerande flöden redovisas i BILAGA A.

Tabell 2: Avrinningskoefficienter för befintliga områden

Yta	Avrinningskoefficient
Hårdgjorda ytor	0,80
Grönområde	0,10
Totalt	0,14



Tabell 3: Avrinningskoefficienter för områden för planerad bebyggelse. Tre fall av avrinningskoefficienter användes för de olika fallen 10-årsregn (avrinningskoefficient 1), 10-årsregn med klimatkompensationsfaktor på 1,2 (avrinningskoefficient 2) och för ett 50-årsregn (avrinningskoefficient 3)

Yta	Avrinningskoefficient 1	Avrinningskoefficient 2	Avrinningskoefficient 3
Tak	0,9	0,9	0,9
Hårdgjorda ytor	0,8	0,8	0,8
Grönområde	0,02	0,02	0,02
Gröna tak	0,48	0,58	0,69
Altaner + grus	0,2	0,2	0,2
Total area	0,32	0,33	0,33

4.2 Föroreningsberäkningar

För att studera föroreningsbelastningen och utreda behov av reningsåtgärder beräknades föroreningshalter i utgående dagvatten för befintliga förhållanden samt planerad bebyggelse med och utan förslag på reningsåtgärder med hjälp av schablonvärden på olika marktypers föroreningshalter (StormTac 2017) och reningsgrad hos åtgärdsförslag (StormTac 2016). Beräkningarna utfördes som en massbalans baserat på beräknade årsmedelflöden (bilaga A).

5.0 RESULTAT

Årsmedelflöde för befintliga förhållanden beräknades till 0,07 l/s med den reducerade arean enligt tabell 4. För planerad bebyggelse beräknades årsmedelflödet till 0,22 l/s med den reducerade arean enligt tabell 5.

Tabell 4: Reducerade areor för befintligt förhållanden

Yta	Total area (m ²)	Reducerad area (m ²)
Hårdgjorda ytor	1187	949
Grönområde	20635	2063
Totalt	21822	3013

Tabell 5: Reducerade areor för området med planerad bebyggelse

Yta	Total area (m ²)	Reducerad area 1 (m ²)	Reducerad area 2 (m ²)	Reducerad area 3 (m ²)
Tak	3245	2921	2921	2921
Hårdgjorda ytor	4283	3426	3426	3426
Grönområde	12030	241	241	241
Gröna tak	287	137	167	199
Altaner	2245	449	449	449
Total area	22090	7174	7204	7236



5.1 Dimensionerande flöden

Dimensionerande flöden för befintliga förhållanden och efter planerad bebyggelse redovisas i tabell 6. Den förändring av markanvändning som planeras kommer att innebära att de dimensionerande flödena kommer att öka.

Den dagvattenledning som följer gång- och cykelväg öster om planerad bebyggelse är en betongledning med dimensionen 400 mm. Den har en maxkapacitet på 190 l/s, se BILAGA A, vilket innebär att den klarar belastningen från ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,25 om områdena runt omkring som också leder till samma ledning bara bidrar med mycket små flöden (tabell 6).

Tabell 6: Dimensionerande flöden för de olika scenarierna

	10-årsflöde (l/s)	10-årsflöde m. klimatfaktor (l/s)	50-årsflöde (l/s)
Befintliga förhållanden	26	33	45
ARO 1	120	151	206
ARO 2	43	55	75
Totalt efter planerad bebyggelse	164	205	281
Skillnad i totalt flöde	+137	+172	+236

5.2 Föroreningsbelastning

Förväntade föroreningshalter i dagvattnet före och efter exploatering, med och utan reningsåtgärder, redovisas i Tabell 7.

Eftersom både ekologisk kemisk status hos Tyresån ligger i den lägsta klassen får ingen försämring alls ske av någon kemisk eller ekologisk parameter. Detta innebär att föroreningsbelastningen inte får öka som konsekvens av planerad exploatering. På grund av den ökade avrinningen som exploatering innebär uppnås inte detta för något ämne utan reningsåtgärder.

För att få tillräcklig rening räcker det inte att använda bara en reningsåtgärd, åtminstone inte någon av de konventionella åtgärder som studerats. Istället föreslås två på varandra följande reningsåtgärder där dagvattnet först leds till ett biofilter (t.ex. infiltrationsdike eller växtbädd) och därefter till ett krossdike eller makadamfyllt magasin innan det leds ut till dagvattennätet. Denna lösning gör att föroreningshalterna av samtliga studerade förorenande ämnen och näringsämnen minskar. Den ökade avrinningen gör dock att den totala belastningen av kväve och kvicksilver fortfarande ökar. För att ytterligare minska den totala belastningen har ytterligare flödereducerande åtgärder studerats. Med hjälp av viss infiltration av takvatten och/eller användande av permeabel asfalt inom området kan även den totala föroreningsbelastningen från dagvattnet hållas oförändrad eller till och med minska jämfört med befintliga förhållanden. De åtgärdsförslag som beräkningarna grundas på och en diskussion kring påverkan på Tyresåns miljö kvalitetsnormer presenteras mer i detalj i kapitel 6.3.



Tabell 7: Förväntade föroreningshalter i dagvattnet före och efter exploatering, med och utan reningsåtgärder.

