

---

# RAPPORT

---

## STOCKHOLM STADS MILJÖFÖRVALTNING

### Underlag till åtgärdsprogram Råcksta Träsk

UPPDRAGSNUMMER 1143788000



2017-03-03

## DAGVATTEN, SJÖAR & VATTENDRAG

UPPDRAGSLEDARE: MALENA BERGE, TOBIAS RENLUND

HANDLÄGGARE: MADELENE AGNARSSON, CAROLINE HANSSON

## Sammanfattning

I Stockholm stad pågår arbetet med att förbättra vattenkvaliteten för att nå god kemisk och ekologisk status i kommunens vattenförekomster. I det pågående arbetet behövs lokala, operativa och kostnadsberäknade åtgärdsprogram för respektive vattenförekomst.

Syftet med att ta fram underlag till lokalt åtgärdsprogram för sjön Råcksta träsk är att undersöka möjligheterna att nå upp i MKN och föreslå åtgärder med målet att uppnå god status med marginal (150 %).

Råcksta träsk är en grund sjö i västerort, i Stockholm och ligger belägen i Grimsta naturreservat. Det beslutades av Vattenmyndigheten Norra Östersjöns vattendistrikt den 21 december 2016 att Råcksta träsk är en vattenförekomst.

En ny bedömning av den nuvarande statusklassningen utfördes enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter HVMFS 2013:19 med uppdateringar från 2015-05-01. Bedömningen är att Råcksta träsk har en otillfredsställande ekologisk status med bottenfauna som utslagsgivande kvalitetsfaktor. Utöver detta uppnår klorofyll, makrofyter, näringsämnen, ljusförhållande, syrgasförhållanden och ammoniak inte god status.

Orsaken till den otillfredsställande ekologiska statusen beror troligen på de höga fosforhalterna samt kvävehalterna i recipienten som påverkar ett flertal övriga kvalitetsfaktorer. Många av åtgärdsförslagen fokuserar därför på att reducera fosfor- och kvävehalterna för att komma tillrätta med problemet.

Recipientens kemiska status har klassats som uppnår ej god med hänsyn till antracen, TBT och PFOS. Orsaken till att TBT-halterna i sediment överskrider beror på en gammal synd, detta går att veta genom att beräkna kvoten av TBT och nedbrytningsprodukterna DBT och MBT. Kvoten dem emellan är mycket låg vilket indikerar att en gammal förorening. Kvikksilver- och PBDE-föroreningarna är luftburna långväga föroreningar och har blivit nationellt undantagna.

För varje överskridande ämne beräknades ett beting för att nå god ekologisk och kemisk status. Då mätvärden och gränsvärden anges i halter (mg/l, g/kg tv, g/ kg vv) och betinget uttrycks i mängd (kg/år) utfördes en beräkning för att omvandla halter till mängder. Skillnaden mellan medelvärden på uppmätta halter i Råcksta träsk och gränsvärdeshalter för god status beräknades för att sedan omvandla detta till ett procentuellt minskningsbehov som behövs för god status.

Minskningsbehovet i procent överfördes sedan till belastningen som tillförs sjön via dagvatten och punktkällor. Inga kvantifierbara punktkällor identifierades utöver internbelastning av fosfor. Belastningen till sjön via dagvatten beräknades utifrån schablonvärden på föroreningshalter och markanvändning i Storm Tac. Betinget för fosfor beräknades till 100 kg/år varav 4 kg kan reduceras i internbelastning och 96 kg/år i dagvatten. För kväve beräknades inget beting då det inte finns några gränsvärden att förhålla sig till.

Betinget för antracen beräknades till 33 % vilket innebär att 1,7 g/år behöver reduceras. För TBT är betinget 7 % vilket motsvarar 0,02 g/år. För PBDE och kvikksilver ska de reduceras med 75 % [0,085 kg/år] respektive 65 % [0,015 kg/år]. Betinget för PFOS i vatten och fisk är 99 % respektive 90 %, ett beting i kg/år kunde dock inte beräknas då belastningen i inkommande vatten inte kunde kvantifieras.

Åtgärder har föreslagits i tillrinningsområdet för att rena dagvatten med hänsyn till fosfor, kväve, antracen och PFOS. För varje åtgärd har avrinningsområde och teknisk utformning anpassats till befintligt ledningsnät, markåtkomst och för att optimera för övriga mervärden. Reningeffekten i kg/år redovisas för respektive ämne, även för kvicksilver och PBDE. Reningseffekten och kostnad för anläggning, drift och underhåll har satts i proportion till varandra i en fristående bilaga (Bilaga 6 – Råcksta träsk – Åtgärder, avskild mängd och kostnader). Hänsyn har tagits till den reducerade reningseffekten vid seriekoppling av åtgärder och har beräknats i en annan fristående bilaga (Bilaga 7- Seriekoppling av åtgärder)

Resultatet visar att trots mycket omfattande åtgärder i tillrinningsområdet med rening i flera steg samt aluminiumfällning i recipienten kan betinget för fosfor ej nås. Det är då rimligt att tro att inte heller klorofyll, makrofyter, bottenfauna, ljusförhållande, syrgasförhållanden och ammoniak som påverkas av de förhöjda fosforhalterna inte heller kommer nå god status. Råcksta träsk bedöms därför inte kunna nå god ekologisk status utifrån de föreslagna åtgärderna.

Varken betinget eller målet att rena upp till 150 % av betinget för fosfor uppnås i Råcksta träsk. Orsaken till detta är platsbrist inom tillrinningsområdet, åtgärder har föreslagits på de platser som har ansetts möjliga med hänsyn till markåtkomst och ledningsnät.

En ytterligare faktor som försvårar att betinget uppnås är att när dagvattenanläggningar seriekopplas så reduceras den avskilda mängden på det renade dagvattnet i nedströms anläggningar. Detta innebär att även om någon ytterligare plats skulle kunna påträffas för en anläggning kommer den avskilda mängden att bli mycket liten då alla anläggningar är seriekopplade.

När samtliga åtgärder anläggs i avrinningsområdet uppnås god status för antracen och målet om att avskilja en mängd som motsvarar 150 % av betinget uppnås. PFOS uppnår däremot inte betinget efter införande av åtgärder i tillrinningsområdet. Råcksta träsk bedöms därför inte kunna nå god kemisk status. Om PFOS undantas skulle det däremot gå att nå god kemisk status i Råcksta träsk.

Målet med åtgärderna är att nå betingen med 150 %, detta för att ta höjd för kommande planers belastning och möjliggöra ny bebyggelse inom tillrinningsområdet. Då målet inte uppnås för fosfor kommer det ställas mycket hårda krav på rening av fosfor i dagvatten på kommande planer. De måste kunna bevisa att man endast försämrar inom samma statusklass samt att man inte äventyrar att god status inte kan nås i framtiden (Länsstyrelsen Stockholm, 2017). Då det inte anses möjligt att nå god ekologisk status innebär detta att det kommer att bli mycket svårt att anlägga ny bebyggelse på naturmark. Om däremot ny bebyggelse anläggs på platser med befintlig bebyggelse finns möjligheter att förbättra läget jämfört med hur det ser ut idag.



## Innehållsförteckning

|          |                                               |           |
|----------|-----------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inledning</b>                              | <b>4</b>  |
| 1.1      | Bakgrund                                      | 4         |
| 1.2      | Syfte                                         | 4         |
| 1.2.1    | Avgränsningar                                 | 4         |
| <b>2</b> | <b>Underlag</b>                               | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>Övergripande metodik</b>                   | <b>5</b>  |
| <b>4</b> | <b>Räcksta träsk</b>                          | <b>7</b>  |
| 4.1      | Växt- och djurliv                             | 7         |
| 4.2      | Inlopp och utlopp                             | 8         |
| 4.3      | Statusklassning enligt VISS                   | 9         |
| 4.4      | Övergripande miljöstatus och miljöproblem     | 10        |
| 4.4.1    | Grundvatten                                   | 10        |
| 4.4.2    | Sediment                                      | 11        |
| 4.5      | Genomförda åtgärder                           | 11        |
| <b>5</b> | <b>Tillrinningsområde och påverkansanalys</b> | <b>13</b> |
| 5.1      | Påverkansanalys av markanvändning             | 14        |
| 5.2      | Befintliga punktkällor och markföroreningar   | 16        |
| 5.3      | Pågående/planerade exploateringar             | 19        |
| <b>6</b> | <b>Statusklassning enligt ny bedömning</b>    | <b>20</b> |
| 6.1      | Ekologisk status                              | 20        |
| 6.1.1    | Biologiska kvalitetsfaktorer                  | 20        |
| 6.1.2    | Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer          | 21        |
| 6.1.3    | Hydromorfologiskt tillstånd i sjöar           | 22        |
| 6.1.4    | Konnektivitet i sjöar                         | 24        |
| 6.1.5    | Övriga kommentarer angående kvalitetsfaktorer | 24        |
| 6.2      | Kemisk status                                 | 24        |
| <b>7</b> | <b>Orsaker till miljöproblem</b>              | <b>26</b> |
| 7.1      | Näringsämnen                                  | 26        |
| 7.1.1    | Växtplankton (Klorofyll a)                    | 27        |
| 7.1.2    | Makrofyter                                    | 27        |
| 7.1.3    | Syrgasförhållanden                            | 27        |
| 7.1.4    | Ljusförhållanden                              | 27        |

1(93)

|                                                                                      |                                                              |                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 7.1.5                                                                                | Bottenfauna                                                  | 27                                        |
| 7.1.6                                                                                | Ammoniak                                                     | 28                                        |
| 7.2                                                                                  | Antracen                                                     | 29                                        |
| 7.3                                                                                  | Bly- och blyföreningar (Pb)                                  | <b>Fel! Bokmärket är inte definierat.</b> |
| 7.4                                                                                  | Kadmium- och kadmiumföreningar                               | <b>Fel! Bokmärket är inte definierat.</b> |
| 7.5                                                                                  | Perfluoroktansulfonsyra och dess derivat (PFOS)              | 29                                        |
| 7.6                                                                                  | Kvicksilver (Hg) – nationellt överskridande                  | 31                                        |
| 7.7                                                                                  | Polybromerade difenyletrar (PBDE) - nationellt överskridande | 31                                        |
| <b>8</b>                                                                             | <b>Beting</b>                                                | <b>31</b>                                 |
| 8.1                                                                                  | Tillrinningsområde                                           | 32                                        |
| 8.2                                                                                  | Intern belastning                                            | 32                                        |
| 8.3                                                                                  | Förslag på beting                                            | 33                                        |
| <b>9</b>                                                                             | <b>Förslag till arbetsgång kopplat till åtgärdsförslag</b>   | <b>34</b>                                 |
| <b>10</b>                                                                            | <b>Åtgärder i tillrinningsområdet</b>                        | <b>34</b>                                 |
| 10.1                                                                                 | Dimensionering av anläggningar                               | 35                                        |
| 10.2                                                                                 | Underlag för kostnadsuppskattning                            | 35                                        |
| 10.3                                                                                 | Åtgärdsförslag                                               | 39                                        |
| 10.4                                                                                 | Förhållningssätt till beting och seriekoppling av åtgärder   | 75                                        |
| <b>11</b>                                                                            | <b>Kunskapshöjande åtgärder</b>                              | <b>78</b>                                 |
| 11.1                                                                                 | Före åtgärder i tillrinningsområdet                          | 78                                        |
| 11.2                                                                                 | Efter åtgärder i tillrinningsområdet                         | 80                                        |
| 11.3                                                                                 | Övriga åtgärder                                              | 80                                        |
| <b>12</b>                                                                            | <b>Åtgärder i recipient</b>                                  | <b>80</b>                                 |
| <b>13</b>                                                                            | <b>Osäkerheter</b>                                           | <b>81</b>                                 |
| <b>14</b>                                                                            | <b>Resultat och Diskussion</b>                               | <b>83</b>                                 |
| 14.1                                                                                 | Resultat av fosformodellering                                | 86                                        |
| <b>15</b>                                                                            | <b>Slutsats</b>                                              | <b>86</b>                                 |
| <b>16</b>                                                                            | <b>Referenser</b>                                            | <b>88</b>                                 |
| <b>Bilaga 1a – Avrinningsområdesgränser med inlopp och pumpstation från Kyrksjön</b> |                                                              | <b>1</b>                                  |
| <b>Bilaga 1b – Avrinningsområde med Kyrksjöns avrinningsområde</b>                   |                                                              | <b>2</b>                                  |

2(93)

RAPPORT  
2017-03-03  
UNDERLAG TILL ÅTGÄRDSPROGRAM RÅCKSTA TRÄSK

|                                                               |          |
|---------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Bilaga 1c - Markanvändning</b>                             | <b>3</b> |
| <b>Bilaga 1d – Punktkällor</b>                                | <b>4</b> |
| <b>Bilaga 2 – Ny bedömning av ekologisk och kemisk status</b> | <b>1</b> |
| <b>Bilaga 3 – Funktion av anläggningar i åtgärdsförslag</b>   | <b>1</b> |
| I avrinningsområdet                                           | 1        |
| Damm 1                                                        |          |
| Våtmark                                                       | 2        |
| Biofilter 3                                                   |          |
| Avsättningsmagasin                                            | 4        |
| I recipient                                                   | 5        |
| Aluminiumfällning                                             | 6        |
| Syresättning                                                  | 6        |
| Referenser                                                    | 7        |
| <b>Bilaga 4 - Lokalisering av åtgärder</b>                    | <b>1</b> |
| <b>Bilaga 5 – Fosformodellering av Råcksta träsk</b>          | <b>1</b> |

---

## 1 Inledning

I Stockholm stad pågår arbetet med att förbättra vattenkvaliteten för att nå god kemisk och ekologisk status i kommunens vattenförekomster. För varje vattenförekomst som inte uppnår god ekologisk och/eller kemisk status ska åtgärdsprogram genomföras. Detta för att utreda källor till problem och möjliga åtgärder.

