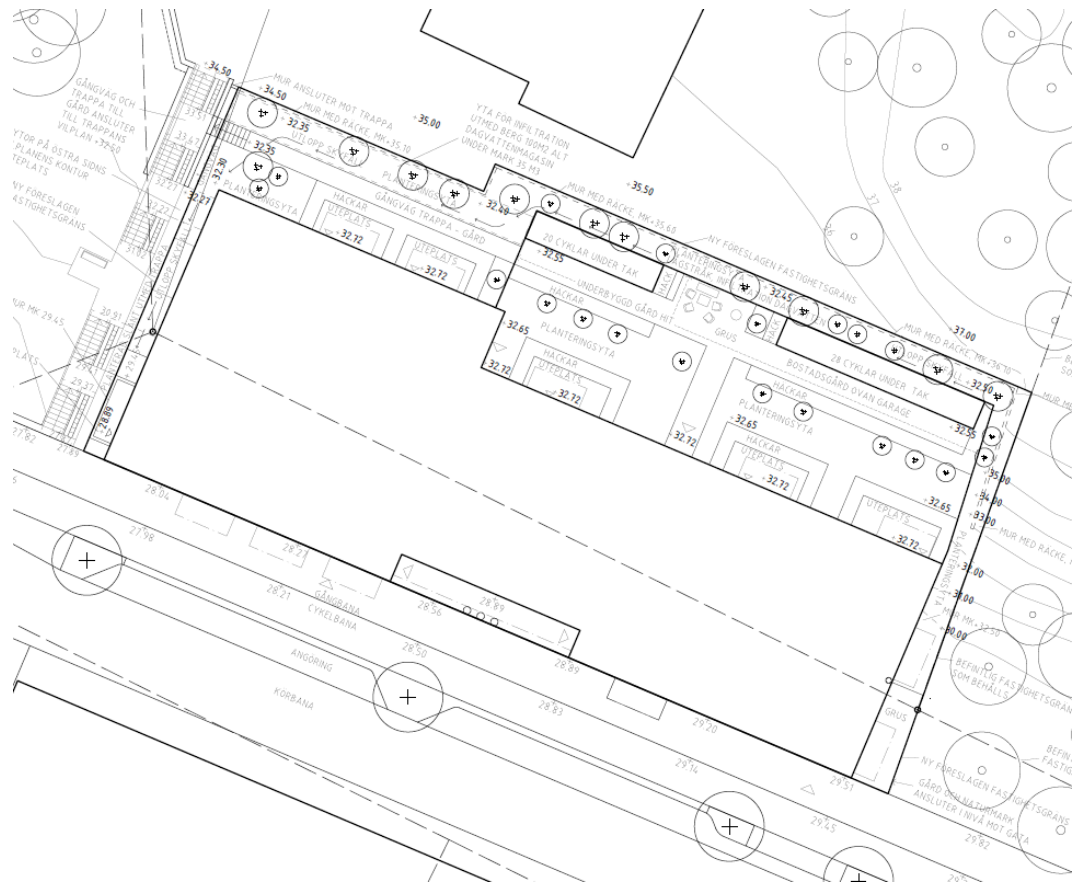


# Dagvattenutredning Norra Tyresö Centrum kv. 11

AB Borätt



RAPPORT nr 2017-1011-C

Författare: Victoria Eriksson Russo, WRS AB  
Granskning: Jonas Andersson, WRS AB

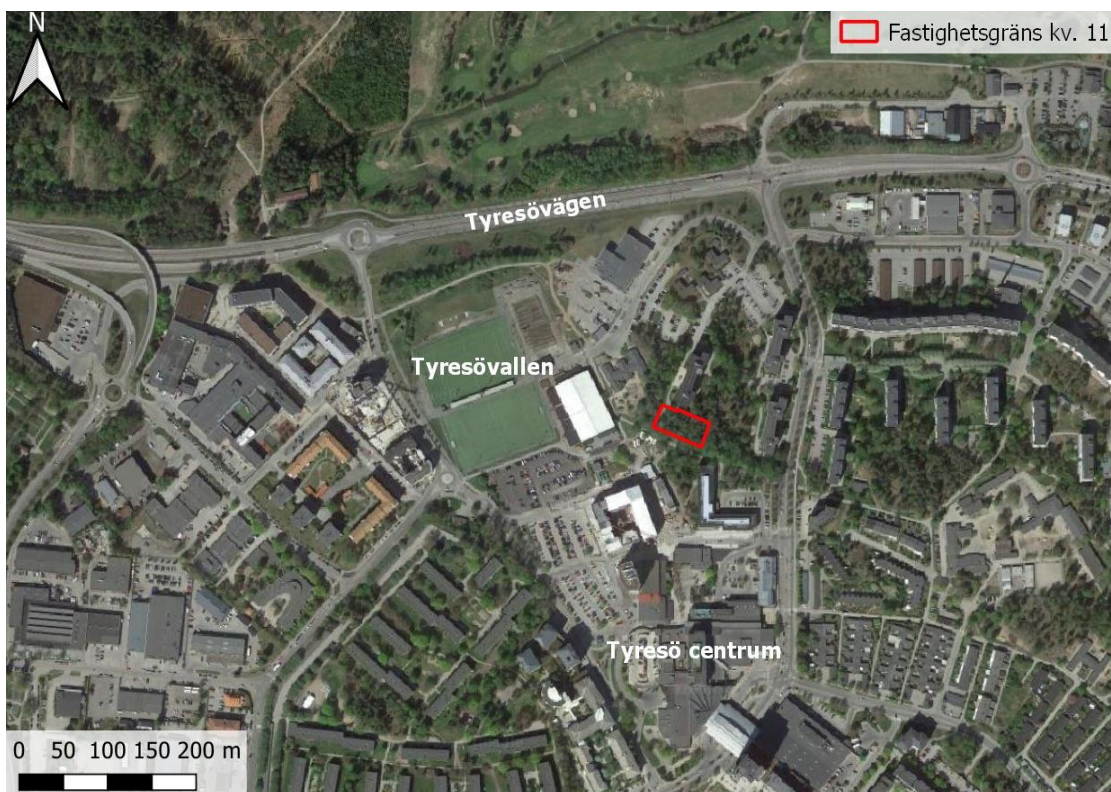
2018-03-15, reviderad 2020-11-10

# Innehåll

1	Bakgrund och syfte.....	3
1.1	Tyresö kommuns riktlinjer .....	4
1.2	Dagvattenriktlinjer för Norra Tyresö Centrum .....	4
2	Befintlig och planerad utformning .....	4
2.1	Befintlig utformning .....	4
2.2	Planerad utformning .....	5
2.3	Beskrivning av typytor vid exploatering .....	6
2.3.1	Takyta.....	6
2.3.2	Gårdsyta .....	6
2.3.3	Parkeringsgarage.....	6
3	Beräkning av dagvattenflöden.....	7
3.1	Före exploatering.....	8
3.2	Efter exploatering, utan fördröjning.....	8
3.3	Extremregn.....	8
3.3.1	Skyfallskartering.....	9
4	Dagvattenhantering i framtiden.....	9
4.1	Beräkning av magasinsvolymerna .....	9
4.1.1	Fördröjning av 10 mm nederbörd på tak & 33 mm på gårdsyta	10
4.1.2	Ingen ökning av dagvattenavrinningens högsta intensitet .....	11
4.1.3	Sammanfattning av magasinsbehovet .....	11
4.2	Förslag på dagvattenhantering .....	12
4.2.1	Gröna tak .....	12
4.2.2	Bjälklagsgård med luftigt bärlager .....	13
4.2.3	Planteringar med upphöjda/nedsänkta växtbäddar.....	14
4.2.4	Makadammagasin .....	15
4.3	Resonemang kring föreslagna LOD-lösningar.....	15
5	Beräknade närsalt- och föroreningsmängder.....	15
5.1	Närsalt- och föroreningsmängder.....	16
6	Slutsats och diskussion .....	17
	Bilaga 1: Nederbörds- och magasinsvolymerna .....	18
	Bilaga 2: Schablonhalter från StormTac ver. 2016-08 samt arealläckage....	20
	Bilaga 3: Närsalt- och föroreningsberäkningar för kvarter 11 .....	21
	Bilaga 4: Rening av närsalt- och föroreningsmängder kvarter 11.....	22

# 1 Bakgrund och syfte

Denna utredning beskriver planerad dagvattenhantering för kvarter 11 (Figur 1) i Norra Tyresö centrum (NTC), där AB Borätt är exploatör. Kvarteret ska exploateras med ett nytt bostadshus med anslutande gårdsmark.



Figur 1. Kvarter 11 i Norra Tyresö Centrum redovisas med röd polygon

En fördjupad dagvattenutredning för omhändertagande och fördröjning av dagvatten ska tas fram för kvarteren. WSP upprättade 2015 en övergripande dagvattenutredning<sup>1</sup> för området som ligger till grund för fördjupade dagvattenutredningar för de enskilda kvarteren. Syfte med uppdraget är:

- 1) Beräkna dimensionerande flöden och utjämningsbehov för kvarter 11 som ingår i planområdet, samt vilken effekt som förändringarna inom planområdet får på föroreningsbelastningen från området.
- 2) Redovisa förslag på hantering av dagvatten så att de uppställda riktlinjerna för dagvattenhantering i området nås.

I den reviderade versionen år 2020 har fastighetsgränsens dragning och ytorna inom fastigheten ändrats (främst takets utbredning och vilket håll det lutar åt). Tyresö kommuns riktlinjer för flödesberäkningar har ändrats till ett 20-årsregn med klimatfaktor 1,3. Dessutom vill kommunen att en skyfallskartering redovisas. Därför har flödes- och magasinberäkningarna uppdaterats, LOD-åtgärderna reviderats och en skyfallskartering inkluderats.