Ämne	Befintliga förhållanden		Planerad bebyggelse		Planerad bebyggelse med rening		Planerad bebyggelse med rening och flödesreduktion	
	(µg/l)	(kg/år)	(µg/l)	(kg/år)	(µg/l)	(kg/år)	(µg/l)	(kg/år)
P (fosfor)	51	0,12	118	0,8	15	0,1	15	0,1
N (kväve)	1081	2,5	2070	14	444	3,1	450	2,5
Pb (bly)	5,2	0,012	4,0	0,03	0,2	0,0013	0,2	0,0010
Cu (koppar)	12	0,03	16	0,11	1	0,01	0,8	0,005
Zn (zink)	17	0,04	33	0,23	0,9	0,006	0,9	0,005
Cd (kadmium)	0,23	0,0005	0,49	0,003	0,01	8×10 ⁻⁵	0,01	7E-05
Cr (krom)	2,5	0,006	5,7	0,04	0,5	0,003	0,5	0,003
Ni (nickel)	1,6	0,004	4,0	0,03	0,1	0,001	0,1	0,0005
Hg (kvicksilver)	0,02	5×10 ⁻⁵	0,04	0,0003	0,01	6×10 ⁻⁵	0,0067	4E-05
SS (suspenderade ämnen)	25618	60	48808	341	688	5	692	4
Olja	311	0,7	414	2,9	11	0,1	8	0,05
BaP (Benso(a)pyren)	0,003	7×10 ⁻⁶	0,012	8×10 ⁻⁵	0,0006	4×10 ⁻⁶	0,0007	4×10 ⁻⁶

6.0 REKOMMENDATIONER FÖR FRAMTIDA DAGVATTENHANTERING

Tyresö kommuns riktlinje att flödet inte bör öka från ett exploaterat område innebär att flödessänkande åtgärder bör vidtas i detta fall. Tyresö kommun säger vidare att dagvatten helst ska infiltrera och perkolera på ytor inom fastigheten, men då grundvattenytan ligger relativt ytligt i låglänta delar, cirka 10-70 centimeter under markytan, är möjligheten till infiltration av dagvatten osäker. Detta innebär att andra LOD-åtgärder bör utredas.

6.1 Gröna tak

Exploatören har i sin tidiga projektering av området redan inkorporerat en del LOD som viss del gröna tak och permeabla hårdgjorda ytor på till exempel parkeringar. Bostadshus och andra ytor såsom parkeringar och sophus kommer täcka större delen av området och lämnar därför lite utrymme för ytterligare LOD-åtgärder.

6.2 Fördröjningsmagasin

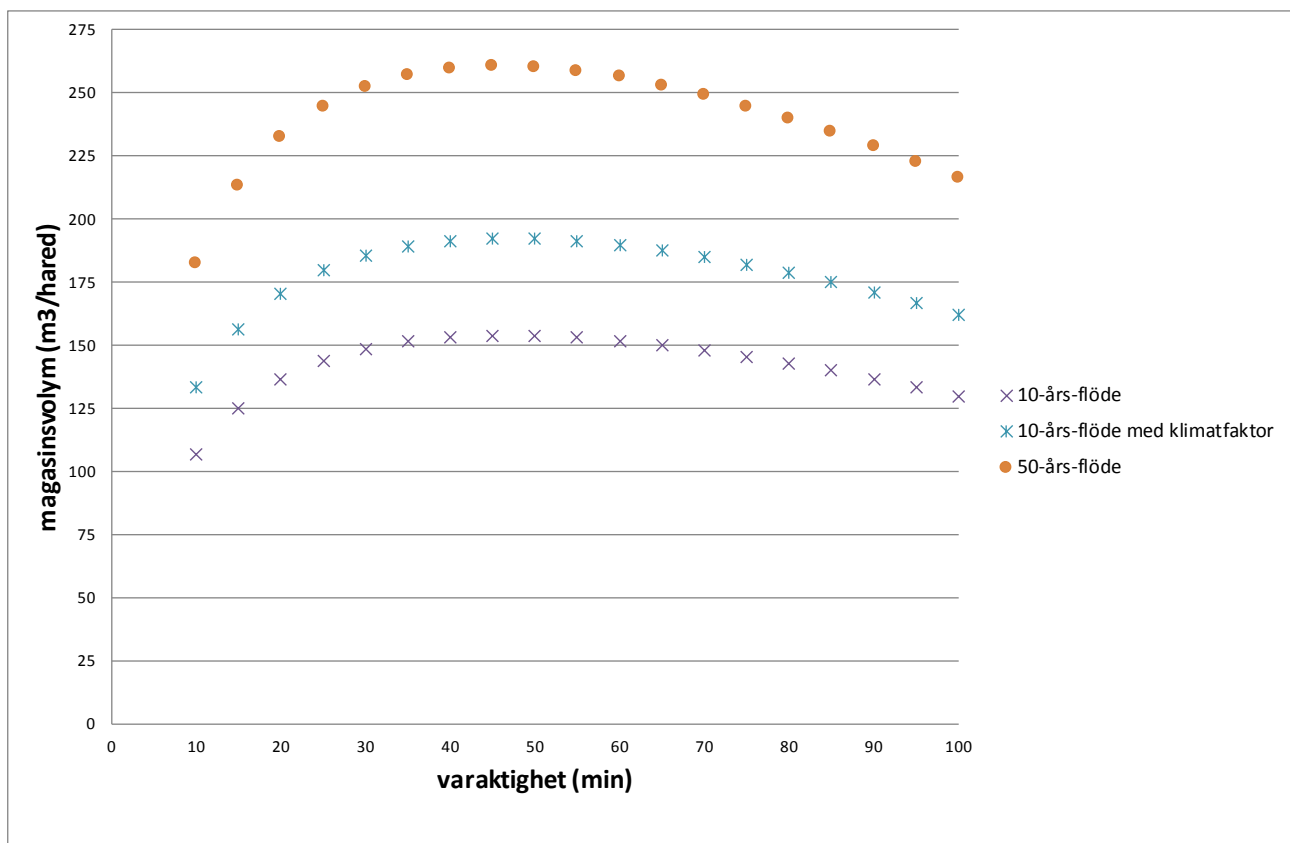
För att ta hand om de ökade flödena kan underjordiska fördröjningsmagasin anläggas. Dessa bör designas för ett 10-årsregn med klimatkompensationsfaktor på 1,25. Magasinen dimensioneras utifrån att ingen skillnad i flöde ska uppstå till dagvattennätet jämfört med befintliga förhållanden. Dimensionerande flöden