Sweco har i och med detta fått i uppdrag att arbeta fram underlag till det lokala åtgärdsprogrammet för Råcksta träsk. Detta då det i december beslutades av Vattenmyndigheten Norra Östersjöns vattendistrikt att Råcksta träsk är en vattenförekomst.

### 1.1 Bakgrund

EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/G) syftar till att vi ska uppnå en långsiktigt hållbar förvaltning av våra vattenresurser. Direktivet innefattar att varje medlemsland ska implementera miljökvalitetsnormer för varje vattenförekomst. (Länsstyrelsen Örebro län, 2016) Miljökvalitetsnormer uttrycker den vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt utifrån vattenförekomstens nuvarande status. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå normen god status till år 2021 och att statusen inte får försämrats, men ibland kan undantag göras. (Vattenmyndigheterna, 2016)

I det pågående arbetet för att Stockholms vattenförekomster ska nå god ekologisk och kemisk status behöver de översiktliga åtgärdsprogram som Vattenmyndigheten tagit fram brytas ned i lokala, operativa och kostnadsberäknade åtgärdsprogram för respektive vattenförekomst. Därför har Stockholm Stad beslutat om en handlingsplan för framtagande av lokala åtgärdsprogram med målsättningen att nå god vattenstatus till 2021 alternativt 2027 (Stråe, o.a., 2016).

### 1.2 Syfte

Syftet med att ta fram underlag till lokalt åtgärdsprogram för sjön Råcksta träsk är att undersöka möjligheterna att nå MKN och föreslå åtgärder med målet att uppnå god status med god marginal (150 %). Detta ska utgöra ett underlagsmaterial inför arbetet att ta fram ett lokalt åtgärdsprogram för Råcksta träsk.

#### 1.2.1 Avgränsningar

Avgränsningar har utförts där data saknas eller är bristfällig. Dessa beskrivs nedan.

- Källor till föroreningar begränsas till tillrinningsområdet.
- Mätdata saknas för många parametrar och de har inte statusklassats.
- Seriekopplingen har utförts med antagandet att varje anläggning har en 60 % rening.
- Inom området finns säkerligen ett flertal reningsanläggningar på kvartersmark osv. som renar dagvatten men som inte tagits hänsyn till.

- I underlaget med markanvändning har mindre korrigeringar utförts. I denna finns vissa felkarterade markanvändningar. Vissa markanvändningar kan dock ha felklassats eller blivit för generella.
- Pumpningsmängden från Kyrksjön till Räcksta träsk är okänd.
- Inga egna provtagningar har utförts för att uppskatta ny status på vattenkvaliteten för recipienten. Bedömning och beräkningar utgår från tidigare inventeringar, miljöövervakningsprogram och uppgifter som presenteras på webbplatsen VISS (Vatteninformationssystem Sverige).

## 2 Underlag

Följande underlag har använts i arbetet:

- Vattenprogram för Stockholm 1995–99
- Program för Stockholms vattenarbete 2006 – 2015
- Mätdata från kontrollprogram
- Mätdata på vattenkvaliteten samt halt i fiskar från Stockholm Stad
- GIS-skikt med:
  - Markanvändning
  - Beräknad belastning
  - Tekniskt avrinningsområde och delavrinningsområden
  - Inloppspunkter och pumpstation
  - Miljöfarliga verksamheter
  - Dagvattenanläggningar i området
  - Utbredning av naturreservat
  - Grodvatten
  - Grundvattenkvalitet och strömningsriktning
- Inventering av bottenfauna, 1996 och 2004
- VISS
- Miljöbarometern
- Skötselprogram för Räcksta träsk
- Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter HVMFS 2013:19 med uppdateringar från 2015-05-01

## 3 Övergripande metodik

Påverkan från olika markanvändningar och sammanställning av möjliga punktkällor inom recipientens tillrinningsområde var ett första steg för att få en bild av Räcksta träsk vattenkvalitet. Vidare utfördes beräkningar i Storm Tac för att studera skillnad i belastning per markanvändning.

Steg efter steg var att statusklassa kvalitetsfaktorer utifrån Havs- och vattenmyndigheternas författningssamling. (HVMSF 2013:19 med uppdateringar från 2015-05-01). För att klassa den ekologiska statusen utfördes bedömningar på kvalitetsfaktorer. Ett exempel är biologiska kvalitetsfaktorer som bland annat innehåller parametrarna växtplankton och bottenfauna. Statusklassningen bygger på mätdata för de olika parametrarna. Varje parameter det fanns mätdata för klassades efter föreskrifterna.

---

Den kemiska statusen klassades efter mätvärden på vissa av de 33 prioriterade ämnena och 8 andra förorenande ämnen. Vid de tillfällen det saknats underlag för att fullfölja en bedömning har detta angetts tillsammans med en utläggning av den information som kunnat nås. För statusklassning, se Bilaga 2 – Ny bedömning av ekologisk och kemisk status.

För att bedöma biotillgänglig version för koppar, zink och nickel har beräkningsverktyget Bio-met använts. Värden för DOC, pH och kalcium förs in i beräkningsverktyget tillsammans med uppmätta lösta halter i vatten vid samma mättillfälle. Bio-met togs fram av WCA och ARCHE med finansiering av metall-industrin ([www.biomet.net](http://www.biomet.net)). Bio-met är således kopplad till en databas med ett stort antal platsspecifika beräknade biotillgängliga fraktioner (BioF) (ca 12 000 för Cu, 5000 för Zn och 400 för Ni) (Havs och vattenmyndigheten, 2016).

Vid statusklassning av den ekologiska statusen väger de biologiska kvalitetsfaktorerna tyngst. Det vill säga att om biologin är måttlig eller sämre spelar det ingen roll vad de fysikalisk-kemiska eller hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna visar eftersom man ändå på grund av biologin måste upprätta ett åtgärdsprogram för att uppnå god status. Då eventuella åtgärder behöver riktas mot de faktiska problemen kan det dock spela stor roll vad de fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna visar.

För de parametrar som inte uppvisade god status utfördes en litteraturstudie för att förstå grunden till problemet och vilka källor som finns.

Sedan beräknades beting i mängd/år. Detta utfördes genom att undersöka hur stor procent som behöver reduceras av den uppmätta halten i Räcksta träsk för att nå halten för god status. Inga punktkällor identifierades utöver internbelastningen, endast diffusa utsläpp av okänd storlek. Detta ledde till att den procentuella minskningen då kunde appliceras på beräknad mängd förorening i dagvatten för att på så sätt få ett beting i mängd/år.

Markanvändningen från ortofoto och trafikintensitet (ÅDT) användes som indata i Storm Tac för att beräkna vilken markanvändning som genererade högst halt föroreningar. På detta sätt kunde åtgärder placeras i tillrinningsområdet där de gav mest effekt. Åtgärdsförslagen har utformats till att ge så god rening som möjligt på tillgänglig yta samt med god anslutning till dagvattenledning. Finns ingen tillgänglig yta ovan mark samt om dagvatten från ledningar inte med självfall kan ledas ut ovan mark har ett avsättningsmagasin placerats under mark. Reningseffekten av olika åtgärdsförslag grundas i första hand på Storm Tac som samlat data från studier utförda i Sverige och internationellt.

En litteraturstudie utfördes sedan för kostnadsuppskattning för anläggande av reningsanläggningar och drift och underhållskostnader. För kostnader kopplade till gata och omläggning av ytskikt intervjuades personer på SWEKO som arbetar med sådana frågor för att få en branschstandard. Kostnaderna för investering och drift och underhåll kopplades sedan till kg reducerat ämne per år. Livslängden på anläggningarna vid beräkning av livscykelanalyskostnaden (kr/red kg per år) antogs vara 25 år.

## 4 Råcksta träsk

Råcksta Träsk är en vattenförekomst enligt beslutet från Vattenmyndigheten Norra Östersjöns vattendistrikt den 21 december 2016.

Råcksta träsk är en liten och grund sjö belägen i västerort inom Stockholm, se Figur 1. Sjöytan är 3,6 ha och medeldjupet ligger på 1,5 m. Maxdjupet ligger på 2,3 m. (Stockholms stad, 2000)



Figur 1 Översiktsbild över Stockholm med Råcksta träsk och dess avrinningsområde markerat med rosa färg

Sjön ligger i Grimsta naturreservat och har ett stort rekreativt värde på grund av närheten till Grimstaskogen. Runt sjön finns det anlagda parkvägar som tillgängliggör sjön för allmänheten. Ett visst värde har den för fritidsfiske, sedan 1993 finns det bland annat möjlighet för allmänheten att fiska via Sportfiskekortet. (Stockholms stad, 2000)

I utloppsbacken från Råcksta träsk finns en kulturminnesmärkt kvarn som drivs av Museiföreningen Kvarnvikens kvarn. Museiföreningen har begränsad rätt till reglering av vattenståndet och kvarnen är i drift endast några dagar varje år då den visas för allmänheten. (Stockholms stad, 2000)

Stranden är klassad som ekologiskt särskilt känslig och det råder motorbåtsförbud i Råcksta träsk. (Stockholms stad, 2006)

### 4.1 Växt- och djurliv

Råcksta träsk är en viktig fortplantningslokal för groddjur utöver detta är växt- och djurlivet måttligt rikt. Planktonalger utgörs till största delen av grönalger, följt av kisel- och guldalger i antal. Bland djurplankton är hjuldjur vanligast men hoppkräftor, hinnkräftor och flimmerdjur påträffas också. (Stockholms stad, 2000)

---

En inventering av floran och vattenvegetationen utfördes 2011. Florainventeringen visar på att jättegröe dominerar helt, men att det även förekommer smalkaveldun vid vattenbrynet. I utkanterna fanns inslag av mindre och konkurrensskänsliga arter som äkta förgätmigej, ängsfryle, kråklöver och fackelblomster. (Calluna, 2011)

Utvärderingen visade på en otillfredsställande miljö för vattenvegetationen med hänsyn till artantal, täthet, avsaknad av undervattensväxter samt djuputbredning. Det näringsrika tillståndet som råder missgynnar undervattensväxter. (Calluna, 2011)

Bottenfaunan i vattenförekomsten består huvudsakligen av föroreningsoleranta arter. Vid provtagning dominerade spökmygga. (Stehn, 2004) Håvningen visade på olika sländor. (Calluna, 2011)

Fångsten vid provfisket 2016 utgjordes av abborre, mört, sutare, ruda och karp. Den totala fångsten var stor och dominerades av mört. Utplantering av öring och regnbåge utfördes av Vattenfall 1992. Enstaka signalkräfter finns också i sjön. (Stockholms stad, 2000)

Fågellivet är ganska fattigt med arter som är vanliga för vassrika sjöar. Arter som påträffades under inventeringen var koltrast, sjungande lövsångare, rödhake, svartvit flugsnappare, blåmes och bofink m.m. Knölsvan, gräsand och sothöna har häckat vid Räcksta träsk under sommaren 2010. Sjön besöks även av skrattnås som är starkt hotad enligt rödlista 2000. (Calluna, 2011)

Padda och vanlig groda har fortplantningslokaler i sjön och båda dessa är fridlysta. (Stockholms stad, 2000)

## 4.2 Inlopp och utlopp

Det finns tre större inlopp i sjön som tillför dagvatten, inga naturliga inlopp. Den största mängden dagvatten tillförs via Grimsta dagvattenledning som mynnar i sjöns västra del, i närheten av Räcksta begravningsplats. (Stockholms stad, 2000) Denna ledning har en dimension på 1600 mm. (Stockholm Vatten AB, 2016b)

I norra delen av sjön mynnar en 1500 mm ledning. Dagvattnet kommer från bebyggelse, spårområde, industriområde, kolonilotter m.m. norr om Bergslagsvägen. Via denna ledning pumpas även vatten från Kyrksjön till Räcksta träsk. (Sweco viak, 2008) Volymen vatten som pumpas från Kyrksjön är okänd.