<sup>1</sup> WSP, 2015, Norra Tyresö centrum, Dagvatten och VA.

## 1.1 Tyresö kommuns riktlinjer

I Tyresös riktlinjer för dagvattenhantering<sup>2</sup> framgår att dagvatten ska omhändertas lokalt och att infiltration/perkolation ska eftersträvas.

Dagvattnet från Norra Tyresö Centrum betecknas som Klass 3 (Måttligt förorenat) och leds mot recipienten Albysjön som är en mycket känslig recipient. Innan utloppen i Albysjön leds allt dagvatten genom reningsanläggningen Kolardammarna.

## 1.2 Dagvattenriktlinjer för Norra Tyresö Centrum

I tidigare dagvattenutredning gjord för hela Norra Tyresö centrum<sup>3</sup> finns följande riktlinjer för kommande exploatering:

- Dagvattenavrinningens högsta intensitet får med hänsyn till klimatförändringarna inte vara större än innan utveckling av området
- Gårdar ska klara att utjämna 33 m<sup>3</sup>/1000 m<sup>2</sup>, vilket motsvarar 33 mm nederbörd
- Det rekommenderas även att samtliga nya takytor anläggs som gröna tak, och att dessa ska klara att magasinera minst 10 mm nederbörd

Behovet av rening för Norra Tyresö Centrum bedöms av WSP<sup>3</sup> även enligt SuDS-handboken (Sustainable Drainage Systems) och BREEAM där bebyggelsestypen tillsammans med recipientens känslighet bestämmer ”reningskravet”. Kravet formuleras som ett antal komponenter i en kedja av åtgärder. För Norra Tyresö Centrum innebär detta att krav ställs på minst två komponenter i kedja. Enbart funktionen i Kolardammarna räcker därför inte enligt denna bedömning. Lokala fördröjnings- och reningsåtgärder krävs även inom kvartersmark.

## 2 Befintlig och planerad utformning

Nedan beskrivs befintlig utformning av fastigheten samt planerad ny utformning.

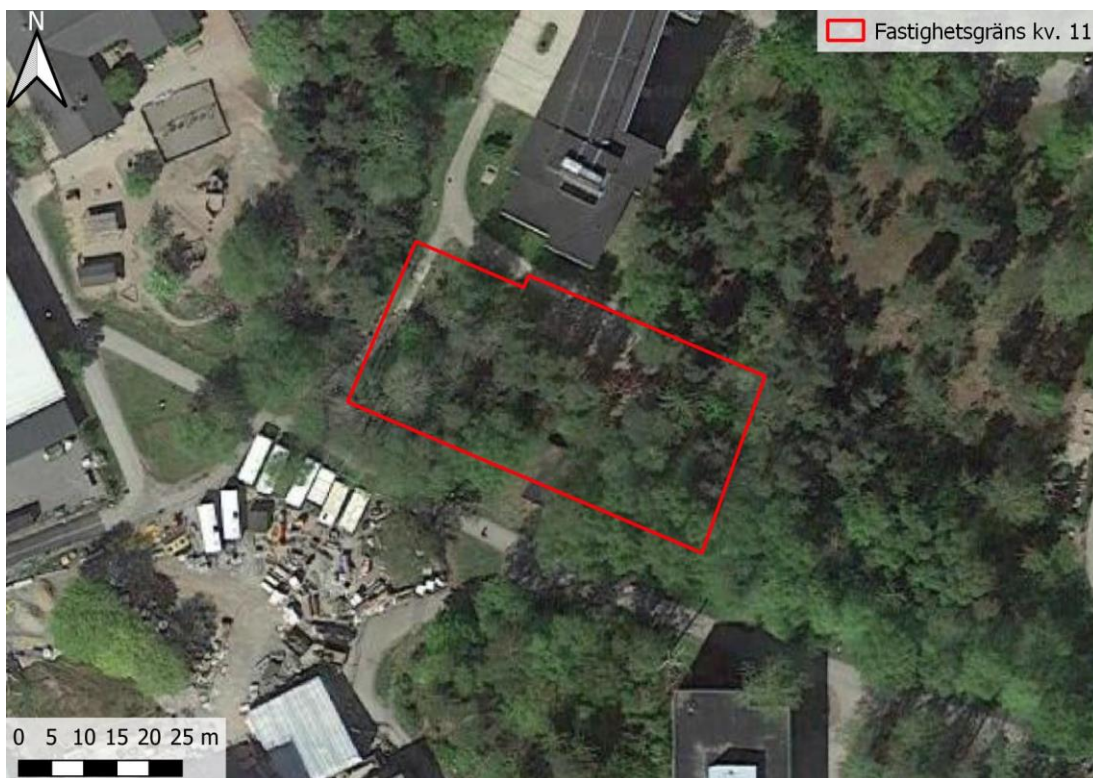
### 2.1 Befintlig utformning

Kvarter 11 består i dagsläget av oexploaterad naturmark som lutar från norr till söder (Figur 2 och Figur 3). Området är ca 1 600 m<sup>2</sup> stort. Under det översta lagret av morän antas berget ligga ytligt. Sprängning i berg kommer att krävas för den planerade exploateringen. Den befintliga gångvägen söder om fastigheten planeras ersättas av ny lokalgata.

---

<sup>2</sup> Tyresö kommun, 2009, Riktlinjer för dagvattenhantering i Tyresö kommun.

<sup>3</sup> WSP, 2015, Norra Tyresö centrum, Dagvatten och VA.



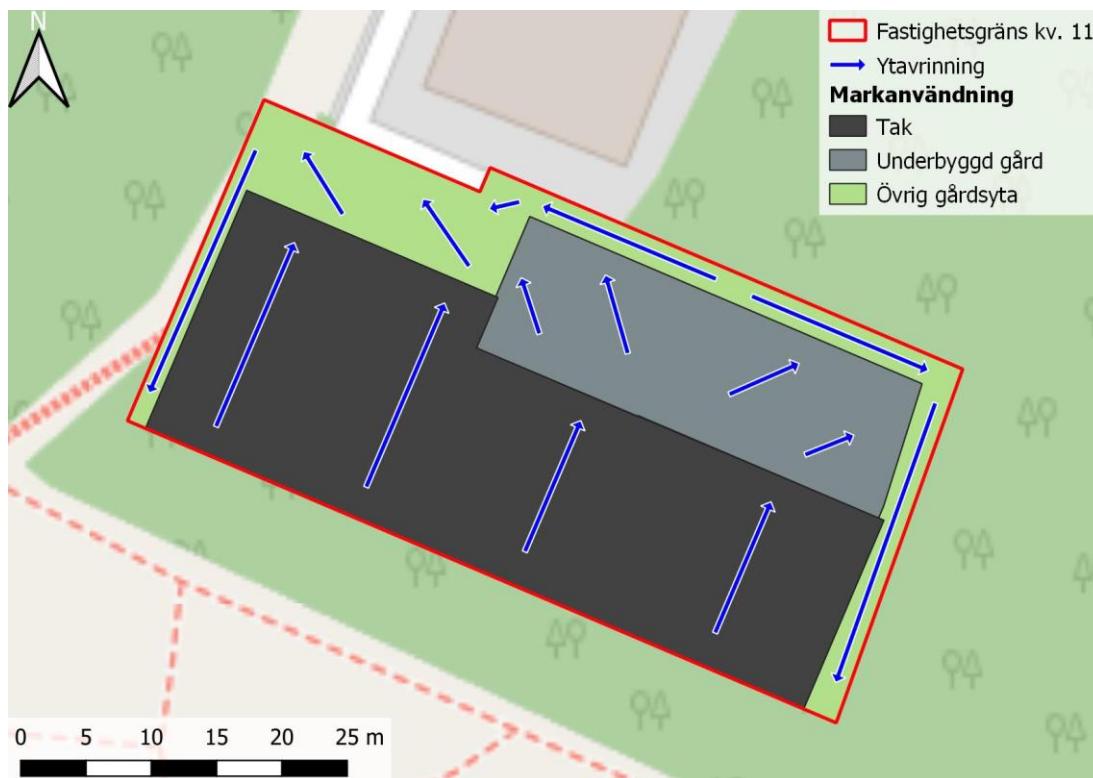
Figur 2. Befintlig markanvändning inom kvarter 11. Ortofoto: Google Satellite



Figur 3. Det aktuella markområdet från sydväst

## 2.2 Planerad utformning

Kvarter 11 ska utformas med ett flerbostadshus med tillhörande gårdsyta i norr/nordost (Figur 4). Större delen av gårdsytan är uppbyggt ovan bjälklag för parkeringsgarage. Gården antas utformas med mycket grönska och permeabla ytor. Takytan avvattnas till stor del in mot bjälklagsgården och gården, som därefter avvattnas i sydvästlig riktning (Figur 4).



Figur 4. Framtida markanvändning inom kvarter 11 inklusive flödesriktning vid ytavrinning. Bakgrundskarta: OpenStreetMap

## 2.3 Beskrivning av typytor vid exploatering

### 2.3.1 Takyta

Taken avvattnas in mot fastighetens gård och bjälklagsgård (Figur 4). Viss andel av taken (ca 50 %) kan komma att anläggas som gröna tak, därför behöver delar av den föreskrivna fördröjningen av takavrinning ske i marknivå.

### 2.3.2 Gårdsyta

Innergården antas utformas med mycket grönska och stor del genomsläppliga/permeabla ytor. Förslag på detta är planteringar, gräsytor eller grusytor ovan bjälklag. Under markytan ovan bjälklaget kan markuppbyggnaden utgöras av ett s.k. luftigt bärlager utan nollfraktioner. Dagvatten kan då ledas ner och renas och fördröjas i den tillgängliga volym som uppstår i hålrummen.