för befintliga förhållanden med en varaktighet på 45 minuter har därför fått utgöra utloppsflöde från magasinet vid dimensionering, alltså specifik avtappning. Detta ger en överslagsmässigt uppskattad erforderlig specifik magasinsvolym på $192 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{red}}$, då rinntiden är 10 minuter (figur 5). Detta ger ett behov av ett magasin med en vattenvolym på 138 m^3 .

Det finns olika metoder för att anlägga ett underjordiskt magasin. Ett sprängstens-/makadammagasin med lämplig kornstorlek har en ungefärlig porositet på 30 % vilket ger att det behövs ett magasin med en totalvolym på ca 460 m^3 . Ett plastkasettmagasin har en porositet på 90-95 % vilket ger att för 95 % porositet så behövs ett magasin på ca 145 m^3 . Om ett magasin av plastkassetter anläggs med ett djup på 0,5 m kommer det innebära en area på cirka 290 m^2 .

Bäst förutsättningar för ett underjordiskt magasin bedöms finnas i de södra delarna av området där parkering och vändplan planeras. Här ligger grundvattenytan som djupast, vid utförd mätning 2015-10-12 och 2015-10-17, på 0,7 m under markytan. Då området till stor del täcks av lera kan fördröjningsmagasinet anläggas i leran på ett djup under trycknivån i det undre grundvattenmagasinet. Det är då viktigt att fördröjningsmagasinet inte kommer i kontakt med den underliggande friktionsjorden. En annan möjlighet är att anlägga ett fördröjningsmagasin som ett öppet eller täckt dike längs med och ovan den befintliga dagvattenledningen öster om planerad bebyggelse.



Figur 5: Erforderliga magasinsvolym för då utloppets flöde är lika med dimensionerande flöde för befintliga förhållanden med varaktighet på 45 minuter och då regnintensitet och rinntid för dimensionering av magasinsvolym beräknas med 10 minuters varaktighet.



Ett magasin på cirka 0,5-200 m³ ryms på en yta något mindre än vändplanen i södra änden av planerad bebyggelse. Om hela ytan för vändplanen samt även en viss yta kan sprängas ut i sydväst under planerad parkering skulle detta då innebära att ingen ökad belastning sker på det befintliga dagvattennätet vid ett 10-årsflöde med klimatkoefficient 1,25. Volymen för fördröjningsmagasinet skulle med fördel kunna fördelas mellan ARO1 och ARO 2 på grund av de skilda flödesvägarna. Ett dike längs med östra gränsen skulle kunna bidra till att fördröjningsmagasinets volym skulle kunna minskas ytterligare. Alternativt kan ett sådant dike agera som bräddningslösning för magasinet vid stora regn. Diken skulle också kunna anläggas längs med tomtgräns i sydväst samt längs med Kryddvägen i väst för att dels agera bräddningsdiken vid stora regn men också som mindre fördröjningsmagasin.

6.3 Reningsåtgärder

För att klara av att rena dagvattnet från området så att föroreningsbelastning på Tyresån inte ökar och miljö kvalitetsnormen därmed inte äventyras krävs omfattande åtgärder. En kombination av flödesreducerande och renande åtgärder föreslås användas.

Bland de konventionella åtgärder som studerats bedöms biofilter i kombination med krossdike eller makadamfyllt magasin vara lämpligt. Systemet utformas så att dagvattnet först leds genom biofiltret och sedan till ett krossdike eller makadamfyllt magasin för att kunna tillgodoräkna sig en rening i två steg. En schematisk utformning av systemet presenteras i Figur 6. Biofiltret föreslås utformas olika beroende på var i området det finns:

- Längs Kryddvägen används planerade trädgröpar och grönremsa som permeabla växtbäddar med infiltration till ett underliggande lager av skelettjord.
- Längs lokalgator inom området utformas planerade trädgröpar som nedsänkta växtbäddar kopplade till skelettjord som anläggs under parkeringsfickor.
- Dagvatten från tak och tomtmark leds till gräsklädda infiltrationsstråk med underliggande täckdiken som renar och fördröjer vattnet.