Vid Räckstarondellen finns en lamelloljeavskiljare som tar emot dagvatten från rondellen och delar av Bergslagsvägen (Ligger kvar idag enligt information från Sofia Spaak). Dagvattnet leds sedan ut i ett dike som mynnar i sjöns östra del. I diket mynnar en dagvattenledning med dimension på 600 mm. (Stockholms stad, 2000) För figur på deltillrinningsområden samt dess inlopp se Bilaga 1b – Avrinningsområde med Kyrksjöns avrinningsområde

Utöver de tre större inloppen till sjön finns det även några mindre ledningar som har sina inlopp i norr. Dessa är kopplade till en eller två rännstensbrunnar på Grimstagatan. (Stockholm Vatten AB, 2016b)

Utloppet från Råcksta träsk består av en stensatt utloppsback som leder vattnet under en bro och vidare till kvarndammen. Sjön regleras nedströms denna och har samma nivå som Råcksta träsk. Kvarndammen regleras med sättar som finns i bron nedströms kvarndammen och genom ett överfall. Om vattnet stiger till denna nivå (vilket sker mycket sällan) öppnas sättarna. Utlödet bräddas på så sätt till ytterligare en kanal. Sättarna öppnas manuellt och det bara vid något enstaka tillfälle varje år (ofta bara då kvarnen ska köras). (Calluna, 2011)

### 4.3 Statusklassning enligt VISS

Den ekologiska statusen har klassats till Måttlig utifrån arbetsmaterialet från VISS, se Tabell 1. Utslagsgivande för den sammanvägda bedömningen är Växtplankton-klorofyll a. Andra kvalitetsfaktorer som har klassats lägre än god status är makrofyter som tillhör de biologiska kvalitetsfaktorerna. Av de fysikaliska-kemiska kvalitetsfaktorerna har näringsämnen och ljusförhållanden sämre än god status. Närområdet runt sjöar och svämplanets strukturer och funktion runt sjöar har otillfredsställande status. (VISS, 2016)

Den kemiska statusen i Råcksta träsk har klassats till uppnår ej god enligt det senaste arbetsmaterialet från 2015. Ämnen som inte uppnår god kemisk status i vattenförekomsten är kvicksilver, kadmium, bly och antracen, se Tabell 1.

*Tabell 1 Ekologisk och kemisk status enligt VISS. De parametrar som inte uppnår god status presenteras nedan i tabellen.*

| Ekologisk status                        |                                                                                                                                     |                                                 |                                        |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Kategori                                | Parameter                                                                                                                           | Klassificering                                  | Tillförlitlighet                       |
| BIOLOGISKA<br>KVALITETSFAKTORER         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Växtplankton</li> <li>Makrofyter</li> </ul>                                                  | Måttlig<br>Måttlig                              | B - God<br>C - Medel                   |
| FYSIKALISK KEMISKA<br>KVALITETSFAKTORER | <ul style="list-style-type: none"> <li>Näringsämnen</li> <li>Ljusförhållanden</li> </ul>                                            | Dålig<br>Måttlig                                | B - God<br>B - God                     |
| HYDROMORFOLOGISKA<br>KVALITETSFAKTORER  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Närområdet runt sjöar</li> <li>Svämplanets strukturer och funktion runt sjöar</li> </ul>     | Otillfredsställande<br>Otillfredsställande      | C - Medel<br>C - Medel                 |
| Kemisk status                           |                                                                                                                                     |                                                 |                                        |
| Kategori                                | Parameter                                                                                                                           | Klassificering                                  | Tillförlitlighet                       |
| INDUSTRIELLA<br>FÖRORENINGAR            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Antracen</li> <li>PDBE</li> </ul>                                                            | Uppnår ej god<br>Uppnår ej god                  | C - Medel<br>B - God                   |
| TUNGMETALLER                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bly och blyföreningar</li> <li>Kadmium och kadmiumföreningar</li> <li>Kvicksilver</li> </ul> | Uppnår ej god<br>Uppnår ej god<br>Uppnår ej god | C - Medel<br>D - Låg<br>A - mycket bra |

#### 4.4 Övergripande miljöstatus och miljöproblem

Råcksta träsk har en stor tillrinningsyta sett till sjöns area. (Miljöbarometern, 2016) Detta gör att omsättningstiden i sjön är kort, mellan två till tre veckor. Vattnet är relativt saltrikt och har en hög alkalinitet. pH har under mätperioden 2010 - 2016 varierat mellan 7,0 och 8,6. Under sommaren är det mycket höga fosforhalter i vattnet och sjön är svagt skiktad dock med syre på alla djup. Under vintern är det tidvis syrebrist (svavelväte) i bottenvattnet. Siktdjupet är måttligt i sjön och ligger mellan en till två meter. Halten av totalkväve har minskat sedan 1980-talet medan halten av totalfosfor varit oförändrad. Kväve är troligen bristämne under tillväxtperioden. (Stockholms stad, 2000)

Sedimentet innehåller mycket höga halter koppar och bly. Även höga halter av organiska miljögifter har påträffats i djupare liggande sediment. Grundvatten i tillrinningsområdet har visat på mycket höga halter av koppar, arsenik, kvicksilver och organiska miljögifter. (Stockholms stad, 2006)

##### 4.4.1 Grundvatten

Grundvattnet i området är av varierande kvalitet. De flesta halterna av tungmetaller hade minskat från 1997 till 2003/2004. Inom tillrinningsområdet har Måttligt höga zinkhalter påträffats inom tillrinningsområdet samt en kvicksilverhalt som är mellan 10 - 49.9 gånger högre än landets medianvärde. Koppar- och kobolthalter har även påträffats som är mellan 5 - 9.9 gånger högre än landets medianvärde. Mycket höga bakteriehalter har uppmätts i grundvattnet vid Grimsta IP. (Stockholms stad, 2006)

Angående grundvattnets tillskott till Råcksta träsk sker detta till största delen av det ytliga grundvattnet. Endast en mindre del av det medeldjupa/djupare grundvattnet når ytvattenförekomsten. Vid jämförelse av grundvattens och ytvattens kvalitet är det även viktigt att komma ihåg att dessa vattentyper skiljer sig åt vad gäller halter för många ämnen. Mycket ytligt grundvatten kan vara surare än ytvatten och kan därför innehålla höga halter av metaller som är känsliga för variationer i pH, t.ex. kadmium. Detta är ett av skälen till att bakgrundsvärden för vissa metaller i grundvatten ligger högre än för ytvatten. (SGU, 2013) Det är oklart hur stor del av Råcksta träskets volym som tillförts via dagvatten, detta gör att det är oklart i hur stor grad grundvattenkvaliteten påverkar sjöns vattenkvalitet.

Förorenade områden och andra punktkällor för föroreningar berör sällan ett helt avrinningsområde. Det innebär att man vanligtvis bör räkna med den utspädning som äger rum i en sjö när man ska bestämma vilka halter i grundvattnet som motsvarar de halter som kan påverka akvatiska organismer i ytvattnet. Som jämförelse kan nämnas att vid riskbedömning av förorenade områden med hjälp av Naturvårdsverkets riktvärdesmodell så antas för modellens generella scenarion en utspädning på 4 000 gånger när ett förorenat grundvatten strömmar ut i ett ytvattendrag. Utspädningens omfattning varierar dock bland annat beroende på vattendragets storlek och omsättning. (SGU, 2013)

Olika ämnen varierar även olika mycket i tid och rum. Vid förorening av grundvattnet så ökar variabiliteten vanligen i både tid och rum. Teoretiskt betyder det att flera provpunkter behövs för att identifiera avgränsning av och eventuellt källan till en förorening. Dessutom behövs fler prover per tidsenhet och under en längre tidsperiod för att följa utvecklingen med tiden. (SGU, 2013)

#### 4.4.2 Sediment

Det är ovanligt att halterna av miljögifter är höga i vattnet, huvuddelen ansamlas istället i bottenarnas sediment. Råcksta träsk har enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder måttligt höga halter i sedimenten av bly, kadmium, zink, krom och nickel. Kopparhalten är klassad som mycket hög. Organiska miljögifter såsom PAH och PCB återfinns också i sedimenten. Halten av PCB är klassad som mycket hög halt medan halten av PAH är hög. De höga kopparhalterna beror troligen på tillförsel från tillrinningsområdet samt höga halter i grundvattnet. (Stockholms stad, 2006) Enligt sedimentprovtagning från 2016 minskar de flesta metallerna i sedimenten förutom zink, krom och vanadin som är ungefär lika höga vid detta mätillfälle som under 1990-talet. (JP Sedimentkonsult HB, 2016)

#### 4.5 Genomförda åtgärder

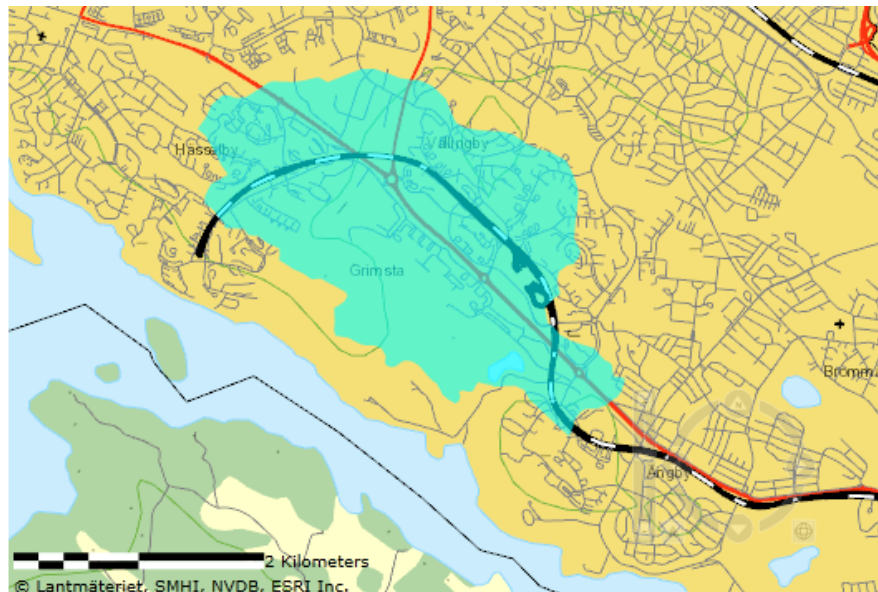
Åtgärder i avrinningsområdet samt i sjön har utförts under åren för att förbättra vattenmiljön. De åtgärder som hittats listas nedan efter årtal.