Den avvattning som sker i sydlig riktning bör om möjligt ledas till underjordisk fördröjning, eventuella trädgropar eller planteringar. Finns inga sådana möjligheter kommer avvattning ske direkt ut i lokalgatan och eventuell kompensationsutjämning får eftersträvas inom fastigheten.

### 2.3.3 Parkeringsgarage

Under bjälklaget kommer ett parkeringsgarage att anläggas. Garaget ska inte utrustas med några möjligheter för att omhänderta regn- och smältvatten från fordon (t.ex. golvbrunnar), då det uppskattningsvis kommer vara mycket små flöden. Detta för att undvika att miljögifter som finns i smält- och regnvatten från fordon sprids till avloppsreningsverk eller till dagvattenrecipienten.

Regn- och smältvatten som samlas i garaget får därmed dunsta bort och rengöring sker med sopning eller på likvärdigt sätt. Uppsopat damm och smuts omhändertas som farligt avfall.

Alternativt kan rännor utan utlopp placeras i låglinje i garaget och uppsamlat regn- och smältvatten samt skräp rensas manuellt med slamsugning.

En dagvattenränna kan även anslutas till in- och utfartsrampen för omhändertagande av regn och smältande snö som släpper från fordon när de kör in i parkeringsgaraget.

### 3 Beräkning av dagvattenflöden

Beräkning av dimensionerande flöden i nuläget samt i framtiden (utan LOD) ska enligt uppgifter från Tyresö kommun utgå från en återkomsttid på 20 år. Enligt tabell 2.1 i publikation P110<sup>4</sup> är branschstandard för dimensionering av nya dagvattenledningar för centrum- och affärsområden ett regn med en återkomsttid på 10 år vid fylld ledning och 30 år för trycklinje i marknivå. Med utgångspunkt i ovanstående information har beräkningar av dimensionerande flöde gjorts utifrån regn med 10 och 20 års återkomsttid (Tabell 1).

Rinntiden (som motsvarar den dimensionerande nederbördsintensiteten) har beräknats enligt publikation P110<sup>4</sup> till under 10 minuter. I P110 rekommenderas dock att minsta rinntid ansätts till 10 minuter och följaktligen också minsta dimensionerande varaktighet till 10 minuter (Tabell 1).

Enligt prognostiserade klimatförändringar kommer regn med högre intensitet bli vanligare under perioden fram till år 2100. Därför rekommenderar Svenskt Vatten<sup>4</sup> att nya dagvattensystem dimensioneras med en klimatkfaktor (kf) på minst 1,25 för nederbörd med kortare varaktighet än en timme. Tyresö kommuns egna riktlinjer anger en klimatkfaktor på 1,3 (Tabell 1).

**Tabell 1 Indata för beräkning av dimensionerande flöden. Från Svenskt Vatten P110 samt Tyresö kommuns riktlinjer**

	Svenskt vatten P110	Tyresö kommuns riktlinjer
Återkomsttid	10 år (120 mån)	20 år (240 mån)
Varaktighet	10 min	10 min
Regnintensitet utan fördröjning	228 l/s, ha	287 l/s, ha
Klimatkfaktor	1,25	1,3

För bestämning av dimensionerande flöden har den så kallade *rationella metoden*<sup>4</sup> använts (Ekvation 1). Det är en statistisk överslagsmetod som lämpar sig för mindre områden (upp till cirka 50 hektar) med liknande rinntider inom området.

#### Ekvation 1. Rationella metoden, beräkning av dimensionerande flöde

$q_{dim}$  = dimensionerande flöde [l/s]

$A$  = avrinningsområdets area [ha]

$\varphi$  = avrinningskoefficient [-]

$i(t_r)$  = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s,ha], beror på regnets återkomsttid

$kf$  = klimatkfaktor [-]

$$q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot kf$$

<sup>4</sup> Svenskt Vatten, 2016, Publikation P110

### 3.1 Före exploatering

Nuvarande markanvändning utgörs av 100 % oexploaterad naturmark som lutar från norr till söder. Utifrån Tabell 4.8 i Svenskt Vattens publikation P110<sup>5</sup> sätts avrinningskoefficient för befintligt naturmarksområde till 0,1 för ”kuperad bergig skogsmark”. Beräknade flöden före nyexploatering redovisas i Tabell 2.

**Tabell 2. Dimensionerande flöden idag med 10 och 20 års återkomsttid ( $q_{10}$  och  $q_{20}$ ), med och utan klimatfaktor (kf) samt areor (A), avrinningskoefficienter ( $\Phi$ ) från Svenskt Vatten Publikation P110 (2016) och reducerade areor ( $A_{red} = A \cdot \Phi$ )**

Yta	A [m <sup>2</sup> ]	$\Phi$ [-]	$A_{red}$ [m <sup>2</sup> ]	$q_{10}$ [l/s]	$q_{10}$ kf=1,25 [l/s]	$q_{20}$ [l/s]	$q_{20}$ kf=1,3 [l/s]
Sluttande naturmark	1 630	0,1	162	3,7	4,7	4,7	6,1
<b>Sammanfattning</b>	<b>1 630</b>	<b>0,1</b>	<b>162</b>	<b>3,7</b>	<b>4,7</b>	<b>4,7</b>	<b>6,1</b>

Före exploatering beräknas ett flöde på ca 4–5 l/s uppstå från kvarter 11 vid ett dimensionerande 10-årsregn och 5–6 l/s vid ett dimensionerande 20-årsregn.

### 3.2 Efter exploatering, utan fördröjning

Planerad markanvändning har uppskattats enligt följande: takyta (58 %), underbyggd gård (22 %) och ej underbyggd gård (20 %). Beräknade flöden efter exploatering ses i Tabell 3.

**Tabell 3. Dimensionerande flöden i framtiden med 10 och 20 års återkomsttid ( $q_{10}$  och  $q_{20}$ ), med och utan klimatfaktor (kf) samt areor (A), avrinningskoefficienter ( $\Phi$ ) från Svenskt Vatten Publikation P110 (2016) och reducerade areor ( $A_{red}=A \cdot \Phi$ )**

Yta	A [m <sup>2</sup> ]	$\Phi$ [-]	$A_{red}$ [m <sup>2</sup> ]	$q_{10}$ [l/s]	$q_{10}$ kf=1,25 [l/s]	$q_{20}$ [l/s]	$q_{20}$ kf=1,3 [l/s]
Tak	950	0,9	850	19	24	24	32
Underbyggd gård	350	0,8	285	6,4	8,0	8,0	10
Övrig gårdsyta	330	0,3	100	2,3	2,8	2,8	3,7
<b>Sammanfattning</b>	<b>1 630</b>	<b>0,76*</b>	<b>1 235</b>	<b>28</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>46</b>

\*Sammanvägd avrinningskoefficient  $A_{red}/A$

Efter exploatering beräknas ett flöde på 28–35 l/s uppstå från kvarter 11 vid ett dimensionerande 10-årsregn och 35–46 l/s vid ett dimensionerande 20-årsregn. Det innebär att det framtida flödet beräknas till 7,5 gånger dagens flöde.

### 3.3 Extremregn

Större regn än dimensionerande regn kan förekomma och kommer enligt branschorganisationen Svenskt Vatten bli mer förekommande i framtiden i och med förväntade klimatförändringar. Enligt prognostiserade klimatförändringar kommer regn med högre nederbördsintensitet bli vanligare under kommande hundraårsperiod.

Vid högintensiva regn, som förekommer idag och kan antas öka i framtiden, uppstår flöden som dagvattensystemet inom kvartersmark inte klarar av att ta om hand. Då ska höjdsättningen av gårdarna säkerställa att ytledes avrinning kan ske för att säkerställa att byggnader och annan infrastruktur inte kommer till skada. De ytliga flödesvägarna (se Figur 4) behöver

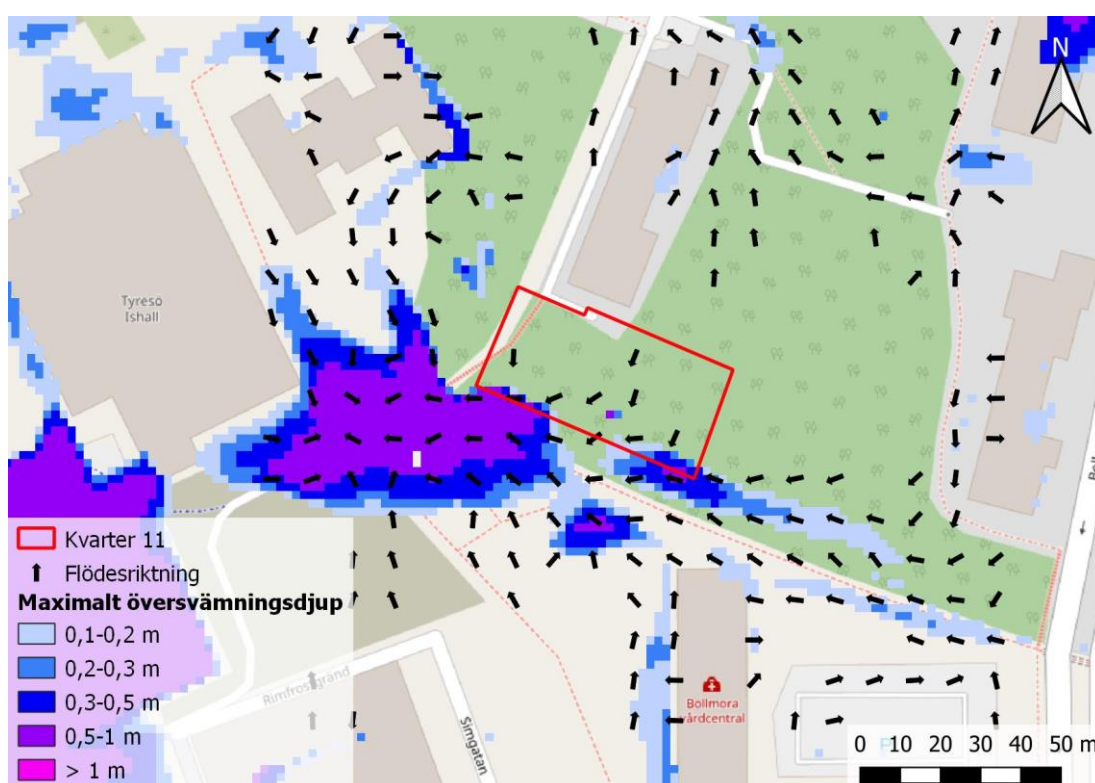
<sup>5</sup> Svenskt Vatten, 2016, Publikation P110



utformas så att de avleder vatten även vid skyfall. Dagvattnet bör ledas ut från gårdsytan och bort från byggnaden i samtliga riktningar. Bräddning ska ske till omgivande naturmark och lokalgata i söder.