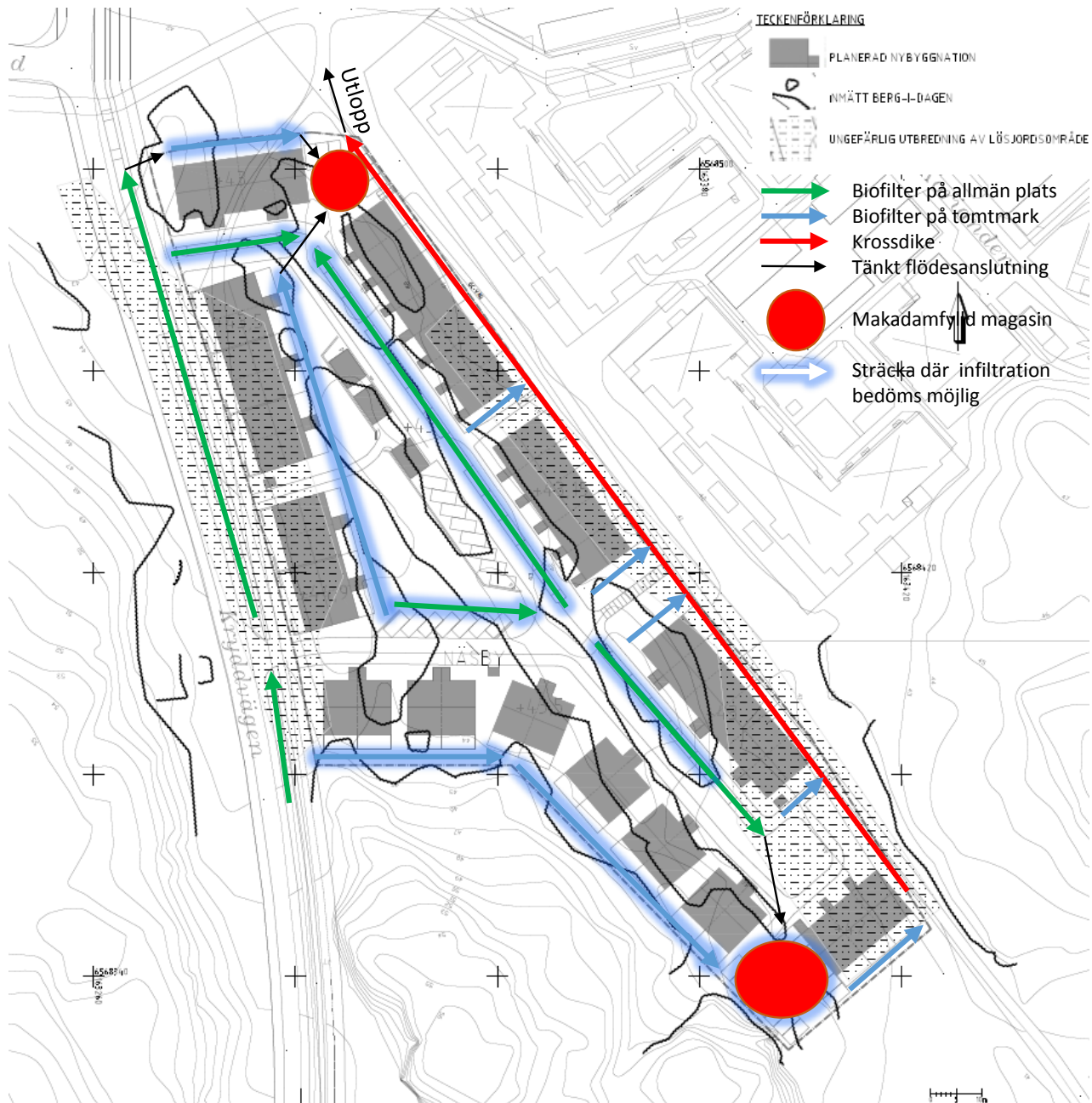
Dagvattnet från biofiltren leds sedan vidare till krossdiken eller makadamfyllda magasin för vidare fördröjning och rening.

För att inte öka föroreningsbelastningen från området behöver, utöver föreslagna reningsåtgärder, årsmedelflödet från planerad bebyggelse minska med ca 30 %. Det kan förslagsvis göras med någon av följande åtgärder:

- Ca 70 % av all asfalt i området utförs som permeabel asfalt (antagen avrinningskoefficient 0,3 (Ritzman 2013))
- Ca 30 % av dagvattnet från tak och asfalterade ytor infiltreras lokalt
- Ca 30 % av dagvattnet från tak infiltreras och ca 50 % av totala andelen asfalterade ytor utförs med permeabel asfalt.

Att utöka andelen gröna tak har inte studerats då halterna av näringsämnen i avrinningen från taken är relativt höga.

Det är viktigt att bräddning från samtliga delsystem kan ske utan risk för skada på byggnader. Förslagsvis ordnas bräddningsvägar och ytliga avrinningsvägar vid extremregn åt öster mot föreslaget krossdike och åt väster mot grönremsan längs Kryddvägen.



Figur 6: Förslag till placering av fördröjnings- och reningsåtgärder samt möjliga lägen för infiltration av dagvatten.

6.4 Fortsatta studier

Då de tillgängliga ytorna i området är begränsade för ytterligare LOD-åtgärder kan det vara intressant att undersöka möjligheten till omhändertagande av dagvatten utanför området. Till exempel en dagvattendamm norr om exploateringsområdet. Vid val av underjordiskt magasin bör bärigheten för vägen beaktas och utredas då detta spelar roll för materialval i fördröjningsmagasinet. Detta påverkar i sin tur fördröjningsmagasinets storlek.

Hur mycket som faktiskt går att infiltrera i områdets högre liggande delar behöver utredas vidare. Bedömningen att jordarna är siltiga kan innebära att infiltrationskapaciteten är låg i området.