- **1973** - Muddring av botten sedimenten utfördes för att förhindra igenväxning. (Nitzelius, Inventering av bottenfauna, sjöfågel och vattenväxter 1996, 1996)
- **1992** - Rensade vissa delar av sjön från makrofyter (1600 m<sup>2</sup>). (Nitzelius, Inventering av bottenfauna, sjöfågel och vattenväxter 1996, 1996)
- **2006** - Adsorptionsfilter i form av barkfilter i dagvattenbrunnarna på parkeringen installerades 2006 på Siktgatan 11, Coops parkering. Dessa ska bytas ut 2 ggr/år och ska vidare anpassas till föroreningsgrad. (KF Fastigheter, 2006)
- **2007** - Anläggande av groddammar som gynnar groddjurens överlevnad. Anläggandet av groddammar var klart 2007. (VISS, 2016)
- **2007** - Anläggande av risvase, utgör lekplats och substrat för rom, skydd för rom och yngel samt uppväxtplats för fisk. Risvasen gynnar därmed fiskarnas reproduktion. Anläggande av risvase skedde 2007. (VISS, 2016)
- **2009** - Våtmarksanläggning vid Bergslagsplan för rening av dagvatten. Anläggningen består av fyra delar; en fördamm, en sedimentationsdamm, en våtmarkszon samt en efterpoleringsdamm. (Stockholm Vatten AB, 2010) Dagvattnet från Bergslagsplan, Vinsta företagsområde och delar av Lövstavägen, Hässelby och Hässelby gård pumpas till dammen (78 ha). År 2009 var dammen färdigbyggd. (Stockholm Vatten VA AB, 2010)
- **2010** - Pumpar vatten från Kyrksjön med högre vattenkvalitet till Råcksta träsk. Pumpstationen restaurerad och klar för användning 2010. (VISS, 2016)
- **2010** - Vallodling i slättlandskapet (utlopp av Råcksta träsk, 2010 - 2014). Området som denna åtgärd utförts i redovisas i Figur 2 Vallodling (med miljöersättning) innebär odling av flerårig slåttervall på gräsmark. Syftet med ersättningen är att stimulera odling av vall, som minskar växtnäringssläckaget (användningen av växtskyddsmedel) och gynnar den biologiska mångfalden 7 hektar i Grimsta naturreservat. (VISS, 2016)

- **2011** - Odling utan bekämpningsmedel (utlopp av Råcksta träsk, 2010-2014) Utbetalad ersättning per jordbruksblock för 2011 - summerat per delavrinningsområde. Då åtaganden är fleråriga kan man anta att dessa gäller för hela innevarande jordbrukarstödperiod. (VISS, 2016)

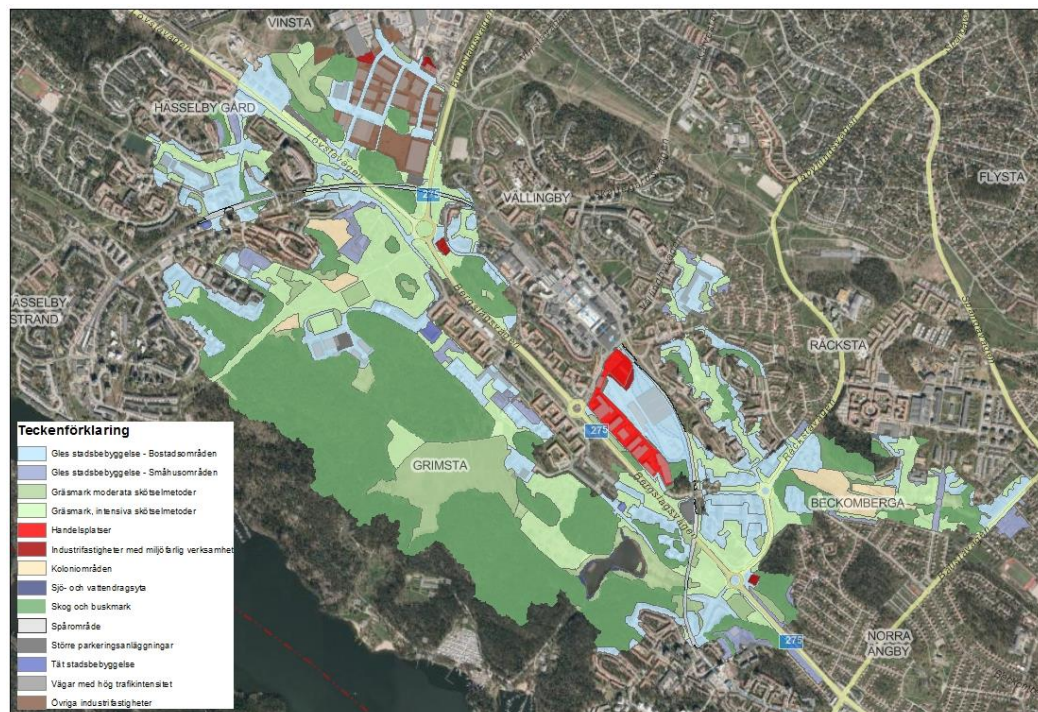
Enligt VISS är utbredningsområdet för åtgärderna miljöersättning för extensiv vallodling och ekologisk odling ett stort område som innefattar Judarn och dess tillrinningsområde. Det är därför oklart hur mycket detta faktiskt påverkar Judarn. Då markanvändningen för tillrinningsområdet inte innefattar odlingsmark är det oklart om den ekologiska odlingen finns inom tillrinningsområdet.

- **2015** - Åtgärdad f.d. bensinstation på Jämtlandsgatan 131-133, sanering (klar 2015) (VISS, 2016)
- **2015** - Åtgärdad f.d. bensinstation på Ormängsgatan 49, sanering (klar 2015) (VISS, 2016)



Figur 2 Delavrinningsområde till Råcksta träsk där vallodling samt odling utan bekämpningsmedel utförts för att minska näringsläckage samt miljögifter i recipient.

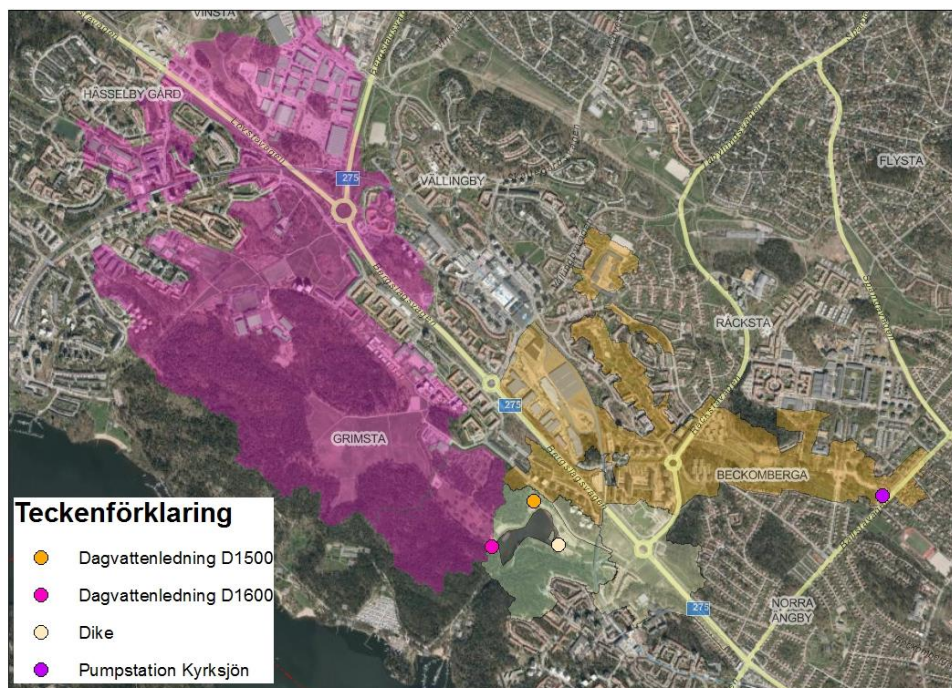
## 5 Tillrinningsområde och påverkansanalys



Figur 3 Översiktlig bild på markanvändningen i tillrinningsområdet.

Tillrinningsområdet för Råcksta träsks är ungefär 400 ha. Området utgörs till största delen av skog och öppen mark (ca 140 ha) och gräsmark med både intensiv och mer måttlig skötsel (ca 110 ha). Närmare 25 % av tillrinningsområdet bedöms vara bebyggelse (ca 104 ha). En mindre del består av Vinsta industriområde (14 ha), handelsområde, kolonilotter, spårområde samt av vägar. Bland annat går Bergslagsvägen som har en mycket hög trafikintensitet på ca 30 000 ÅDT genom området i öst-västlig riktning. För en översiktlig bild av markanvändningen, se Figur 3 och för en större bild se Bilaga 1c – Markanvändning. Utöver tillrinningsområdet pumpas även vatten från Kyrksjön till Råcksta träsks, storleken på pumpningen är okänd men avrinningsområdet för Kyrksjön kan ses i Bilaga 1b – Avrinningsområde med Kyrksjöns avrinningsområde.

Tillrinningen till Råcksta träsks är uppdelad i fyra deltillrinningsområden, se Figur 4 och Bilaga 1a – Avrinningsområdesgränser med inlopp och pumpstation från Kyrksjön. Närmast Råcksta träsks finns det naturliga tillrinningsområdet markerat med grönt, det avvattas diffust mot sjön. Det naturliga avrinningsområdet består av skog och buskmark och är ca 19,5 ha. Det västra tillrinningsområdet markerat med rosa som mynnar i ledningen vid Grimstaskogen är det största tillrinningsområdet på ca 262 ha. Den största delen består av Grimsta naturreservat och Råcksta begravningsplats. Via ledning är även Vinsta industriområde och bostadsbebyggelsen vid Hasselby gård också anslutna till tillrinningsområdet. Det norra tillrinningsområdet är markerat med orange i Figur 4, detta avrinningsområde är ca 91 ha. I tillrinningsområdet ligger bland annat Vällingby tunnelbanestation med angränsande depå, flerbostadsbebyggelse, koloniområdet i



Figur 4 Översiktsbild på deltillrinningsområdena till Råcksta träsk med inlopp och pumpstationen som pumpar vatten från Kyrksjön.

Beckomberga, Vällingbyskolan, Råckstavägen samt handelsområdet längs med Jämtlandsgatan. Det fjärde tillrinningsområdet mynnar i Råcksta träskets östra del och är markerat med gult. Detta område är ca 24 ha stort och består av Bergslagsvägen, Cirkusplatsen och en mindre del av Blackeberg, Grimstavägen och Råckstavägen. I Figur 4 kan även platsen för pumpstationen ses markerad som en lila punkt. Detta är pumpstationen som pumpar vatten från Kyrksjön till Råcksta träsk.

## 5.1 Påverkansanalys av markanvändning

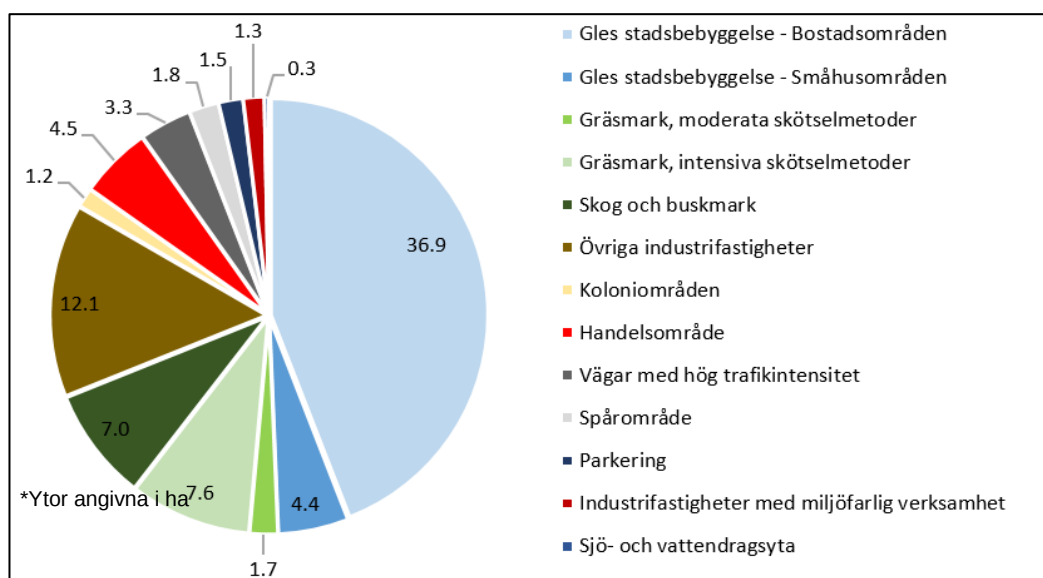
Den reducerade arean (avrinningskoefficient multiplicerat med arean) beräknades för markanvändningarna som finns i Råcksta träsk tillrinningsområde. Detta utfördes för att undersöka vilken markanvändning som bidrar med den största delen tillrinning till vattenförekomsten. Som Figur 5 visar så bidrar markanvändningen gles bostadsbebyggelse – bostadsområden med största delen av tillrinningen följt av markanvändningarna övriga industrifastigheter, skog och buskmark och gräsmark - intensiva skötselmetoder. Markanvändningen handelsområden och gles bostadsbebyggelse – småhusområden har också en betydande tillrinning.