### 3.3.1 Skyfallskartering

Det är viktigt att genom höjdsättning vid nybyggnation säkerställa att vatten inte riskerar att rinna in i byggnaden eller garaget och inte heller kan bli stående mot byggnaden på ett sådant sätt att byggnaden kan ta skada. Tyresö kommuns skyfallskartering (Figur 5) visar att vattensamlingar med ett vattendjup på uppemot 0,5–1 m kan bli stående längs med befintlig gångväg på södra sidan om kvarter 11 så som höjdsättningen ser ut idag. För att avgöra vilken höjdsättning som är lämplig inom kvarter 11 behöver hänsyn tas till planerad höjdsättning på Gröna gatan (som ska ersätta befintlig gångväg). Enligt uppgifter från SWMS arkitektur har framtida höjdsättning av Gröna gatan tagits hänsyn till vid höjdsättningen av planerad byggnation inom kvarter 11.



Figur 5. Flödesriktning samt maximalt översvämningsdjup vid ett 100-årsregn med klimatkraft 1,3 i och omkring kvarter 11. Skyfallslager erhållna från Geodataenheten på Tyresö kommun.

## 4 Dagvattenhantering i framtiden

Dagvattenhantering och beräkning av magasinsvolym har utförts enligt riktlinjerna för norra Tyresö centrum (se avsnitt 1.2).

### 4.1 Beräkning av magasinsvolym

Magasinsvolym har beräknats på följande två sätt:

1. Fördröjning av 10 mm nederbörd från takytor och 33 mm från gårdsytor (avsnitt 4.1.1)
2. Fördröjning för att inte öka dagvattenavrinningens högsta intensitet efter exploatering (avsnitt 4.1.2)

#### 4.1.1 Fördröjning av 10 mm nederbörd på tak & 33 mm på gårdsyta

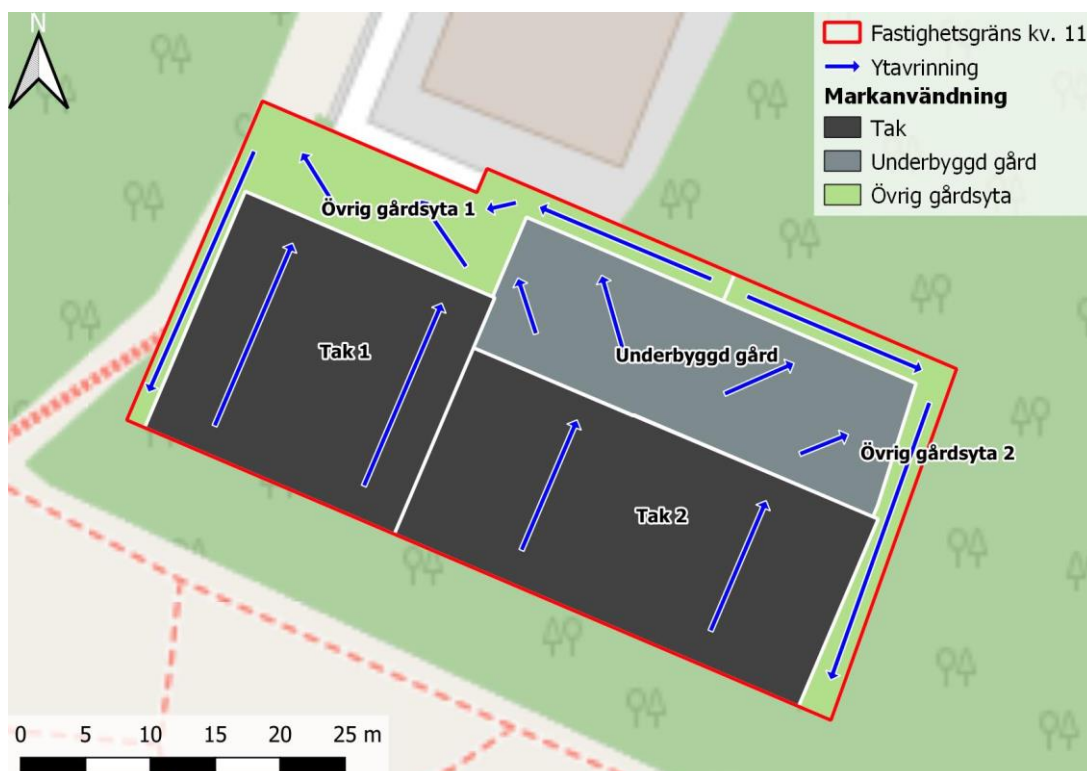
Enligt riktlinjer för dagvattenhantering i Norra Tyresö Centrum<sup>6</sup> ska 33 mm omhändertas för gårdsytor och 10 mm för takytor. Vid fördröjning enligt detta blir den erforderliga fördröjningsvolymen för kvarter 11 totalt 32 m<sup>3</sup>.

**Tabell 4. Erforderliga fördröjningsvolymen för kvarter 11**

Yta	Area [m <sup>2</sup> ]	Regndjup [mm]	Fördröjningsvolym [m <sup>3</sup> ]
Takyta	950	10	9,4
Gårdsyta	690	33	23
<b>Totalt</b>	<b>1 630</b>	<b>20*</b>	<b>32</b>

\* Fördröjningsvolym ÷ area

Utifrån hur ytavrinningen antas se ut kan ytorna delats upp i 5 olika delar (Figur 6).



Figur 6. Ytor inom kv. 11 fördelade utifrån ytavrinning. Bakgrundskarta: OpenStreetMap

Fördröjningsbehovet för de uppdelade ytorna varierar mellan 3–12 m<sup>3</sup> (Tabell 5).

**Tabell 5. Fördröjningsbehov per yta inom kvarter 11**

Yta	Area [m <sup>2</sup> ]	Regndjup [mm]	Fördröjningsvolym [m <sup>3</sup> ]
Tak 1	415	10	4,2
Tak 2	530	10	5,3
Underbyggd gård	350	33	12
Övrig gårdsyta 1	230	33	7,6
Övrig gårdsyta 2	100	33	3,3
<b>Totalt</b>	<b>1 620</b>	<b>20*</b>	<b>32</b>

\* Fördröjningsvolym ÷ area

<sup>6</sup> WSP, 2015, Norra Tyresö centrum, Dagvatten och VA.

Om den totala fördröjningsvolymen fördelas jämnt över hela fastigheten innebär det att 20 mm nederbörd kan fördröjas, enligt Ekvation 2.

**Ekvation 2:** 
$$\text{Fördröjning [mm]} = \frac{\text{Fördröjningsvolym [m}^3\text{]}}{\text{Area [m}^2\text{]}} \times \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}}$$

Med en fördröjning av 20 mm regn omhändertas ca 90 % av den totala årsnederbörden (Bilaga 1, Figur A). Flödestoppen förskjuts ca 25 minuter och intensiteten minskar från 228 till 104 l/s, ha för ett 10-årsregn utan klimatfaktor (Bilaga 1, Figur B och C). För ett 20-årsregn utan klimatfaktor är förskjutningen 14 minuter medan intensiteten minskar från 287 till 169 l/s, ha.

#### 4.1.2 Ingen ökning av dagvattenavrinningens högsta intensitet

Enligt riktlinjer för dagvattenhantering i Norra Tyresö Centrum<sup>7</sup> ska dagvattenavrinningens högsta intensitet med hänsyn till klimatförändringarna inte vara större efter exploatering än innan exploatering. Vid fördröjning enligt detta blir erforderlig volym att uppnå istället ca 30 m<sup>3</sup> vid fördröjning av ett 10-årsregn och 40 m<sup>3</sup> vid fördröjning av ett 20-årsregn (Tabell 6). Magasinsvolymerna har beräknats med rationella metoden (Dahlström 2010) enligt Svenskt Vatten P110<sup>8</sup>.

**Tabell 6. Erforderliga magasinvolymerna med utgångspunkt i att avrinningen från fastigheten ej får öka**

Återkomsttid och kf enligt	Återkomsttid [år]	Klimatfaktor (kf) [-]	Max utflöde [l/s] *	Fördröjningsvolym [m <sup>3</sup> ]
Svenskt vatten (P110)	10	1,25	3,7	30
Tyresö kommun	20	1,3	4,7	39

\*Flöde före exploatering utan klimatfaktor. Multipliceras med faktor 0,67 för att ta hänsyn till att full kapacitet inte uppnås under hela tappfasen (vilket gäller vid tappning via rör eller överfall).