7.0 KONSEKVENSER VID ETT 50-ÅRSREGN

För ett 50-årsflöde uppgår den erforderliga magasinvolymen för att erhålla samma flöde ut till 188 m³ vilket ger en ökning i erforderlig magasinvolym på 50 m³. Vid ett 50-årsregn kommer fördröjningsmagasinen som är dimensionerade för ett 10-årsflöde att brädda, diken och ledningars kapacitet att överskridas och vatten rinna på gator och mark. Vattnet behöver avledas för att inte orsaka skador. Vid en överskottsvolym från ett 50-årsregn finns risk att vatten ansamlas i en lågpunkt i sydvästra hörnet av området i anslutning till Kryddvägen. Detta vatten kan avledas i ett öppet eller täckt dike längs Kryddvägen då denna lutar norrut. Andra riskområden är sydöstra och nordöstra ändarna av planerad bebyggelse. Här bör dock vattnet rinna ut ur området mot den gång- och cykelväg som ligger öster om området. Ett öppet dike längs med denna sträcka kan hindra vatten från att ansamlas längs med gång- och cykelvägen.



8.0 REFERENSER

BESQAB, och SWECO. 2015. "Kryddvägen östra-Tyresö".

Eriksson, Bertil. 1983. "Data rörande Sveriges nederbörds klimat- Normalvärden för perioden 1951-1980". Rapport 1983:28. Norrköping.

Golder Associates AB. 2015. "Markteknisk undersökningsrapport (MUR) för Kryddvägen, Tyresö"

Golder Associates AB, 2016. "PM1 - geoteknik Kryddvägen Tyresö kommun". daterad 2015-11-06, reviderad 2016-08-22

Ritzman, Annika. 2013. "Genomsläpplig beläggning". Kandidatarbete, Sverige lantbruksuniversitet

SMHI. 2015. "Meteorologiska observationer". <http://opendata-download-metobs.smhi.se/explore/#>.

StormTac 2016, "StormTac Web database v.2017-07-19, Stormwater concentrations"

StormTac 2017, "StormTac Web database v.2016-08-29, Reduction coefficients"

Svenskt Vatten. 2004. "Dimensionering av allmänna avloppsledningar". P90 1 (mars): 80.

Svenskt Vatten. 2011a. "Hållbar dag- och dränvattenhantering". P105 1 (augusti): 128.

Svenskt Vatten. 2011b. "Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem". P104 1 (augusti): 110.

Svenskt Vatten. 2016. "Avledning av dag-, drän- och spillvatten". P110 1 (januari): 148

Tegelberg, Linda, och Gilbert Svensson. 2013. "Utvärdering av Svenskt Vattens rekommenderade sammanvägda avrinningskoefficienter". http://www.urbanwater.se/sites/default/files/filer/svu-rapport_2013-05.pdf.

Tyresö Kommun. Inget datum. "Riktlinjer för dagvattenhantering i Tyresö kommun". <http://www.tyreso.se/upload/Bygga%20och%20bo/VA/Dagvattenriktlinjer%20med%20bilagor.pdf>.



GOLDER ASSOCIATES AB

Stockholm, 2017-08-15

Stockholm, 2017-08-15

Jessica Lindmark/Fredrik Alderman
Handläggare

Peter Vikström
Kvalitetsansvarig

JL/PV

Org.nr 556326-2418

VAT.no SE556326241801

Styrelsens säte: Stockholm

\\sto1-s-main01\g\projekt\2015\1540320 kryddvägen tyresö\07 rapport\dagvattenutredning\dagvattenutredning kryddvägen_170815.docx



BILAGA A

Beräkningar



1.1 Beräkning av årsmedelflöde

Årsmedelnederbörden på 650 mm/år beräknades utifrån dygnsdata från SMHI över 39 år hämtat från Stormyra mätstation (SMHI, 2015). En korrektionsfaktor på 20 % användes enligt beskrivning av Eriksson (1983). Verklig nederbördsmängd antas då uppgå till 780 mm/år. Årsmedelflöde beräknades genom att omvandla årsmedelnederbörden till l/s och sedan multiplicera detta med områdets reducerade area.

1.2 Beräkning av regnintensitet och regnvaraktighet

För befintliga förhållanden antogs rinnhastigheten vara 0,1 m/s som gäller för naturmark (P90), vilket gav en rinntid och alltså en varaktighet på det dimensionerande regnet på cirka 45 min, se Tabell 1

Tabell 1: Rinntid för befintliga förhållanden

Rinnsträcka (m)	Antagen hastighet skogsmark (m/s)	Rinntid (min)
269	0.1	45

Regnets varaktighet beräknades utifrån rinntiden som för planerad bebyggelse antogs till den längsta beräknade rinntiden inom det bebyggda området. Det bebyggda området utgör ungefär hälften av avrinningsområdets storlek och bör därför dominera avrinningen efter exploatering (P110). Rinntiden delades upp i att först rinna 15 m över tomtmark med en rinhastighet på 0,1 m/s. Resterande sträcka antogs rinna i ledning i gatan och följde därför gatu- och ledningsnät. Rinhastigheten i ledning ansattes till 1,5 m/s (P110). Tillsammans gav detta en rinntid på 4-5 minuter, se tabell 5. Regnets rinntid och därmed varaktighet ska inte ansättas till mindre än 10 minuter enligt P110 och valdes därför till 10 minuter.