Den beräknade belastningen som 1 ha markanvändning medför beräknades med StormTac webversion 16.4.1 och redovisas i Tabell 2. Resultatet påvisar vilka markanvändningar som genererar en hög belastning och vilka som genererar lägre belastning.

Som resultatet visar bidrar markanvändningen väg med hög ÅDT (Bergslagsvägen, Löfstavägen och Råckstavägen) och tät stadsbebyggelse med störst mängd näringsämnen (P, N) och tungmetaller (Pb, Cu, Zn, Ni och Hg) per ytenhet. Om åtgärder anläggs som renar vatten från dessa markanvändningar kan den största reduktionen av belastning fås. Dock så är den reducerade arean för dessa markanvändningar tämligen liten i tillrinningsområdet vilket gör att belastningen till Råcksta träsk från dessa markanvändningar blir mindre betydande.

Markanvändningarna handelsområden, övriga industrifastigheter och gles bostadsbebyggelse – bostadsområden bidrar också med en större del av belastningen såsom näringsämnen och tungmetaller. Som nämnts i ovanstående stycke har dessa markanvändningar även en betydande del reducerad area i tillrinningsområdet. Detta innebär att den största mängden föroreningar i det tillrinnande dagvattnet till Råcksta träsk genereras från dessa markanvändningar. Den allra största delen av belastningen kommer genereras av markanvändningen gles bostadsbebyggelse – bostadsområden då den reducerade arean är mycket stor samt att belastningsgraden från denna markanvändning är hög.

För belastningspåverkan av problemämnena i Råcksta träsk från tillrinningsområdet, se avsnitt 8.1.



Figur 5 Den reducerade arean för markanvändningen i Råcksta träsk.

Tabell 2 Påverkansanalys av markanvändning och dess föroreningar i kg/år från 1 ha av varje markanvändning.

| Markanvändning                     | P    | N   | Pb    | Cu   | Zn   | Cd     | Cr    | Ni    | Hg     | SS  | Oil | PAH   | BaP    |
|------------------------------------|------|-----|-------|------|------|--------|-------|-------|--------|-----|-----|-------|--------|
| Väg med hög ÅDT                    | 1,40 | 14  | 0,16  | 0,40 | 2,4  | 0,003  | 0,11  | 0,089 | 0,0005 | 730 | 4,9 | 0,007 | 0,0002 |
| Parkering                          | 0,55 | 6,4 | 0,16  | 0,22 | 0,78 | 0,003  | 0,082 | 0,023 | 0,0003 | 770 | 4,4 | 0,009 | 0,0003 |
| Småhusområde                       | 0,40 | 3,4 | 0,03  | 0,05 | 0,19 | 0,001  | 0,008 | 0,014 | 0,0001 | 90  | 0,8 | 0,001 | 0,0001 |
| Bostadsområde                      | 0,92 | 5,5 | 0,04  | 0,09 | 0,31 | 0,002  | 0,036 | 0,029 | 0,0001 | 210 | 2,1 | 0,002 | 0,0002 |
| Koloniområde                       | 0,30 | 10  | 0,01  | 0,02 | 0,08 | 0,0003 | 0,003 | 0,002 | 0,0001 | 60  | 0,1 | 0     | 0      |
| Handelsområde                      | 1,30 | 9,1 | 0,09  | 0,10 | 0,65 | 0,005  | 0,023 | 0,040 | 0,0002 | 460 | 6,8 | 0,003 | 0,0005 |
| Övriga industrifastigheter         | 1,00 | 6,7 | 0,10  | 0,15 | 0,92 | 0,005  | 0,046 | 0,057 | 0,0002 | 330 | 8,0 | 0,003 | 0,0005 |
| Skogsmark                          | 0,04 | 0,9 | 0,003 | 0,01 | 0,01 | 0,0001 | 0,001 | 0,001 | 0      | 10  | 0,1 | 0     | 0      |
| Gräsmark, moderata skötselmetoder  | 0,25 | 1,3 | 0,004 | 0,02 | 0,03 | 0,0002 | 0,002 | 0,001 | 0      | 20  | 0,2 | 0     | 0      |
| Våtmark                            | 0,10 | 1,8 | 0,008 | 0,01 | 0,02 | 0,0002 | 0,001 | 0,002 | 0      | 20  | 0,2 | 0     | 0      |
| Spårrområde                        | 0,07 | 7,8 | 0,02  | 0,08 | 0,15 | 0,001  | 0,013 | 0,020 | 0,0001 | 40  | 0,6 | 0,001 | 0,0002 |
| Tät stadsbebyggelse                | 1,80 | 10  | 0,25  | 0,27 | 0,92 | 0,006  | 0,052 | 0,059 | 0,0006 | 960 | 6,7 | 0,003 | 0,0005 |
| Gräsmark, intensiva skötselmetoder | 0,19 | 1,6 | 0,004 | 0,02 | 0,03 | 0,0002 | 0,003 | 0,002 | 0      | 40  | 0,2 | 0     | 0      |

## 5.2 Befintliga punktkällor och markföroreningar

I tillrinningsområdet till Räcksta träsk finns ett stort antal punktkällor samt ett ännu större antal möjliga punktkällor från Miljöfarliga verksamheter. De punktkällor som identifierats i området redovisas i Bilaga 1d – Punktkällor nämns övergripande nedan. Miljöfarliga verksamheter inom tillrinningsområdet finns samlad i en rapport utgiven av Miljöförvaltningen på Stockholm stad, 2003. En miljöfarlig verksamhet enligt miljöbalken omfattar bland annat utsläpp av avloppsvatten från mark, byggnader eller anläggningar. Dagvatten omnämns alltså inte specifikt utan ingår i begreppet avloppsvatten. Miljöfarliga verksamheter som identifierats redovisas i Tabell 3.

De punkter som redovisas i Tabell 3 utgör enligt länsstyrelsens miljödata möjliga förorenade områden. Från dessa verksamheter kan även en direkt påverkan på dagvattnet ske. Bilverkstäder, biltvättar och bilförsäljning är exempel på verksamheter som, bortsett från eventuella uppställningsplatser, i huvudsak är inomhusverksamheter. Risk för förorening av dagvattnet finns i de fall där det förekommer felaktig utomhusförvaring av kemikalier och farligt avfall samt lastning/lossning av dessa i samband med transporter. De platser på en bensinstation där det finns risk för spill till dagvattnet är kundtankningsplatser, cisternernas påfyllningsplatser, serviceplatser och markytan framför eventuella tvätthallar (Stockholm Stad Miljöförvaltningen, 2003).

Tabell 3 Miljöfarliga verksamheter som identifierats i tillrinningsområdet.

| Miljöfarliga verksamheter                                                                                   | Påverkan                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bilservice, biltvättar, fordonsverkstäder, oljeavskiljare, förvaring av stora mängder flytande motorbränsle | Risk för spridning av olja, kemikalier och farligt avfall. Ex. olja, Pb, Ant, Cd, Cu, P, Zn. |
| Mellanlagring av farligt och icke farligt avfall, återvinningsstationer                                     | Risk för spridning av lakvatten till dagvattnet.                                             |
| Grafisk verksamhet, foto och tryckeri                                                                       | Risk för spridning av kemikalier.                                                            |
| Kemiska ytbehandlingar och härdning                                                                         | Risk för spridning av kemikalier.                                                            |
| Metall och verkstadsindustri                                                                                | Risk för spridning av olja, kemikalier och farligt avfall.                                   |
| Förvaring av organiskt lösningsmedel och stora mängder plastråvara                                          | Risk för spridning av kemikalier.                                                            |
| Vagnsstation för tåg, Vällingby station                                                                     | Risk för spridning av kemikalier och olja vid pålastning och avlastning.                     |

Andra punktkällor som hittats i området är:

- Stängd Johanneslundstipp och dålig grundvattenkvalitet. Höga halter av aluminium och magnesium i grundvattnet vid Johannelundstippen i jämförelse med Sveriges nationella riktvärden från SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten. Halterna av zink är mycket höga. Utöver detta finns förhöjda halter av koppar, kobolt och kvicksilver i grundvatten. Förutom kvicksilver hindrar inte dessa tungmetaller recipienten att nå god status enligt MKN, då halterna av dessa ligger under gränsvärdet för god status i Räcksta träsk.

Höga halter av PFAS; 407 ng/l och PFOS 70 ng/l, i grundvattnet vid Johannelundstippen. SGI har tagit fram preliminära riktvärden för PFOS som kan användas som jämförelse. Det preliminära riktvärdet för PFOS för förorenat grundvatten är 45 ng/l vilket överskrider i Johannelundstippen däremot överskrider inte riktvärdet för skydd av ytvatten som är 230 ng/l. (SGI, 2015) Dock så är den totala PFAS-halten mycket hög.

- Vällingby Ridcenter är beläget vid Grimsta IP och har ca 50 hästar med tillhörande ridhus, hagar och uteridbana. De använder sig av ett flertal ridvägar i Grimstareservatet. (Vällingby ridsällskap, 2016) Hästar avger lika mycket fosfor via träck och urin som de tar upp via fodret då de kan inte lagra någon fosfor i kroppen. Hur mycket, vad och var hästar utfodras påverkar naturligtvis fosforläckaget till hagmarken. I hagarna sker ingen skördning av växter och det som hästarna äter återförs till marken tillsammans med eventuellt fosforöverskott från tillskottsfoder så som hö och kraftfoder. När hästätheten är högre än 2,5

17(93)

---

hästar per hektar är risken stor att växttäcket blir söndertrampat och det sker ett fosforläckage. Detta innebär att en hästhage kan läcka mer fosfor än åkermark gör per hektar. (Andréewitch, 2016)

Då det är en längre distans skogs- och gräsmark mellan ridcentret och vattenförekomsten kommer ytlig avrinning inte ske i någon betydande mängd direkt till recipient. Hur mycket som kan läcka beror också på hanteringen på ridvägar, hagarna och uteridbanan. Dock kommer troligen förhöjda halter av fosfor och eventuellt fosforläckage leda till Råcksta träsk via grundvattnet. Vid jämförelse av markanvändningarna skogsmark och djurhållning är halterna av fosfor i grundvattnet fyra gånger så höga för djurhållning i jämförelse med skogsmark (skogsmark 30 ug/l jämfört med djurhållning 130 ug/l). Troligtvis sker rening av grundvattnet i marken på väg mot recipient och upptag av växter. En förhöjning av halt är däremot ändå trolig men begränsad och möjligtvis försumbar.

- Vällingby brandstation ligger i tillrinningsområdet för Råcksta träsk. Under en längre tid har PFOS använts i brandskum och om brandövningar har skett i området eller om eventuellt läckage sker från utrustning kan förhöjda halter av PFOS återfinnas i vattenförekomsten.
- Råcksta begravningsplats. Dräneringsvatten från kistgravar innehåller närsalter eftersom en kropp innehåller en viss mängd av både kväve och fosfor, detta frigörs under en kort tid efter gravsättningen. (Camper, 2014). Gamla kyrkogården med kistgravar är idag kopplad på spillvattenledning och bidrar troligtvis inte. Nya områden med kistgravar kan dock komma att anslutas till dagvattenledning, viktigt att näringsbidraget inte ökar.
- Råcksta krematorium. De två krematorierna i Stockholm; Råcksta krematorium och Skogskrematoriet släppte år 2011 ut 0,7 kg kvicksilver till luft. (Saleh, 2012) En viss del av detta kvicksilver bör tillföras Råcksta träsk via atmosfäriskt nedfall.
- Hässelbyverket är beläget vid Mälaren strax utanför tillrinningsområdet. Det finns tre energianläggningar i Stockholm som släpper ut kvicksilver till luft och vatten. År 2011 släppte de tillsammans ut 20,4 kg kvicksilver från sin förbränning av kol och avfall. Mer än 95 % av detta kvicksilver går ut i luft. En viss del av detta kvicksilver lär tillkomma Råcksta träsk via atmosfäriskt nedfall.
- I tillrinningsområdet finns ett flertal konstgräsplaner. Konstgräsplaner innehåller ofta granulat från uttjänta däck vilket bland annat innehåller föroreningen benso(ghi)perylen (PAH16). (Larm & Pirard, Utredning av föroreningsinnehållet i Stockholms dagvatten, 2010)
- Koppartak finns på ett antal hus i tillrinningsområdet. Dagvattnet från koppartaken kan föra med sig kopparutfällningar via ledningssystemet till recipienten.
- Internbelastning av fosfor. Internbelastningen ger höga fosforhalter i bottenvattnet under servinter och sommaren vilket tyder på stort tillskott från sedimenten. Under

maj-juni uppskattas internbelastningen mycket osäkert till 2 kg. (Stockholms stad, 2000) Via modellering har denna uppskattats till ca 4 kg.