Om den totala fördröjningsvolymen (Tabell 6) slås ut jämnt över hela fastigheten innebär det en fördröjning av 18 mm (10-årsregn) eller 24 mm (20-årsregn) enligt Ekvation 2.

#### 4.1.3 Sammanfattning av magasinbehovet

Magasinbehovet är 30 m<sup>3</sup>, 32 m<sup>3</sup> eller 39 m<sup>3</sup> beroende på vilken av riktlinjerna som anses styrande (millimeterfördröjning i avsnitt 4.1.1 eller fördröjning för att inte öka dagvattenavrinningens högsta intensitet i avsnitt 4.1.2) samt vilken återkomsttid och klimatfaktor som används i beräkningarna. Enligt uppgifter från Tyresö kommun ska en återkomsttid på 20 år och klimatfaktor 1,3 användas vid beräkningar av flöden och magasinbehov. Enligt branschpraxis ska VA-huvudmannen i förbindelsepunkten från fastigheten kunna avleda ett dimensionerande flödet enligt tabell 2.1 i Svenskt Vattens publikation P110<sup>8</sup>, vilket innebär ett regn med en återkomsttid på 10 år och klimatfaktor 1,25 för centrum- och affärsområden (se avsnitt 3). Det finns dock inget stöd i PBL (plan- och bygglagen) att ställa krav på fördröjning inom kvartersmark. Kommunen måste dock kunna visa att detaljplanen inte riskerar att leda till att miljö kvalitetsnormerna i recipienten inte kan nås, och det finns därför behov av att fördröja vatten för att kunna åstadkomma lokal rening.

Vid magasinering av 32 m<sup>3</sup> fördröjs 20 mm regn (se avsnitt 4.1.1) vilket innebär att ca 91 % av den totala årsnederbörden omhändertas (Bilaga 1, Figur A). Motsvarande siffror vid 30 m<sup>3</sup> och 39 m<sup>3</sup> magasinering är 18 respektive 24 mm fördröjning (se avsnitt 4.1.2) samt omhändertagande av 90 respektive 94 % av den totala årsnederbörden (Bilaga 1, Figur A).

<sup>7</sup> WSP, 2015, Norra Tyresö centrum, Dagvatten och VA.

<sup>8</sup> Svenskt Vatten, 2016, Publikation P110

Detta innebär att ca 90 % av den totala årsnederbörden kommer hinna genomgå rening med LOD för samtliga alla tre fall.

Inom kvarter 11 finns det behov av långtgående rening (se avsnitt 5.1). Av denna anledning anses det eftersträvansvärt att uppnå en magasinering på 39 m<sup>3</sup>. Det går att kombinera LOD-åtgärderna presenterade i denna dagvattenutredning för att fördröja 39 m<sup>3</sup> (se avsnitt 4.3), men om AB Borätt anser att det är praktiskt svårt att uppnå denna volym kan en diskussion med kommunen vara aktuell.

## 4.2 Förslag på dagvattenhantering

### 4.2.1 Gröna tak

Gröna/vegetationsklädda (Figur 7) tak kan användas för att fördröja och reducera mängden dagvatten utan att ta någon extra yta i anspråk.



Figur 7. Exempel på tunna (till vänster) och tjocka (till höger) gröna tak. Bildkälla WRS

Magasinsvolymen som kan uppnås i gröna tak är bland annat beroende av hur stor del av den totala takytan som anläggs med gröna tak och av om taken utformas som extensiva (tunna, t.ex. sedum) eller intensiva/semi-intensiva tak (tjockare substrat). I riktlinjerna för Norra Tyresö Centrum föreslås att alla ”takytor utförs som vegetationsklädda tak med en minsta tjocklek på 100 mm”. För kvarter 11 är det ej aktuellt att anlägga hela takytan som gröna tak, då en del av takytorna ska upptas av solceller. Däremot har WRS fått uppgifter om att ca hälften bostadshusets takyta samt cykeltaken kan komma att anläggas som gröna tak. Magasinsvolymen i gröna tak kan beräknas med Ekvation 3.

**Ekvation 3:**  $Magasinsvolym [m^3] = Area [m^2] \times Tjocklek [m] \times porositet [-]$

Om de gröna taken anläggs med en tjocklek på 100 mm och porositet 0,3 m så varierar magasinskapaciteten mellan 3–14 m<sup>3</sup> om andelen grönt tak varierar mellan 10–50 % av den totala takytan (Tabell 7). Magasinsbehovet för taken uppgår till 9 m<sup>3</sup> (Tabell 4).

Magasinsvolymen som ej uppnås i gröna tak magasineras i marknivå.

**Tabell 7. Magasinsvolym som kan uppnås i gröna tak med tjocklek 100 mm och porositet 0,3 utifrån vilken andel av den totala takytan som anläggs som grönt tak**

Grönt tak (andel av total takyta) [%]	Takyta grönt tak [m <sup>2</sup> ]	Magasinskapacitet [m <sup>3</sup> ]
10	95	2,9
20	190	5,7
30	285	8,6
40	380	11
50	475	14

Oavsett om det anläggs gröna tak eller inte föreslås stuprör förses med utkastare till grönytor (Figur 8) om de ej leds direkt till annan LOD-anläggning (t.ex. luftigt bärlager på bjälklag, se avsnitt 4.2.2, eller växtbäddar, se avsnitt 4.2.3). Enligt Svenskt Vatten<sup>9</sup> bör marken luta ut från husgrunden med 5 % lutning de första 3 metrarna för att sedan vara mellan 1–2 %. Att leda dagvatten till grönytor och planteringar minskar behovet av bevattning, vilket är i linje med Tyresö kommuns riktlinjer för dagvattenhantering.



*Figur 8. Exempel på takvatten som avleds via utkastare och rännal till mindre gräsmatta vidare mot lågområde/svackdike. Notera att marken sluttar bort från husen. Foto: WRS*

#### **4.2.2 Bjälklagsgård med luftigt bärlager**

Det antas att gårdsytan ovan bjälklaget byggs upp med luftigt bärlager som kan fungera som makadammagasin. En antagen tjocklek på det tillgängliga luftiga bärlagret är 400 mm. Detta skulle medföra en tillgänglig magasinvolym på 43 m<sup>3</sup> om den dränerbara porositeten är 30 % (Ekvation 4), förutsatt att vattnet kan ledas ner i tillgänglig porvolym tillräckligt snabbt vid stora nederbördstillfällen. Av hela gårdsytans totala area är det ca 360 m<sup>2</sup> som planeras underbyggas av bjälklag (Figur 4).

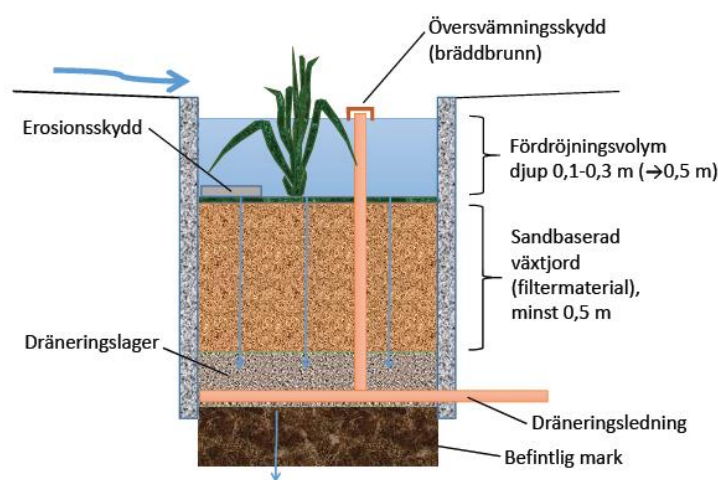
**Ekvation 4:**  $Magasinsvolym [m^3] = Area [m^2] \times Tjocklek[m] \times porositet[-]$

<sup>9</sup> Svenskt vatten, 2011, Publikation P105, kapitel 9.3.2

Beräkningen ovan visar att om bjälklaget utformas med ett 400 mm luftigt bärlager för fördröjning och rening av dagvatten så kan det utan problem fördröjas mer än magasinsbehovet. Beroende på vilka ytor som leds till bjälklaget, vilka andra LOD-åtgärder som väljs och vilka magasinsvolymen som kan uppnås i andra LOD-åtgärder kan därmed tjockleken på bjälklaget minskas ner om så önskas.

#### 4.2.3 Planteringar med upphöjda/nedsänkta växtbäddar

Upphöjda eller nedsänkta växtbäddar kan anläggas för rening och fördröjning av dagvattnet. Denna lösning kan utformas och dimensioneras på flertalet olika vis beroende av hur stor volym som ska vara möjligt att omhänderta. Fördröjningsvolymen uppstår främst genom att ha ett djup upptill med en öppen luftvolym utan växtjord (Figur 9). Fördröjning kan även ske i växtjorden, men denna volym är beroende av infiltrationshastighet och hinner inte utnyttjas vid regn med längre återkomsttider.



Figur 9. Principutformning växtbäddar för omhändertagande av dagvatten. Illustration: WRS efter förlaga av Gilbert Svensson

Om växtbäddarna utformas med 150 mm djup på det ytliga magasinet (Figur 9) krävs ca 7 m<sup>2</sup> växtbäddar för att omhänderta 1 m<sup>3</sup> dagvatten enligt Ekvation 5.