Tabell 2: Rinntid för planerad bebyggelse

Avrinningsområde	Rinnsträcka skog (m)	Rinnsträcka bebyggt (m)	Antagen hastighet skog (m/s)	Antagen hastighet bebyggt (m/s)	Rinntid (min)
ARO 1	15	166	0.1	1.5	4
ARO 2	15	238	0.1	1.5	5

För att beräkna regnintensitet användes Dahlströms formel som hämtades ur P110 , ekvation 1.

$$i = 190 \cdot \sqrt[3]{\frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}}} + 2 \quad (\text{ekvation 1})$$

där i är regnintensitet, T_R är regnvaraktighet i minuter och \AA är återkomsttid i månader. För befintliga förhållanden beräknades regnintensitet för 10-årsregn, 10-årsregn med en klimatfaktor på 1,25 och för ett 50-årsregn med en varaktighet på 45 minuter med reducerade areor enligt tabell 3, se tabell 4. Den totala avrinningskoefficienten beräknas genom dividering av total reducerad area med total area.



Tabell 3. Beräknad rinntid och varaktighet för befintliga förhållanden. Gula celler är litteraturvärden, och grå är beräknade

Yta	Total area (m ²)	Avrinningskoefficient	Reducerad area (m ²)
Hårdgjorda ytor	1187	0,80	949
Grönområde	20635	0,10	2063
Totalt	21822	0,14	3013

Tabell 4: Beräknade regnintensiteter för 10-årsregn, 10-årsregn med klimatkompensation på 1,25 och 50-årsregn för en varaktighet på 45 minuter för befintliga förhållanden

	Regnintensitet (l/s, ha)
10-årsregn	88
10-årsregn med klimatfaktor 1,25	110
50-årsregn	149

För bebyggt område beräknades regnintensiteten för 10-årsregn, 10-årsregn med klimatkompensationsfaktor på 1,25 och för ett 50-årsregn med en varaktighet på 10 minuter med reducerade areor enligt Tabell 5, se tabell 6. Avrinningskoefficienten för gröna tak beräknades genom att anta att 5 mm regn av det totala regnet i mm, *regnmängd*, för regnintensiteten för de olika fallen magasineras och evaporerar och där med ej avrinner (P110). Avrinningskoefficienten, φ , beräknades som andelen avrunnet regn av totalt regn, se ekvation 2 och tabell 5. Totalt regn för 10-årsregn var 9,6 mm, för 10-årsregn med klimatkompensationsfaktor på 1,25 var 12,0 mm och för ett 50-årsregn var det totala regnet 16,3 mm.

$$\varphi = \frac{(\text{regnmängd (mm)} - 5 \text{ mm})}{\text{regnmängd (mm)}} \quad (\text{ekvation 2})$$

Tabell 5: Beräknade areor för de olika klassificerade områdena samt beräknad rinntid. Gula områden är koefficienter ur litteratur och grå är beräknade. Tre fall av avrinningskoefficienter användes för de olika fallen 10-årsregn (avrinningskoefficient 1), 10-årsregn med klimatkompensationsfaktor på 1,25 (avrinningskoefficient 2) och för ett 50-årsregn (avrinningskoefficient 3)

Yta	Total area	Avrinningskoefficient 1	Avrinningskoefficient 2	Avrinningskoefficient 3	Reducerad area 1	Reducerad area 2	Reducerad area 3
Tak	3245	0.9	0.9	0.9	2921	2921	2921
Hårdgjord yta	4283	0.8	0.8	0.8	3426	3426	3426
Grönområde	12030	0.02	0.02	0.02	241	241	241
Gröna tak	287	0.48	0.58	0.69	137	167	199
Altaner + grus	2245	0.2	0.2	0.2	449	449	449
Total Area	22090	0.32	0.33	0.33	7174	7204	7236



Tabell 6: Beräknade regnintensiteter för 10-årsregn, 10-årsregn med klimatkompensation på 1,25 och 50-årsregn för både en varaktighet på 10 minuter för planerad bebyggelse

	Regnintensitet (l/s, ha)
10-årsregn	228
10-årsregn med klimatfaktor 1,25	285
50-årsregn	388

1.3 Beräkning av dimensionerande flöden

Ett dimensionerande flöde, q_{dim} , beräknas utifrån avrinningsområdets area, A , dess tillhörande avrinningskoefficient, φ , samt den dimensionerande regnintensiteten för regnets varaktighet, i , med hjälp av ekvation 3.

$$q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i \quad (\text{ekvation 3})$$

För befintliga förhållanden beräknades flöden utifrån tabell 3 och tabell 4 enligt ekvation 3, se Tabell 7.

Tabell 7: Beräknade flöden för befintliga förhållanden för 45 minuters varaktighet

	10-årsflöde (l/s)	10-årsflöde m. klimatfaktor (l/s)	50-årsflöde (l/s)
Totalt	26	33	45

Till följd av att det bebyggda området anses dominera avrinningen ansattes naturmarkens avrinningskoefficient till 0,02 då det enligt P110 bidrar så pass lite till flödet, se tabell 5. Utifrån denna tabell samt tabell 6 beräknades dimensionerande flöden för planerad bebyggelse, se tabell 8. Maximal snösmältning för mellersta Sverige över en tioårsperiod kan antas vara 8,3 l/s·ha. Jämfört med regnintensiteten från ett 10-årsregn på 228 l/s·ha kan det antas att snösmältningen inte är dominerande för avrinningen inom området.