- Vatten via Grimsta dagvattenledning är stundtals förorenat av olja. Ej klarlagt var oljan kommer ifrån. Nu är dagvattenledningen i Jämtlandsgatan filmad och dessvärre så är det svårt att se var oljan som hittats i ledningen kommit ifrån. Det har varit stora mängder oljehaltigt sediment det handlat om, ca 180 ton. (Eklund, 2016)
- Föroreningar i ytsediment enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Klassindelningen visar på att det är mycket höga kopparhalter (relativt hårdhet) och måttligt höga krom-, zink- och blyhalter i sedimenten. Längre ner i sedimenten återfinns organiska miljögifter av PCB och PAH. Det förekommer höga halter av PCB medan PAH-halterna är måttliga. (Miljöbarometern, 2016)
- Pumpning av dagvatten från Kyrksjön som innehåller PFOS och mycket höga halter av N enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Det är troligen så att kväve är ett bristämne i Räcksta träsk under tillväxtperioden. Halten av kväve som tillförs Räcksta träsk är ca 1,6 mg/l.
- Cirkusplatsen används som snöupplag vissa vintrar. Snöupplag innehåller i regel höga halter av tungmetaller och PAH. Oklart om föroreningarna sedimenterar på plats eller dras med till Räcksta träsk. Dock så leder detta till en förhöjd löst halt i smältvattnet.

### 5.3 Pågående/planerade exploateringar

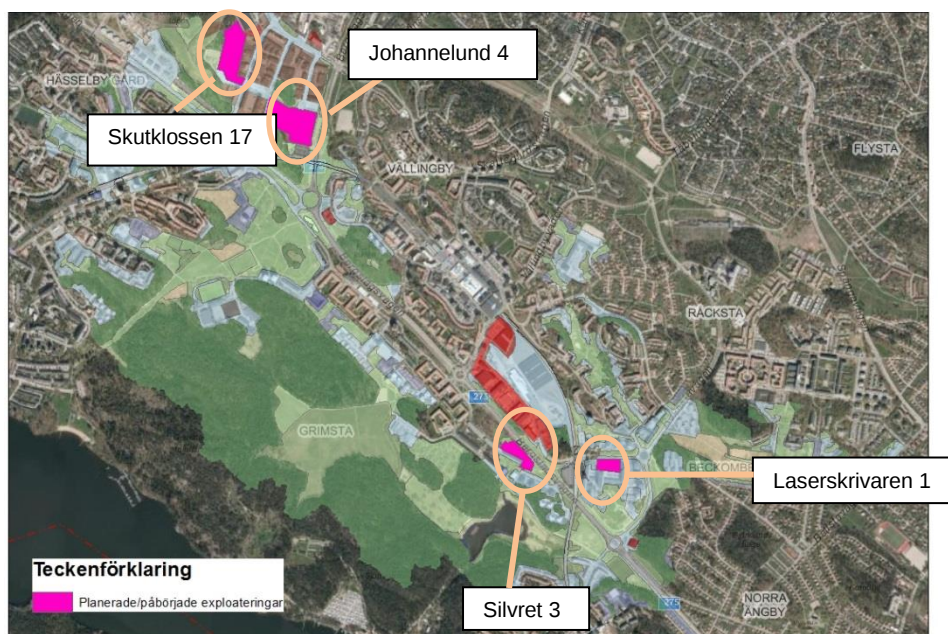
Inom tillrinningsområdet finns ett flertal pågående/planerade exploateringar som kan komma att påverka Räcksta träsk med ökad föroreningsbelastning. Inom dessa detaljplaner är det viktigt att arbeta med lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) i reningssyfte för att reducera mängden föroreningar till recipienten. En översiktsbild över exploateringarna markerat i rosa, se Figur 6.

Laserskrivaren 1 är en del av Vällinby parkstad och är beläget i östra delen av tillrinningsområdet norr om Bergslagsvägen, se Figur 6. I området ska ett nytt kvarter anläggas på befintligt kontorsområde med stor andel hårdgjorda ytor, anläggningen av nya kvarter bör inte öka föroreningsgraden.

Skutklossen 17 är beläget i västra delarna av tillrinningsområdet norr om Lövestavägen, se Figur 6. Detta är en skolverksamhet som pågår under en begränsad period och kan påverka Räcksta träsk beroende på hur hanteringen av dagvatten ser ut. Dock så kommer skolverksamheten endast påverka recipienten under den begränsade perioden.

Silvret 3 är en detaljplan för ett nytt bostadsområde söder om Bergslagsvägen, se Figur 6. I detaljplanen är det bestämt att 115 nya lägenheter ska anläggas. Silvret 3 anläggs på naturmark och hantering av dagvatten blir viktig på kvartersmark. Som en helhet kommer dock inte Silvret 3 påverka Räcksta träsk nämnvärt då detaljplanen är relativt liten.

Detaljplanen Johannelund 4 är en del av Vinsta industriområde och ligger i västra delen av tillrinningsområdet norr om Lövstavägen i anslutning till Bergslagsvägen, se Figur 6. Området ska förtätas med nya kontor, handelsmöjligheter och hotell. Förändringen från industrimark till kontor/handelsmöjligheter kan innebära en förbättring om dagvattnet hanteras inom området.



Figur 6 Översiktsbild på tillrinningsområdet med de planerade/påbörjade exploateringarna markerade med rosa.

## 6 Statusklassning enligt ny bedömning

Råcksta Träsk är en ny vattenförekomst enligt EU:s vattendirektiv och har en ekologisk och kemisk status. I dagens läge uppnår sjön inte god kemisk status och dess ekologiska status klassas som måttlig enligt VISS. (VISS, 2016) Nya bedömningar enligt föreskrifter HVMFS 2013:19 med uppdateringar från 2015-05-01 har utförts för att uppdatera den ekologiska och kemiska statusen. Den nya statusklassningen redovisas i Bilaga 2 – Ny bedömning av ekologisk och kemisk status.

### 6.1 Ekologisk status

Den ekologiska statusen i Råcksta träsk är bedömd till otillfredsställande status. Den utslagsgivande kvalitetsfaktorn är bottenfaunan. Allmänna förhållanden (sammanvägd status) för halt av näringsämnen, ljusförhållande (siktdjup) har klassats till måttlig status, se Bilaga 2 – Ny bedömning av ekologisk och kemisk status.

#### 6.1.1 Biologiska kvalitetsfaktorer

##### Växtplankton

20(93)

RAPPORT  
2017-03-03  
UNDERLAG TILL ÅTGÄRDSPROGRAM RÅCKSTA TRÄSK

Vattenförekomsten har klassats till måttlig status med avseende på växtplankton. Bedömningen avser endast halt av klorofyll a i ytvatten och baseras på 8 mätvärden från augusti månad under perioden 2010-2016. För att verifiera behövs totalbiomassa samt andelen cyanobakterier.

Observera att parametern klorofyll endast bedöms till klasserna hög, god och måttlig. Om klassen är måttlig och full växtplanktonanalys inte genomförts skall det nämnas i motiveringstexten att det finns behov av det. (Caruso, o.a., 2013)

#### *Makrofyter i sjöar*

Makrofyter klassas till måttlig status baserat på en inventering år 2010, 0,79 är Ek-värdet. Antal arter som EK-värdet baseras på är tre, vilket är lågt. Datatillgången har bedömts vara god avseende antalet inventerade transekter men det låga artantalet och att EK-värdet ligger nära klassgräns ger en viss osäkerhet i klassningen.  $EK \geq 0.84$  för God status.

#### *Bottenfauna*

Bottenfaunan klassas till otillfredsställande status baserat på en inventering år 2004. APT-index var det enda som beräknades då inga profundala prover utfördes för att beräkna BQI, detta för att sjön är grund vilket betyder att ingen profundal zon finns. MILA beräknades inte då sjöarna anses vara relativt välbuffrade. Det beräknade Ek-värdet är 0,26. För att nå god status ska EK-värdet vara  $\geq 0.7$ . (Stehn, 2004)

#### *Fisk*

Tillämpningen av bedömningsgrunden för fisk (EQR8) resulterar i god status efter provfiske som utfördes 2016. Detta innebär att fisksamhällets struktur och sammansättning avviker obetydligt eller litet från sjöns referenstillstånd. Totalt 4 arter fångades vid provfisket. EK-värdet är beräknat till 0.52.  $EQR8 \geq 0.46$  för God status.

### 6.1.2 Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer

#### *Näringsämnen (Allmänna förhållanden)*

Råcksta träsk har klassats till dålig status med hänseende näringsämnen. Bedömningen av näringsämnen avser halt av totalfosfor i ytvatten och baseras på 16 mätvärden från augusti månad under perioden 2010-2016. Medelvärde av totalfosforhalten är 165 µg/l. Beräknat referensvärde för totalfosfor i denna sjö är 19,8 µg/l. Den ekologiska kvoten ( $EK = \text{referensvärde} / \text{uppmätt värde}$ ) är 0,12.

#### *Ljusförhållanden (Allmänna förhållanden)*

Ljusförhållandena i vattenförekomsten har klassats till otillfredsställande status. Bedömningen baseras på 6 mätvärden av siktdjup från augusti månad under perioden 2010-2016. Medelvärde av siktdjupet är 1.2 m. Beräknat referensvärde för siktdjupet i denna sjö är 4.1 m.

#### *Syrgas (Allmänna förhållanden)*

Syrgasförhållandena har bedömts till måttlig status eller sämre. Bedömningen baseras på minimumvärdet av syrgaskoncentration för 2015 års provtagning med hänsyn till temperatur i vattnet. För att beräkna syrgasförhållandena under God status ska tillståndet

---

jämföras med ett referensvärde som det inte fanns data till för att beräkna. Syrgaskoncentration vid isläggning saknas.

#### *Ammoniak (Särskilt förorenande ämnen)*

Vattenförekomsten har klassats som dålig status med hänseende på ammoniak. Halten fri ammoniak står i kemisk jämvikt med halten ammoniumkväve och varierar med temperatur och pH. Det beräknade maxvärdet av ammoniakkväve var 4.04 µg/l vilket inte överskrider maximal tillåten koncentration. Gränsvärdet för maximal tillåten koncentration är 6.8 µg/l.

Årsmedelvärdet har beräknats för åren 2010 till 2016. Årsmedelvärdet överskred gränsvärdet på 1,0 µg/l för alla åren utom år 2014 vilket resulterar i klassningen dålig status.

#### *Koppar (Särskilt förorenande ämnen)*

Koppar i Räcksta träsk har klassats till god status med hänseende till den biotillgängliga halten som beräknades till 0.19 µg/l. Bedömningen baseras på maxvärdet av 6 värden under 2015 och 2016 där den biotillgängliga fraktionen har beräknats med programvaran Bio-met utifrån data på pH, DOC, Ca och löst Cu i vattenprovet. Maxvärdet på löst filtrerad halt i vatten var 5.7 µg/l. Gränsvärdet för biotillgänglig halt är 0.5 µg/l.

#### *Zink (Särskilt förorenande ämnen)*

I vattenförekomsten har zink klassats till god status med hänseende till den biotillgängliga halten som beräknades till 0.21 µg/l. Bedömningen baseras på maxvärdet av 6 uppmätta värden under 2015 och 2016 där den biotillgängliga fraktionen har beräknats med programvaran Bio-met utifrån data på pH, DOC, Ca och löst Zn i vattenprovet. Maxvärdet på löst filtrerad halt i vatten var 8.4 µg/l. Gränsvärdet för biotillgänglig halt är 5.5 µg/l.

#### *Krom (Särskilt förorenande ämnen)*

Totalhalten för krom VI har klassats till god status för Räcksta träsk. Årsmedelvärdet för totalhalten av krom var 0,29 µg/l. Bedömningen baseras på 4 värden under 2015. Gränsvärdet för årsmedelvärde av totalhalt är 3,4 µg/l.