**Ekvation 5:** 
$$Ytbehov\ växtbäddar\ [m^2] = \frac{Fördröjningsvolym\ [m^3]}{Fördröjningsvolymsdjup\ [m]}$$

Ytbehovet av växtbäddar för att uppnå fördröjningsvolymen per yta (se Figur 6) har beräknats med Ekvation 5. Om hela magasinsbehovet inom kvarteret ska uppnås i växtbäddar krävs ca 210 m<sup>2</sup> växtbäddar om djupet på det ytliga magasinet är 0,15 m (Tabell 8). Beräknad fördröjningsvolym som kan omhändertas i växtbäddarna kan justeras genom att variera den ytliga fördröjningsvolymen samt den ytmässiga utbredningen

**Tabell 8. Ytbehovet av växtbäddar som krävs för att omhänderta dagvattnet från olika ytor om det ytliga magasinet har djup 0,15 m**

Yta	Fördröjningsvolymbehov [m <sup>3</sup> ]	Ytbehov växtbäddar [m <sup>2</sup> ]
Tak 1	4,2	28
Tak 2	5,3	35
Underbyggd gård	12	77
Övrig gårdsyta 1	7,6	51
Övrig gårdsyta 2	3,3	22
<b>Totalt</b>	<b>32</b>	<b>210</b>

#### 4.2.4 Makadammagasin

Gårdsytan öster om bostadshuset sluttar ner mot den nya lokalgatan (Gröna gatan) i söder. Denna yta kallas ”övrig gårdsmark 1” i Figur 6. Ytan som avvattnas utåt är ca 100 m<sup>2</sup> och erforderlig volym är 3,3 m<sup>3</sup> (Tabell 5). För att magasinera denna volym skulle ett makadammagasin med 1 meters djup och en dränerbar porositet på 0,3 kräva ett ytbehov av 11 m<sup>2</sup>. Eftersom jordarten inom fastigheten tros utgöras av urberg behöver magasinet utformas så att avtappning mellan regntillfällena kan ske till det kommunala dagvattennätet.

En annan möjlig lösning för denna yta är att anlägga de planerade planteringsytorna som växtbäddar. Om planteringsytorna anläggs som växtbäddar med ett djup på 0,15 m på det ytliga magasinet krävs 22 m<sup>2</sup> växtbäddar för att uppnå hela magasinets behovet (Tabell 8).

Om det är praktiskt svårt att anlägga fördröjningsåtgärder för denna yta kommer avvattning ske direkt ut i lokalgatan och kompensationsutjämning behöver uppnås inom fastigheten.

### 4.3 Resonemang kring föreslagna LOD-lösningar

För att uppnå magasinets behovet krävs en magasinetsvolym om 30–39 m<sup>3</sup> (se avsnitt 4.1.3). LOD-anläggningar föreslagna i denna dagvattenutredning kan omhänderta uppemot 92 m<sup>3</sup> dagvatten (Tabell 9). Alltså går det att uppnå kommunens riktlinjer genom att kombinera LOD-anläggningarna på olika sätt. Ur reningssynpunkt (se avsnitt 5.1) rekommenderas det att en magasinetsvolym på runt 39 m<sup>3</sup> eftersträvas.

**Tabell 9. Magasinsvolym som kan uppnås i föreslagna LOD-anläggningar inkl. ytbehov och anmärkningar om dimensionering**

LOD-anläggning	Magasinsvolym [m <sup>3</sup> ]	A [m <sup>2</sup> ]	Anmärkning dimensionering
Gröna tak	2,9-14	95-475	10-50 % av taken anläggs som gröna tak med en tjocklek på 100 mm och porositet på 0,3
Luftigt bärlager	43	355	Hela bjälklagsgården anläggs med ett 400 mm tjockt bärlager med porositet på 0,3
Växtbäddar	32	210	Djup på ytligt magasin: 0,15 m
Makadammagasin	3,3	11	Djup 1 m, porositet 0,3
<b>Summa</b>	<b>81-92</b>	<b>670-1 000</b>	

Magasinsvolymerna för LOD-anläggningarna (Tabell 9) förutsätter att anläggningarna dimensioneras enligt anvisningar i denna rapport. Se avsnitt 4.2.1 till 4.2.4 för detaljer om anläggningarna och dimensionering.

## 5 Beräknade närsalt- och föroreningsmängder

Förorenings- och närsaltmängder i dagvattnet som alstras inom området har beräknats med schablonvärden<sup>10</sup> och en korrigerad årlig nederbörd på 592 mm vid SMHI:s mätstation på Stockholm<sup>11</sup>. Utvalda ämnen för beräkningarna är fosfor, kväve, de vanligaste tungmetallerna, partiklar (eng. suspended solids, förkortat SS), olja och PAH 16.

Schablonhalter för ytorna samt avskiljningsgrader för rening i makadamfyllning och biobäddar har hämtats från StormTac ver. 2017–01, se Tabell 10 och Tabell 11. Det bör noteras att nedan redovisade mängder av föroreningar ska ses som ungefärliga då precisionen i schablonvärdena är bristfällig.

<sup>10</sup> www.stormtac.se, databas 2017-01-22

<sup>11</sup> SMHI, 2003. Nr 111, Korrektion av nederbörd enligt enkel klimatologisk metodik.

**Tabell 10. Möjlig avskiljningsgrad i procent**

Ämne	Rening [%]
P	35–60
N	40–45
Pb	75–80
Cu	65–70
Zn	70–85
Cd	60–85
Cr	55–70
Ni	55–75
Hg	40–80
SS	80
Olja	70–75
PAH16	55–85

## 5.1 Närsalt- och föroreningsmängder

Närsalt- och föroreningstransporten från kvarter 11 redovisas i Tabell 11. Beräkningarna har utförts för situationen före respektive efter planerad exploatering, både med och utan föreslagen rening. Beräkningarna visar att närsalt- och föroreningsmängderna i utgående dagvatten från fastigheten ökar för majoriteten av de beräknade ämnena. Fullständiga beräkningar för förorenings- och närsaltmängder efter exploatering redovisas i Bilaga 2–4.

**Tabell 11. Årlig belastning från kvarter 11 före planerad exploatering samt efter planerad exploatering utan och med rening. Förhöjda värden efter exploatering med planerad rening jämfört med före exploatering markeras med fetstil**

Ämne	Enhet	Årlig belastning före exploatering	Årlig belastning efter	Årlig belastning efter
			exploatering utan rening	exploatering med rening
P	kg/år	0,01	0,07	<b>0,02–0,04</b>
N	kg/år	0,2	1,5	<b>0,68–0,75</b>
Pb	g/år	0,5	2,2	0,37–0,46
Cu	g/år	1	7	<b>1,8–2,1</b>
Zn	g/år	2	22	<b>2,8–5,5</b>
Cd	g/år	0,03	0,5	<b>0,07–0,18</b>
Cr	g/år	0,03	3	<b>0,8–1,2</b>
Ni	g/år	0,06	3	<b>0,7–1,2</b>
Hg	g/år	0	0,01	<b>0,002–0,005</b>
SS	kg/år	10	21	3,7
Olja	kg/år	0,02	0,05	0,01
PAH 16	g/år	0	0,36	<b>0,05–0,14</b>

Tabell 11 visar på att tillräcklig rening för att ej bidra med en ökad belastning av föroreningar inte går att uppnå inom kvarter 11 jämfört med situationen innan exploatering. Detta då marken idag är naturmark med låga föroreningsmängder. Det bör även observeras att ingen hänsyn har tagits till eventuell seriekopplad rening, t.ex. om rening sker både i grönt tak och sedan i växtbädd, eller den renings som sker i Kolardammarna innan dagvattnet når recipient.

En reflektion som bör göras är att schablonhalterna som använts för att beräkna närsalt- och föroreningsbelastning före exploatering har baserats på arealläckage från ”Skogsmark” i



StormTac. Används schablonvärdena för arealläckage för ”atmosfärisk deposition” istället ligger jämförelsevärdet högre för alla ämnen utom suspenderat material och olja (Tabell 12).

**Tabell 12. Utgående mängder från kvarter 11 jämfört med atmosfärisk deposition**

		Årlig belastning före exploatering ”Skogsmark”	Årlig belastning före exploatering ”Atmosfärisk deposition”
<b>P</b>	kg/år	0,01	0,04
<b>N</b>	kg/år	0,22	1,99
<b>Pb</b>	g/år	0,50	1,55
<b>Cu</b>	g/år	1,21	2,54
<b>Zn</b>	g/år	2,21	9,38
<b>Cd</b>	g/år	0,03	0,10
<b>Cr</b>	g/år	0,03	0,46
<b>Ni</b>	g/år	0,06	0,66
<b>Hg</b>	g/år	0,00	0,02
<b>SS</b>	kg/år	9,94	0,00
<b>Olja</b>	kg/år	0,02	0,00
<b>PAH16</b>	g/år	0,00	0,08

Även då fastläggning av föroreningar som deponeras via nederbörd sker i naturmark, visar detta att det finns anledning att ifrågasätta säkerheten i indata för beräkningar av närsalt- och föroreningsmängderna för situationen före nyexploatering. Andra indata skulle kunna resultera i både en mindre och en högre belastning av närsalt- och föroreningsämnen än vad som redovisas i Tabell 11.

## 6 Slutsats och diskussion

Riktlinjerna för dagvattenhantering inom Norra Tyresö Centrum uppfylls om magasinering och rening kan ske enligt föreslagen lösning i avsnitt 4 vilket innebär att:

- Föreslagna lösningar kan kombineras för att utforma optimal rening och uppnå den erforderliga magasinensvolymen om ca 39 m<sup>3</sup>.