Tabell 8: Beräknade flöden för exploaterat område för ett regn med 10 minuters varaktighet

	10-årsflöde (l/s)	10-årsflöde m. klimatfaktor (l/s)	50-årsflöde (l/s)
ARO 1	120	151	206
ARO 2	43	55	75
Totalt	164	205	281

1.4 Dimensionering av fördröjningsmagasin

Erforderlig specifik magasinvolym, V , kan uppskattas överslagsmässigt med hjälp av ekvation 4 där i_{regn} är regnintensitet för aktuell varaktighet, t_{regn} är regnvaraktigheten, t_{rinn} är rinntid i minuter och K specifik avtappning från magasinet (ekvation 9.1 i P110). Då avrinning ej får öka jämfört med befintliga förhållanden antas specifik avtappning till dimensionerande flödet för befintligt område.

$$V = 0,06 \cdot \left[i_{regn} \cdot t_{regn} - K \cdot t_{regn} - K \cdot t_{rinn} + \frac{K^2 \cdot t_{rinn}}{i_{regn}} \right] \quad (\text{ekvation 4})$$

Erforderlig magasinvolym erhålls som maximivärdet av denna funktion.



1.5 Beräkning av kapacitet på befintlig ledning

Kapacitet på befintlig dagvattenledning till vilken dagvattensystemet för planerad bebyggelse kommer att kopplas har beräknats med Prandtl-Colebrooks samband som återfinns i P110, se ekvation 5.

$$q = -\frac{\pi \cdot D^2}{2} \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot S_0} \cdot \log \left[\frac{2,51 \cdot v}{D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot S_0} \cdot \nu_{reg}} + \frac{k \cdot 10^{-3}}{3,71 \cdot D} \right] \quad (\text{ekvation 5})$$

Beteckningar och indata för beräkningen redovisas i tabell 9. Med ansatta värden fås en kapacitet för ledningen på 190 l/s.

Tabell 9: Beteckningar och indata till beräkning av kapacitet på befintlig ledning.

Beteckning	Storhet	Ansatt värde	Kommentar
q	flöde (m ³ /s)	-	Gäller för nästan full ledning
D	diameter (m)	0,4	
g	tyngdaccelerationen (m/s ²)	9,82	
S ₀	energilinjens lutning (-)	0,004	Ansatt lika med ledningens lutning
k	råhetsvärde (mm)	1,0	Betongledning i god kondition (P110)
ν	kinematiska viskositeten (m ² /s)	1,31·10 ⁻⁶	vid temperatur 10 °C

1.6 Föroreningsberäkningar

Föroreningshalter har beräknats med hjälp av schablonhalter för olika marktyper (Stormtac 2017). Använda schablonvärden redovisas i Tabell 10. Altaner har antagits motsvara "Blandat grönområde" och grusytor "Parkering".

Tabell 10: Använda marktyper och schablonhalter i µg/L för beräkning av föroreningshalter i dagvatten (Stormtac 2017).

Marktyp (n)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	oil	BaP
Takyta (1)	90	1800	2,6	7,5	28	0,80	4,0	4,5	0,0050	25000	0	0,010
Gång-och cykelväg (2)	85	1800	3,5	23	20	0,30	7,0	4,0	0,050	7400	770	0,010
Skogsmark (3)	35	750	6,0	6,5	15	0,20	0,50	0,50	0,005	34000	100	0
Lokalgata med kantsten (4)	150	1300	12	30	70	0,20	1,0	1,2	0,060	60000	170	0,007
Blandat grönområde (5)	120	1000	6,0	12	23	0,27	1,8	1,0	0,010	43000	170	0
Grönt tak (6)	285	3890	1,0	15	23	0,070	3,0	3,0	0,0067	19000	0	0,010
Parkering (7)	100	1100	30	40	140	0,45	15	4,0	0,050	140000	800	0,060



Resulterade föroreningshalt har beräknats med en massbalans enligt ekvation:

$$M = C_{tot} \cdot q_{\text{års-medel}} \cdot \frac{365,25 \cdot 24 \cdot 3600}{10^9} = \sum (C_n \cdot q_n) \cdot \frac{365,25 \cdot 24 \cdot 3600}{10^9} \quad (4)$$

Där:

M = massflöde (kg/år)

C_{tot} = hela områdets föroreningshalt (µg/L)

q_{års-medel} = hela områdets årsmedelflöde (l/s) enligt kapitel 1.1

C_n = schablonhalt för marktyp n (µg/L) enligt Tabell 10 där n går från 1 till 7

q_n = Årsmedelflöde för marktyp n (L/s)

Beräknade årsmedelflöden ges av Tabell 11 och resulterande massflöde och föroreningshalter för hela området av Tabell 12.

Tabell 11: Beräknade årsmedelflöden per marktyp.

Marktyp	Befintliga förhållanden		Planerad bebyggelse	
	Reducerad area (m ²)	Årsmedelflöde (L/s)	Reducerad area (m ²)	Årsmedelflöde (L/s)
Takyta (1)	0	0	2921	0,09
Gång-och cykelväg (2)	949	0,02	1713	0,05
Skogsmark (3)	2063	0,05	1713	0,05
Lokalgata med kantsten (4)	0	0	120	0,004
Blandat grönområde (5)	0	0	120	0,004
Grönt tak (6)	0	0	137	0,004
Parkering (7)	0	0	168	0,01

Tabell 12: Resulterade föroreningshalter och massflöde för hela området.

Ämne	Befintliga förhållanden		Planerad bebyggelse	
	(µg/l)	(kg/år)	(µg/l)	(kg/år)
P (fosfor)	51	0,1	108	0,8
N (kväve)	1081	3	1643	11
Pb (bly)	5,2	0,01	6,3	0,04
Cu (koppar)	12	0,03	18	0,13
Zn (zink)	17	0,04	40	0,28
Cd (kadmium)	0,23	0,001	0,48	0,003
Cr (krom)	2,5	0,01	4,3	0,03
Ni (nickel)	1,6	0,004	3,3	0,02
Hg (kvicksilver)	0,02	5×10 ⁻⁵	0,03	0,0002
SS (suspenderade ämnen)	25618	60	34416	241
Olja	311	0,7	264	1,8
BaP (Benso(a)pyren)	0,0032	7×10 ⁻⁶	0,011	7×10 ⁻⁵



1.7 Beräkning av föroreningshalter efter rening

Föroreningshalter efter föreslagna reningsåtgärder har beräknats med hjälp av schablonvärden för reningsgrad (Stormtac 2016). Använda schablonvärden redovisas i Tabell 13.