#### *Summan av icke-dioxinlika PCB:er (Särskilt förorenande ämnen)*

Vattenförekomsten klassas till god status med hänseende till summan av icke-dioxinlika PCB:er. Uppmätta halten av i fisk under 2015 var < 2.16 µg/kg VV. Bedömningen baseras på 2 värden uppmätta i fisk under 2015. Gränsvärde för dioxiner och dioxinlika föreningar i biota var 125 µg/kg VV.

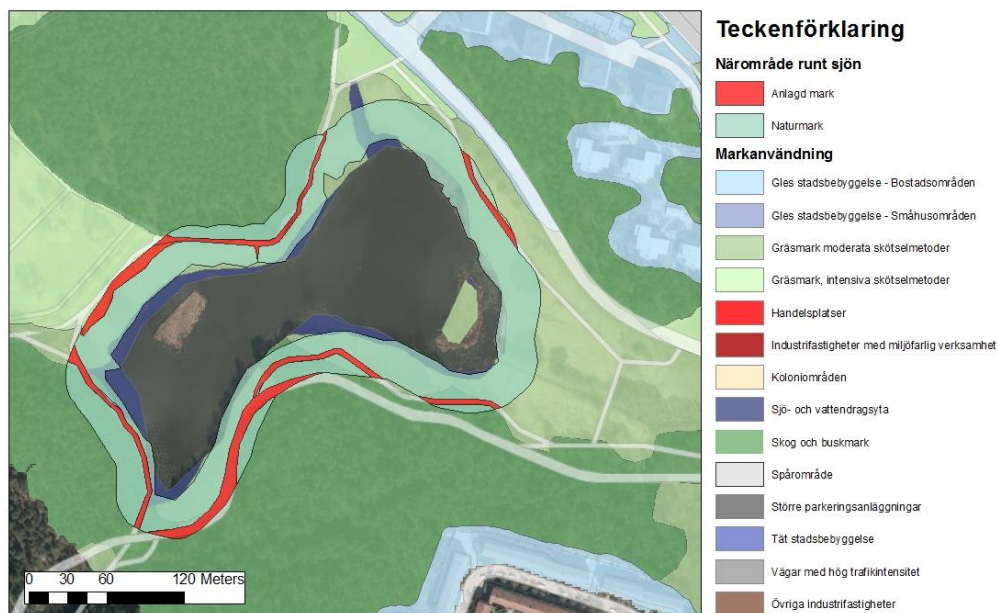
### **6.1.3 Hydromorfologiskt tillstånd i sjöar**

#### *Närområdet runt sjöar*

Naturområdet runt sjöar har klassats till god status. Klassningen har baserats på kartmaterial i GIS samt okulär bedömning där 13 % av närområdet består av anlagd mark i form av gång- och cykelbana samt Kanaans väg, se Figur 7. Med närområde menas 30 meter från sjöns strandkant. Klassningen är lite osäker och nära måttlig status. Osäkerheten beror på gång- och cykelbanans uppbyggnad i den sydvästra delen av sjön. Uppbyggnaden är utförd med stora stenblock, jämförelse borde utföras med referenstillståndet som är okänt. Dock var denna bergssida ganska brant även utan gång- och cykelbanan.

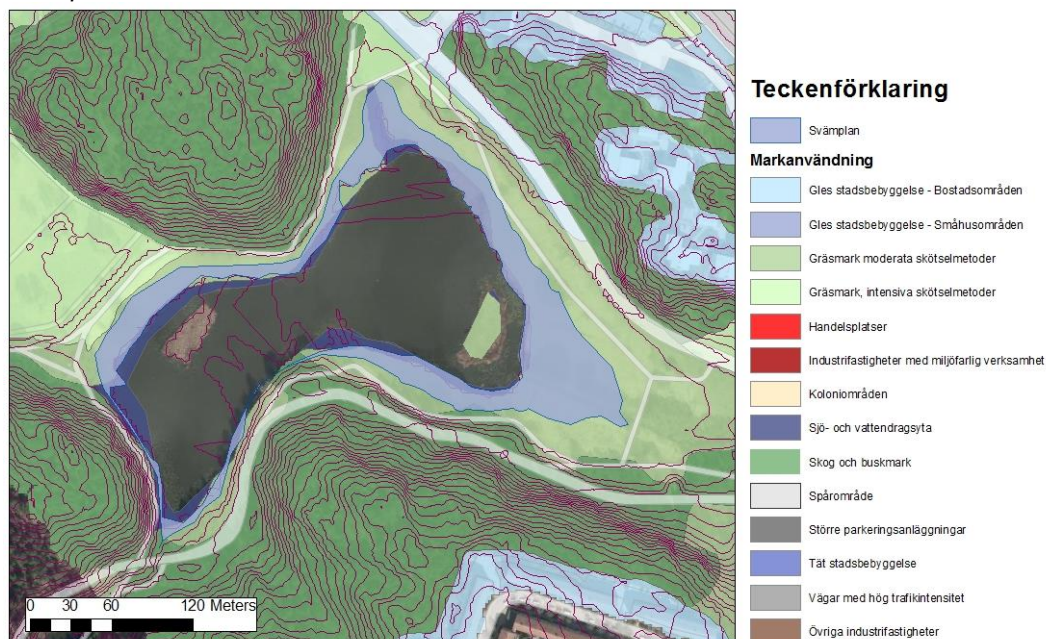
22(93)

RAPPORT  
2017-03-03  
UNDERLAG TILL ÅTGÄRDSPROGRAM RÄCKSTA TRÄSK



Figur 7 Närområdet runt sjön är markerad med en grön bufferzon. Anlagd mark är markerad med röd färg och grön färg markerar att där finns naturmark.

#### Svämplanets strukturer och funktion



Figur 8 Svämplanet är markerat med ljusblå färg och svämmar över de lägre liggande partierna dvs. följer höjdvärderna.

Kvalitetsfaktorn för svämplanet har klassats till god status. Klassningen har baserats på kartmaterial i GIS samt okulär bedömning, se Figur 8 Oftast brukar man avgränsa

---

svämplanet till gränsen för 100-årsflöden. Bedömningen gjordes att svämplanet för Råcksta träsk kommer att följa nivåkurvan +12 men antagligen aldrig svämma upp till dess gräns, troligare är att svämplanets gräns ligger på ca + 11.5. Denna bedömning förstärktes ytterligare av data som visar att HHWY ligger på + 11.5.

I bedömningen i VISS har vattennivån höjts 1,5 meter längs med vattenförekomsterna och ytor som ska motsvara 100-årsflödet tagits fram, detta bedöms vara en överskattad stigning av vattennivån.

#### 6.1.4 Konnektivitet i sjöar

*Konnektivitet i sidled till närområde och svämplan kring sjöar*

Kvalitetsfaktorn konnektivitet i sidled till närområde och svämplan har klassats till god status. Klassningen har baserats på kartmaterial i GIS, okulär bedömning samt efter platsbesök 25-10-2016. Närområdet har en mindre del anlagd yta som består av en cykelbana och Kaanans väg. Utöver detta finns inga övriga hinder som hindrar organismer att förflytta sig mellan sjön och närområdet eller mellan sjön och svämplanet.

#### 6.1.5 Övriga kommentarer angående kvalitetsfaktorer

*Längsgående konnektivitet i sjöar*

Råcksta träsk regleras nedströms kvarndammen. Kvarndammen regleras med sättar och genom överfall. Sättarna öppnas bara vid enstaka tillfällen varje år (ofta då kvarnen ska köras). Vilken påverkan detta har behöver utredas vidare utifrån fiskarternas vandringsbehov. I Råcksta träsk finns abborre och mört som vandrar om naturliga möjligheter finns.

*Vattenståndsvariation i sjöar*

Data saknas för att göra en klassning enligt föreskrifterna då vattenståndsvariation i sjöar beskrivs som medelavvikelsen i meter mellan nuvarande vattenstånd och det oreglerade vattenståndet enligt referensförhållandet. Mätningar på dygnsmedelvattenståndet behövs både för det reglerade och det oreglerade förhållandet under minst 1 år.

*Bottensubstrat*

Data saknas för att kunna göra en klassning angående bottensubstrat som omfattar kornstorlekssammansättning och den rumsliga variationen av bottensubstrat i jämförelse med referensförhållande. Vid inventeringen av bottenfauna 2004 och 1996 hittades svart sediment med inblandning av olja. Oljan är en avvikelse från referenstillståndet.

### 6.2 Kemisk status

Den kemiska statusen i Råcksta träsk är bedömd till uppnår ej god status med hänsyn till antracen, TBT och PFOS. Polybromerade difenyletrar samt kvicksilver överskrider också gränsvärdena men har blivit undantagna då föroreningskällan är långburen. För ny statusklassning se Bilaga 2 – Ny bedömning av ekologisk och kemisk status.

*Antracen*

Råcksta träsk klassas till uppnår ej god status med hänseende till antracen. Havs- och Vattenmyndigheten har rekommenderat ett förslag på gränsvärde (QS) för halt av antracen

24(93)

---

RAPPORT  
2017-03-03  
UNDERLAG TILL ÅTGÄRDSPROGRAM RÅCKSTA TRÄSK

i sediment på 0,024 mg/kg TS för bedömning av kemisk status. Gränsvärdet är sedan normerat till 5 % kolhalt vilket ger ett gränsvärde på 0,064 mg/kg TS. Utförda mätningar av antracen i sediment, vid 1 mättillfälle, år 2016, resulterande i en medelhalt på 0,096 mg/kg TS i vattenförekomsten, gör att god kemisk status för antracen inte uppnås i vattenförekomsten.

#### *Polybromerade difenyletrar, PBDE (Nationellt överskridna värden)*

Halterna av PBDE bedöms överskrida gränsvärdet i fisk i samtliga vattenförekomster i Sverige. Det finns ett mätvärde från 2015 där halten i fisk uppmättes till 0,024 µg/kg VV, statusen klassas därför som uppnår ej god status. Gränsvärdet för PBDE i biota anges till 0,0085 µg/kg VV (våtvikt).

#### *Bly och Blyföreningar*

Råcksta träsk klassas till god status med avseende på bly och blyföreningar. Det finns inga mätdata som överstiger gränsvärdet för bly i vatten i vattenförekomsten. Bakgrundskorrigerad mätdata från 1 mättillfälle av bly i sediment år 2016, med en medelhalt på 108 mg/kg TS (torrsubstans). Havs- och Vattenmyndigheten har rekommenderat ett förslag på gränsvärde (QS) för blyhalt i sediment på 131 mg/kg TS för bedömning av kemisk status.

#### *Kadmium och kadmiumföreningar*

Råcksta träsk klassas till god status med avseende på kadmium och kadmiumföreningar. Det finns inga mätdata som överstiger gränsvärdet för kadmium i vatten i förekomsten. Bakgrundskorrigerad mätdata från 1 mättillfälle av kadmium i sediment år 2016, med en halt på 1,3 mg/kg TS. Havs- och Vattenmyndigheten har rekommenderat ett förslag på gränsvärde för kadmiumhalt i sediment på 2,3 mg/kg TS för bedömning av kemisk status.

#### *Kvicksilver (Nationellt överskridna värden)*

Råcksta träsk klassas till uppnår ej god status med hänseende till kvicksilver- och kvicksilverföreningar. Uppmätta halten i fisk under 2015 var 0,080 mg Hg/kg VV. En nationell analys av kvicksilverhalt i fisk utförd 2008 under förra vattenförvaltningscykeln indikerade att halten av kvicksilver i fisk förväntas ligga högre än gränsvärdet för god kemisk status för kvicksilver i fisk i hela landet. Gränsvärde för kvicksilver i fisk är 0,020 mg Hg/kg VV.

#### *Hexaklorbutadien*

Råcksta träsk klassas till god status med hänseende till Hexaklorbutadien. Bedömningen av Hexaklorbutadien avser halt i fisk och baseras på ett mätvärde från 2015. Uppmätt halt var <0,1 µg/kg VV. Gränsvärdet i biota är 10 g/kg VV.

#### *Nickel- och nickelföreningar*

Råcksta träsk klassas till god status med hänseende till nickel- och nickelföreningar. Bedömningen baseras på maxvärdet av 6 uppmätta värden av löst filtrerad halt under 2015 och 2016 där den biotillgängliga fraktionen har beräknats med programvaran Bio-met utifrån data på pH, DOC, Ca och löst Ni i vattenprovet. Gränsvärdet för biotillgänglig koncentration är 4,0 µg/l. Maxvärdet för löst filtrerad halt var 1,6 µg/l.