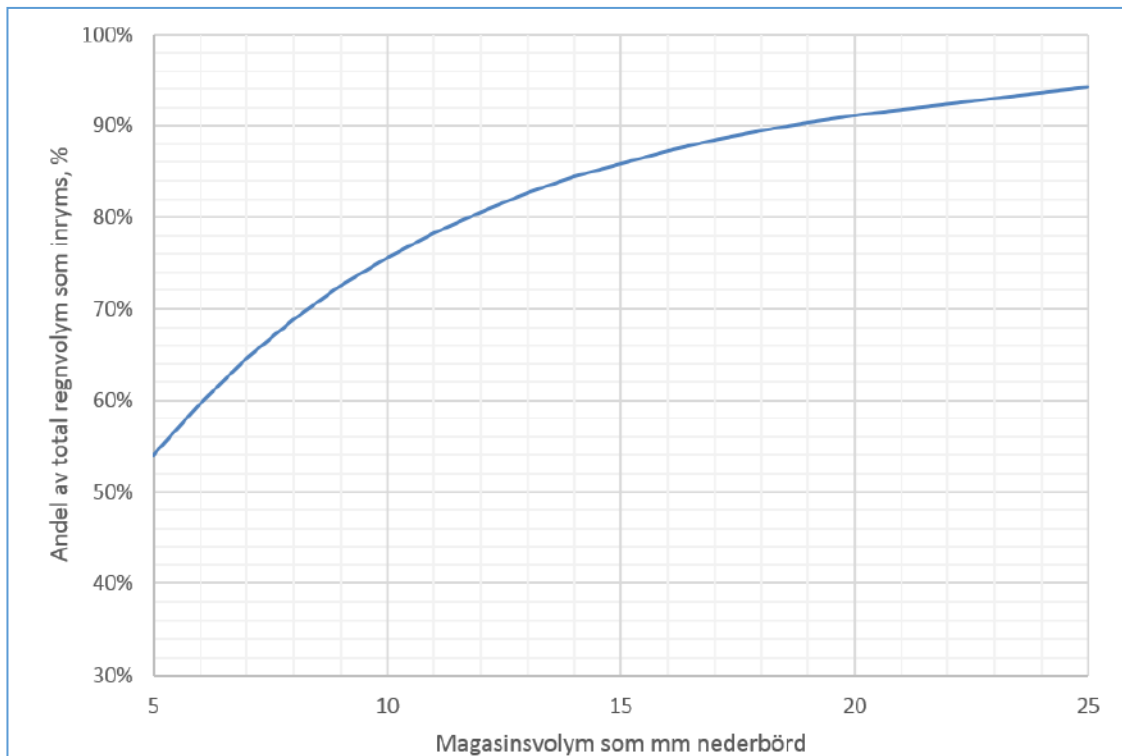
I och med exploateringen beräknas en ökning ske av majoriteten av närsalt- och föroreningsämnen. Tillräcklig rening för att ej bidra med en ökad belastning av föroreningar går ej att uppnå inom kvarter 11 jämfört med situationen innan exploatering, eftersom marken idag är naturmark.

- Det bör noteras att de beräknade resultatvärdena för närsalt- och föroreningstransporten är översiktliga och precisionen på indata är bristfällig.
- Det bedöms dock att reningsåtgärderna inom fastigheten uppfyller ett rimlighetsmått där möjliga åtgärder för att rena utgående dagvatten sätts in.
- Det ska observeras att ingen hänsyn har tagits till eventuell seriekopplad rening, t.ex. om rening sker både i grönt tak och sedan i växtbädd.
- De något förhöjda beräknade värdena kan även reduceras i Kolardammarna.

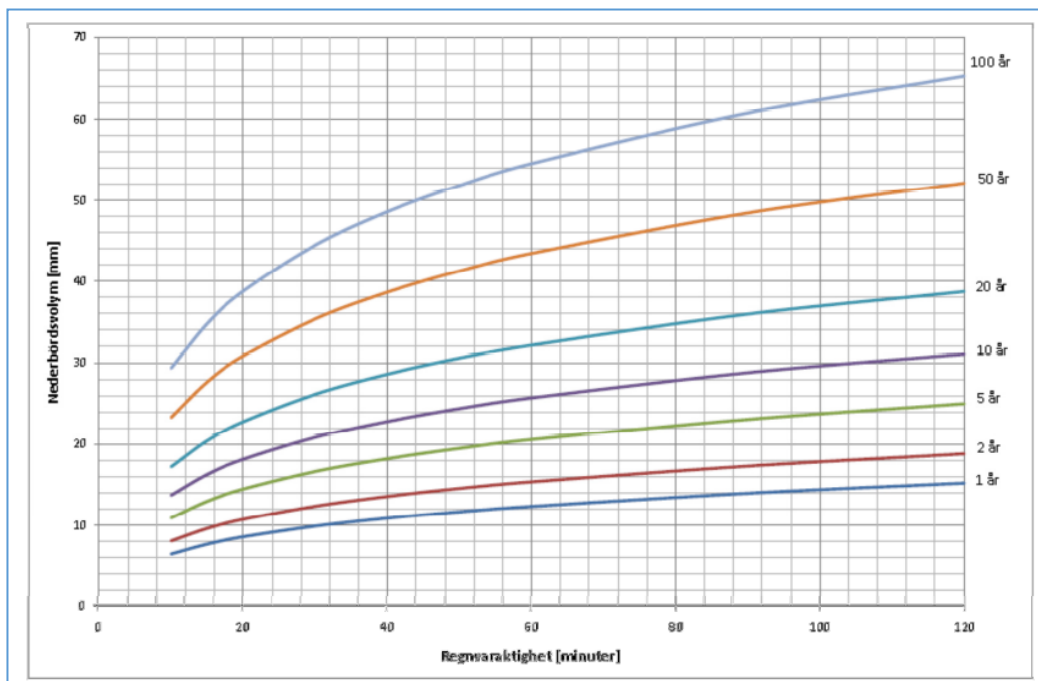
Viktigt för utformningen:

- Gårdsytan ska utformas så att vattnet kan utnyttjas av den växtlighet som finns på gården.
- Det är viktigt att anpassa dagvattensystemet så att bräddningsmöjligheter till det kommunala ledningsnätet finns.

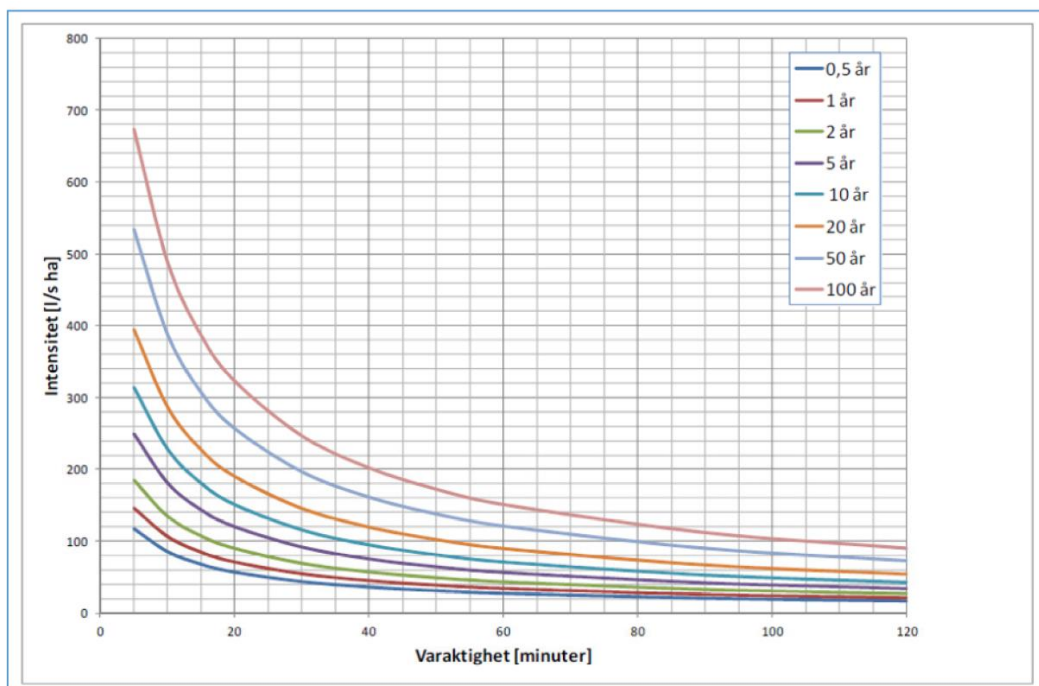
## Bilaga 1: Nederbörds- och magasinsvolymer



Figur A. Andel av total årsvolym regn som inryms i magasinsvolymer med angivet värde på x-axeln. Regndata från Stockholm 1984-2014. Regndefinition: uppehållstid 12 timmar, vilket innebär att magasinet behöver tömmas på 12 timmar



Figur B. Nederbördsvolym som funktion av varaktighet och återkomsttid enligt Dahlström 2010



Figur C. Intensitets-varaktighetskurvor för olika återkomsttider enligt Dahlström (2010)

## Bilaga 2: Schablonhalter från StormTac ver. 2016-08 samt arealläckage

Tabell 1: Schablonhalter från StormTac version 2016-08.

	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>Pb</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Ni</b>	<b>Hg</b>	<b>SS</b>	<b>Olja</b>	<b>PAH 16</b>
	Fosfor	Kväve	Bly	Koppar	Zink	Kadmium	Krom	Nickel	Kvicksilver	Susp. mtrl		
	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l
Takyta	0,09	1,8	2,6	7,5	28	0,80	4,00	4,50	0,01	25	0	0
Gårdsyta inom kvarter	0,10	1,9	3,7	16	29	0,23	3,70	2,30	0,04	41	0,4	0,6
Skogsmark	0,07	2,0	4,5	11	20	0,25	0,30	0,50	0,01	90	0,2	0
Atmosfärisk deposition	0,032	1,8	1,4	2,3	8,5	0,090	0,420	0,600	0,017	0	0	0,07
Parkmark	0,12	12	6,0	15	25	0,30	3,0	2,0	0,020	49	0,2	0

Tabell 2: Arealläckage omräknade från schablonhalter från StormTac version 2016-08.