Tabell 13: Schablonvärden för reningsgrad i % för föreslagna reningsåtgärder för dagvatten för beräkning av föroreningshalter i dagvatten (Stormtac 2016).

Reningsåtgärd (n)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	oil	BaP
Biofilter (1)	65	40	80	65	85	85	25	75	50	80	60	85
Krossdike (2)	60	55	85	85	85	85	85	90	45	90	90	60

För beräkningen har antagits att reningsåtgärderna är seriekopplade och att vattnet först renas i biofilter och sedan i ytterligare ett steg i krossdike. Beräkningen har utförts så att en ny renad schablonhalt har beräknats enligt:

$$C_{n_red} = C_n \cdot \frac{100 - k_{red,biofilter}}{100} \cdot \frac{100 - k_{red,krossdike}}{100} \quad (5)$$

Där:

C_{n_red} = reducerad schablonhalt för marktyp n ($\mu\text{g/L}$) enligt Tabell 10,

k_{red} = schablonvärde för föreslagen reningsåtgärd i %.

Nya massflöden och föroreningshalter ut ur området efter rening har sedan beräknats med ekvation 4 där c_n bytts ut mot C_{n_red} . För att halter och belastning av samtliga studerade förorenande ämnen ska minska har det dimensionerande flödet från planerad bebyggelse minskats. Följande tre olika lösningar har beräknats:

- 1) 70 % av all asfalt i området utförs som permeabel asfalt (avrinningskoefficient 0,3). Avrinningskoefficienten för hårdgjorda ytor enligt Tabell 5 har ändrats till 0,45 ($0,8 \cdot 0,3 + 0,3 \cdot 0,7$).
- 2) Ca 30 % av dagvattnet från tak och asfalterade ytor infiltreras lokalt. Reducerade areor för hårdgjorda ytor och takytor enligt Tabell 5 har reducerats med 30 %.
- 3) Ca 30 % av dagvattnet från tak infiltreras och ca 50 % av totala andelen asfalterade ytor utförs med permeabel asfalt. Reducerad area för takytor enligt Tabell 5 har reducerats med 30 % och avrinningskoefficienten för hårdgjorda ytor enligt Tabell 5 har ändrats till 0,55 ($0,8 \cdot 0,5 + 0,3 \cdot 0,5$).

Resultande massflöde och föroreningshalter för de olika lösningförslagen redovisas i Tabell 14.



Tabell 14: Resulterande föroreningshalter och massflöde för hela området efter rening och fördröjning.

Ämne	Rening		Rening + flödesreducering 1		Rening + flödesreducering 2		Rening + flödesreducering 3	
	(µg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(kg/år)	(kg/år)	(kg/år)	(kg/år)	(kg/år)
P (fosfor)	15	0,1	15	0,1	15	0,1	15	0,1
N (kväve)	444	3,1	450	2,5	442	2,3	442	2,3
Pb (bly)	0,2	0,0013	0,2	0,0010	0,2	0,0010	0,2	0,0010
Cu (koppar)	1,0	0,01	0,8	0,005	1,0	0,005	1,0	0,005
Zn (zink)	0,9	0,006	0,9	0,005	0,9	0,005	0,9	0,005
Cd (kadmium)	0,01	8×10 ⁻⁵	0,01	7×10 ⁻⁵	0,01	5×10 ⁻⁵	0,01	5×10 ⁻⁵
Cr (krom)	0,5	0,003	0,5	0,003	0,5	0,003	0,5	0,003
Ni (nickel)	0,1	0,001	0,09	0,0005	0,08	0,0004	0,08	0,0004
Hg (kvicksilver)	0,009	6×10 ⁻⁵	0,007	4×10 ⁻⁵	0,008	4×10 ⁻⁵	0,008	4×10 ⁻⁵
SS (suspenderade ämnen)	688	5	692	4	722	4	723	4
Olja	11	0,1	8	0,05	11	0,06	11	0,05
BaP (Benso(a)pyren)	0,0006	4×10 ⁻⁶	0,0007	4×10 ⁻⁶	0,0007	3×10 ⁻⁶	0,0007	3×10 ⁻⁶

Golder Associates är en global medarbetarägd organisation med över 50 års erfarenhet, som i sin rådgivning verkar för att använda jordens möjligheter utan att påverka dess integritet. Vi tillhandahåller kostnadseffektiva lösningar som hjälper våra kunder att nå sina mål inom hållbar samhällsutveckling genom oberoende rådgivning, design och konstruktionslösningar inom våra specialområden miljö, jord, berg och vatten.

För mer information, besök golder.com

Afrika	+ 27 11 254 4800
Asien	+ 86 21 6258 5522
Europa	+ 44 1628 851851
Oceanien	+ 61 3 8862 3500
Nordamerika	+ 1 800 275 3281
Sydamerika	+ 56 2 2616 2000

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates AB

Box 20127

104 60 Stockholm

Besöksadress: Östgötagatan 12, 116 25 Stockholm

Sverige

T: 08-506 306 00