	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>Pb</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Ni</b>	<b>Hg</b>	<b>SS</b>	<b>Olja</b>	<b>PAH 16</b>
	Fosfor	Kväve	Bly	Koppar	Zink	Kadmium	Krom	Nickel	Kvicksilver	Susp. mtrl		
	kg/ha*år	kg/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	kg/ha*år	kg/ha*år	g/ha*år
Takyta	0,48	9,59	13,85	39,96	149,18	4,26	21,31	23,98	0,03	133,20	0,00	2,34
Gårdsyta inom kvarter	0,24	4,42	8,76	37,89	68,67	0,54	8,76	5,45	0,09	96,78	0,85	1,44
Skogsmark	0,04	1,15	2,66	6,51	11,84	0,15	0,18	0,30	0,00	53,28	0,09	0,00
Atmosfärisk deposition	0,19	10,66	8,29	13,62	50,32	0,53	2,49	3,55	0,10	0,00	0,00	0,41
Parkmark	0,07	7,1	3,6	8,9	14,8	0,2	1,8	1,2	0,0	29,0	0,1	0,0

## Bilaga 3: Närsalt- och föroreningsberäkningar för kvarter 11

Tabell 1: Närsalt- och föroreningsmängder från kvarter 11 före omexploatering.

Yta	Area m <sup>2</sup>	Area ha	P kg/år	N kg/år	Pb g/år	Cu g/år	Zn g/år	Cd g/år	Cr g/år	Ni g/år	Hg g/år	SS kg/år	oil kg/år	PAH16 g/år
Skogsmark	1865	0,1865	0,01	0,22	0,50	1,21	2,21	0,03	0,03	0,06	0,00	9,94	0,02	0,00
<b>Totalt</b>	<b>1 865</b>	<b>0,1865</b>	<b>0,01</b>	<b>0,22</b>	<b>0,50</b>	<b>1,21</b>	<b>2,21</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,06</b>	<b>0,00</b>	<b>9,94</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>

Tabell 2: Närsalt- och föroreningsmängder från kvarter 11 efter omexploatering utan rening.

Yta	Area m <sup>2</sup>	Area ha	P kg/år	N kg/år	Pb g/år	Cu g/år	Zn g/år	Cd g/år	Cr g/år	Ni g/år	Hg g/år	SS kg/år	oil kg/år	PAH16 g/år
<b>Inåt</b>														
Takyta	915	0,092	0,05	0,93	1,34	3,86	14,40	0,41	2,06	2,31	0,00	12,85	0,00	0,23
Gårdsyta bjälklag	490	0,05	0,01	0,22	0,43	1,86	3,36	0,03	0,43	0,27	0,00	4,74	0,04	0,07
Gårdsyta utan bjälklag	70	0,007	0,00	0,02	0,05	0,21	0,38	0,00	0,05	0,03	0,00	0,53	0,00	0,01
<b>Utåt</b>														
Parkmark	110	0,011	0,00	0,08	0,04	0,10	0,16	0,00	0,02	0,01	0,00	0,32	0,00	0,00
Takyta, balkong, terrass	225	0,023	0,01	0,23	0,33	0,94	3,51	0,10	0,50	0,56	0,00	3,13	0,00	0,06
Hårdgjord yta	55	0,006	0,00	0,00	0,01	0,04	0,07	0,00	0,01	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00
<b>Totalt</b>	<b>1865</b>	<b>0,19</b>	<b>0,07</b>	<b>1,47</b>	<b>2,19</b>	<b>7,00</b>	<b>21,88</b>	<b>0,54</b>	<b>3,06</b>	<b>3,19</b>	<b>0,01</b>	<b>21,67</b>	<b>0,05</b>	<b>0,36</b>

## Bilaga 4: Rening av närsalt- och föroreningsmängder kvarter 11

Tabell 1: Närsalt- och föroreningsmängder efter rening från kvarter 11 efter omexploatering och rening i bärlager. Endast rening av avvattning som sker inåt.

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH 16
	Fosfor	Kväve	Bly	Koppar	Zink	Kadmium	Krom	Nickel	Kvicksilver	Susp. mtrl		
<b>Belastning från tak</b>												
<b>Yta 965 m<sup>2</sup></b>												
<b>Mot gårdsyta för infiltration</b>												
Arealläckage (vanlig takyta)	0,48	9,59	13,85	39,96	149,18	4,26	21,31	23,98	0,03	133,20	0,00	2,34
	kg/ha*år	kg/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	kg/ha*år	kg/ha*år	g/ha*år
Läckage	0,05	0,93	1,34	3,86	14,40	0,41	2,06	2,31	0,00	12,85	0,00	0,23
	kg	kg	G	g	g	g	g	g	g	kg	kg	g
<b>Belastning från gårdsyta</b>												
<b>Yta 545 m<sup>2</sup></b>												
<b>Mot gårdsyta för infiltration</b>												
Arealläckage (vanlig takyta)	0,24	4,42	8,76	37,89	68,67	0,54	8,76	5,45	0,09	96,78	0,85	1,44
	kg/ha*år	kg/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	kg/ha*år	kg/ha*år	g/ha*år
Läckage	0,01	0,24	0,48	2,06	3,74	0,03	0,48	0,30	0,01	5,27	0,05	0,08
	kg	kg	G	g	g	g	g	g	g	kg	kg	g
<b>Belastning från gräs sydost</b>												
<b>Yta 110 m<sup>2</sup></b>												
Arealläckage (vanlig takyta)	0,07	7,10	3,55	8,88	14,80	0,18	1,78	1,18	0,01	29,01	0,12	0,00
	kg/ha*år	kg/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	kg/ha*år	kg/ha*år	g/ha*år
Läckage	0,00	0,08	0,04	0,10	0,16	0,00	0,02	0,01	0,00	0,32	0,00	0,00
	kg	kg	g	g	g	g	g	g	g	kg	kg	g
<b>Avskiljning i bjälklag</b>												
		N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH 16

	P											
Inkommande mängd	0,06	1,24	1,85	6,02	18,30	0,44	2,55	2,62	0,01	18,45	0,05	0,30
Andel by-pass 0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Reduktion i anläggning (%)	35-60	40-45	75-80	65-70	70-85	60-85	55-70	55-75	40-80	80	70-75	55-85
Reducerad mängd	0,02-0,04	0,5-0,6	1,4-1,5	3,9-4,2	13-16	0,3-0,4	1,4-1,8	1,4-2	0,003-0,006	14,76	0,03-0,04	0,17-0,26
Nettoreduktion i anläggning (%)	35-60	40-45	75-80	65-70	70-85	60-85	55-70	55-75	40-80	80	70-75	55-85
Mängd ut (kg/g)	0,02-0,04	0,68-0,75	0,37-0,46	1,8-2,1	2,8-5,5	0,07-0,18	0,8-1,2	0,7-1,2	0,002-0,005	3,7	0,01	0,05-0,14
	kg	kg	g	g	g	g	g	g	g	kg	kg	g

<b>Belastning från tak</b>	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH 16
<b>Yta 235 m<sup>2</sup></b>												
<b>Ingen fördröjning/rening</b>												
Arealläckage (vanlig takyta)	0,48	9,59	13,85	39,96	149,18	4,26	21,31	23,98	0,03	133,20	0,00	2,34
	kg/ha*år	kg/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	kg/ha*år	kg/ha*år	g/ha*år
Läckage	0,01	0,23	0,33	0,94	3,51	0,10	0,50	0,56	0,00	3,13	0,00	0,06
	kg	kg	g	g	g	g	g	g	g	kg	kg	g

<b>Belastning från förgårdsmark</b>	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH 16
<b>Yta 10 m<sup>2</sup></b>												
<b>Ingen fördröjning/rening</b>												
Arealläckage (vanlig takyta)	0,24	4,42	8,76	37,89	68,67	0,54	8,76	5,45	0,09	96,78	0,85	1,44
	kg/ha*år	kg/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	kg/ha*år	kg/ha*år	g/ha*år
Läckage	0,00	0,02	0,05	0,21	0,38	0,00	0,05	0,03	0,00	0,53	0,00	0,01
	kg	kg	g	g	g	g	g	g	g	kg	kg	g

<b>RESULTAT RENING</b>	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	SS
------------------------	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	------	----

Arealläckage (viktat mot total area)	0,02-0,04	0,68-0,75	0,37-0,46	1,8-2,1	2,8-5,5	0,07-0,18	0,8-1,2	0,7-1,2	0,002-0,005	3,7	0,01	0,05-0,14
	kg/år	kg/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	kg/år	kg/år	g/år
Medelhalt ut	0,2-0,3	4,9-5,2	3,8-4,3	15-17	34-49	0,9-1,5	6,8-8,9	6,6-9,4	0,01-0,03	37	0,07-0,08	0,6-1,04
	kg/ha*år	kg/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	g/ha*år	kg/ha*år	kg/ha*år	g/ha*år
	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>Pb</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Ni</b>	<b>Hg</b>	<b>SS</b>	<b>Olja</b>	<b>PAH 16</b>
	0,05-0,07	1,2-1,3	0,9-1,1	3,7-4,0	8-12	0,2-0,4	1,7-2,2	1,6-2,2	0,00	9,1	0,02	0,13-0,25
	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l

Total yta 1865 m<sup>2</sup>

Årsflöde 763 m<sup>3</sup>