#### *Perfluoroktansulfonsyra och dess derivat (PFOS)*

Vattenförekomsten klassas till uppnår ej god status med hänseende på perfluoroktansulfonsyra och dess derivat. Uppmätta halten av PFOS i fisk under 2015 var 99 µg/kg VV, årsmedelhalten PFOS i vatten samma år var 6,6 µg/l. Bedömningen baseras på 2 värden uppmätta i fisk och 4 värden uppmätta i vatten under 2015. Gränsvärde för PFOS i fisk var 9,1 µg/kg VV. Gränsvärde för årsmedelvärde av PFOS i vatten är 0,00065 µg/l.

#### *Tributyltennföreningar*

Råcksta träsk klassas till uppnår ej god status med avseende på tributyltennföreningar (TBT). Det finns inga mätdata som överstiger gränsvärdet för TBT i vatten i förekomsten. Bakgrundskorrigerad mätdata från 1 mättilfälle av TBT i sediment år 2016, med en halt på 4,6 µg/kg TS. Gränsvärdet för TBThalt i sediment är 1,6 µg/kg TS för bedömning av kemisk status. Gränsvärdet är sedan normerat till 5 % kolhalt vilket ger ett gränsvärde på 4,3 µg/kg TS.

#### *Fluoranten*

Råcksta träsk klassas till god status med avseende på fluoranten. Det finns inga mätdata som överstiger gränsvärdet för TBT i vatten i förekomsten. Bakgrundskorrigerad mätdata från 1 mättilfälle av fluoranten i sediment år 2016, med en halt på 0,88 mg/kg TS. Gränsvärdet för fluorantehalt i sediment är 2,0 mg/kg TS för bedömning av kemisk status.

## **7 Orsaker till miljöproblem**

För att kunna höja statusen för de kvalitetsfaktorer som bedömts ha sämre än god status behöver orsaken till problemen fastställas. Nedan följer en bakgrund till ämnena samt en analys av vad som troligtvis ligger bakom miljöproblemen till de kemiska och ekologiska parametrarna.

### **7.1 Näringsämnen**

För höga näringsförhållanden i vattnet kan troligen vara en bidragande orsak till att parametrarna växtplankton, makrofyter, syrgasförhållanden, ljusförhållanden, bottenfauna och ammoniak inte uppnår god status.

Övergödning i sjöar antas bero på fosfor eftersom detta generellt sett är begränsande i förhållande till kvävehalter (Fölster & Djodijc, 2015). Vid beräkning av kväve-fosforkvoten blev resultatet att det under sommaren troligen är kväve som begränsar, då är det ett stort kväveunderskott. (Instutionen för miljöanalys, 2016) Källor till kväve och fosfor är bland annat industrier, dagvatten, förbränningsprocesser (t.ex. trafik) enskilda avlopp, jordbruk och skogsbruk (Holmqvist & Bengtsson, 2009). Avrinningen till sjön från bebyggelse och trafik är även näringsrik. Andra källor till fosfor i dagvatten är djurspillning och gödsling, trafikavgaser, fordons- och gatutvätt (tvättmedel), erosion av vägbana samt sandning. (Larm & Pirard, 2010)

Fosforläckage av lagrad fosfor från botten är också en källa till fosfor som via modellering uppskattas till ca 4.3 kg/år.

### 7.1.1 Växtplankton (Klorofyll a)

Plankton avspeglar miljön i vattensamlingen, både artsammansättningen och den totala mängden växtplankton. Plankton reagerar snabbt på förändringar och ger en bild av hur det ser ut i sjön med avseende på övergödning/försurning. (Caruso, o.a., 2013)

I Räcksta träsk har halter av klorofyll a uppmätts som speglar mängden näringsämnen. Måttlig status för klorofyll a indikerar därmed att halten av totalfosfor är för hög.

### 7.1.2 Makrofyter

Makrofyter ger en bild av miljön under en längre tid jämfört med plankton som reagerar snabbt på förändringar. Bedömningen på TMI (trofiskt makrofytindex) som beräknas för kvalitetsfaktorn är ett mått av hur näringsrika förhållanden i vattnet är. Ett lågt TMI tyder på näringsrika förhållanden (Caruso, o.a., 2013). Den måttliga statusen kan således vara kopplat till för höga halter näringsämnen.

### 7.1.3 Syrgasförhållanden

Syrgas uppnår inte god status i Räcksta träsk. Detta kan vara en följd av för höga halter av näringsämnen och organiskt material (Holmqvist & Bengtsson, 2009). Höga halter näringsämnen leder till en hög alg tillväxt och hög mängd dött organiskt material. Syre förbrukas då detta bryts ned vilket leder till att syrebrist kan uppstå, vanligtvis nära botten. När syret tar slut fortsätter nedbrytning av organiskt material genom att bakterier utnyttjar sulfat som syrekälla och bildar i processen svavelväte. Svavelväte är giftigt för alla högre stående organismer och vid höga halter leder det till döda bottenar (SMHI, 2016).

Tidvis har det varit syrgasfritt i botten till följd av att syret förbrukats och svavelväte har påträffats.

### 7.1.4 Ljusförhållanden

Siktdjup är en parameter som i all sin enkelhet säger ganska mycket om en sjös status. Siktdjupet i sjöar med liten egenfärg (från humusämnen) styrs i stort av växtplanktonförekomsten, alltså indirekt av koncentrationen av total-P (Sonesten & Wilander, 2006) Försämrat siktdjup kan också vara en delvis naturlig tillbakagång till ett mer humöst vatten vilket kan bero på en minskning av det sura nedfallet. (Caruso, o.a., 2013)

### 7.1.5 Bottenfauna

Bottenfaunan är en viktig indikator på miljön i vattnet och på/i akvatiska miljöer. Generellt används provtagningen till att räkna ut olika index i stil med hur många arter finns det som tål låga syrehalter jämfört med de som kräver mycket syre. (Caruso, o.a., 2013)

Den höga halten av näringsämnen i Räcksta träsk påverkar alg tillväxt och mängden dött organiskt material, därmed också syrgas vid botten, se avsnitt 7.1.3 om syrgas. En syrgasfri miljö eller en miljö med svavelväte gör att den bottenlevande biotan kan slås ut.

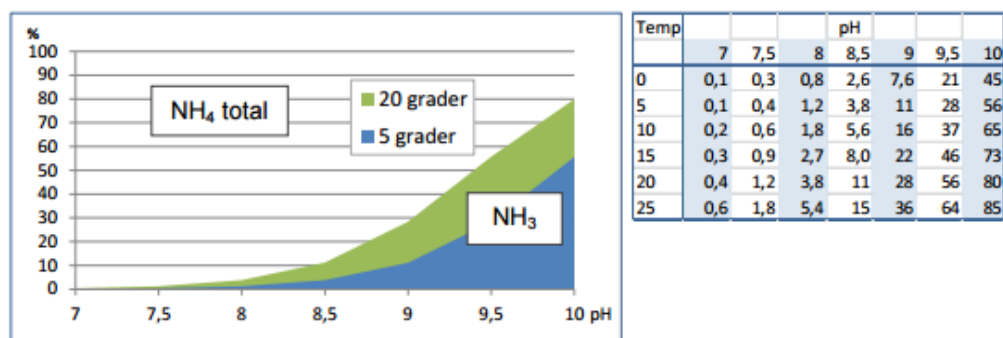
Vid undersökningen i juli 1996 (2,4-2,7m) påträffades ungefär samma taxa som i september 2004, men i färre antal. Den största skillnaden är i antalet Chaoborus, men då den inte tillhör den stationära bottenfauna kan inga slutsatser dras därav. Skillnaden i antal jämfört med 1996 i övrigt kan antingen vara säsongsbetingat eller bero på en svag förbättring av tillståndet. I proverna hittades också tomma skal efter föroreningstoleranta snäckor som bör ha levat i sjön nyligen men slagits ut, t.ex. av svavelväte. Sedimenten som studerades var svart med oljeinblandning, dock ingen svavelvätelukt. (Stehn, 2004)

I Räcksta träsk beräknades ASPT-värdena med och utan snäckor. Det något högre värdet med snäckor bör betraktas som en potential på något längre sikt, det lägre värdet som status för 2004. (Stehn, 2004)

### 7.1.6 Ammoniak

Ammoniak är en färglös gas (i rumstemperatur) som är löslig i vatten. (Edling, 2016) Den största utsläppskällan i Sverige är djurhållningen (87 %), ammoniak avges från gödsel i stall och genom spridning av stallgödsel (30 % av kvävet kan i värsta fall avgå som ammoniak till luften från ett stall). (Naturvårdsverket, 2016) Ämnet bildas också i naturen vid nedbrytning av organiskt kvävehaltigt material. (Edling, 2016) I vatten oxideras ammoniak av bakterier till nitrater, vilket på några dagar kan leda till syrebrist i bottenskiktet. I sjöar och vattendrag orsakar ammoniak och dess sönderfallsprodukter övergödning. För vattenorganismer är ammoniak mycket giftigt. (Finska arbetshälsainstitutet, 2014)

Halten fri ammoniak i vatten står även i jämvikt med halten ammonium och varierar med temperatur och pH-värdet. (VISS, 2016) i vilken grad de påverkar redovisas i Figur 9.



Figur 9 Andelen ammoniak av den totala ammoniumfraktionen (summan joniserad och icke joniserad ammonium) vid varierande pH och temperatur i vatten. I grafen åskådliggörs förhållandena vid 5 respektive 20 C. (SveMin, 2012)

Höga halter ammoniak i ytvatten förekommer främst i kraftigt övergödda vatten som inte uppnår god status varken med avseende på totalfosfor eller enligt förslagen till bedömningsgrunder för totalkväve. (Fölster & Djodjic, 2016) .

Orsaken till de förhöjda ammoniakhalterna i Räcksta träsk är oklara, en orsak skulle kunna bero på nedbrytningen av organiskt kvävehaltiga material. Även Vällingby ridcenter i området skulle kunna ha en bidragande effekt.

28(93)

RAPPORT  
2017-03-03  
UNDERLAG TILL ÅTGÄRDSPROGRAM RÄCKSTA TRÄSK

De uppmätta halterna av ammonium och ammoniakkväve i Råcksta träsk verkar vara som högst i februari-mars när det är låga temperaturer och lågt pH i vattnet (medeltemp 5,3 °C och medelpH 7,3). En anledning till att ammoniumhalter är höga framför allt under vintern kan vara att växterna i tillrinningsområdet då inte kan ta upp allt ammonium som frigörs vilket då kan transporteras vidare med grundvattnet ut till ytvattnet (Fölster & Djodijc, 2015).

## 7.2 Antracen

Antracen är ett utfasningsämne och tillhör gruppen PAH. Ämnet är en beståndsdel i fossila bränslen och används som syntesråvara och finns i koltjäredervat och kreosot, samt i extrakt från smörjoljeraffinering. Antracen kan även finnas i pyrotekniska produkter och koltjäreinnehållande produkter som färger och vattentäta ytbeläggningar. Dessutom förekommer ämnet i takpapp, gummidäck, annat gummi, äldre asfalt (70-talet) och impregnerat trä. Antracen är en biprodukt vid ofullständig förbränning av organiskt material och inte lösligt i vatten. Det förekommer främst i gasfas i atmosfären, en mindre del även bunden till partiklar. (Naturvårdsverket, 2009)

I en undersökning gjord på uppdrag av Stockholm Vatten (Holmgren, 1999) gjordes en kvantitativ uppskattning av de största källorna i Stockholm och årliga massflöden av PAH till Stockholms recipienter och avloppsreningsverk. I undersökningen beräknades bidraget från olika källor till belastningen. En slutsats är att PAH-deposition på sjöyta kan stå för en stor del av PAH-bidraget i många recipienter. (SLB-analys, 2002)

PAH-föroreningar relaterade till fordon är avgaser, slitage av däck och slitage av vägmateriäl. (SLB-analys, 2002)

Möjliga källor till antracen i dagvatten är bland annat ifrån användningen av skyddsmedel för skog, insektsmedel, beläggning på materiäl, pyrotekniska produkter, färger, vattentäta ytbeläggningar, gummi och impregnerat trä. (Larm & Pirard, 2010)

I avrinningsområdet för Råcksta träsk finns Bergslagsvägen (ÅDT>30 000), Lötenvägen (ÅDT>15 000) och Råckstavägen (ÅDT 15 000) som är stora vägar med hög trafikintensitet.

## 7.3 Perfluoroktansulfonsyra och dess derivat (PFOS)

Perfluorerande ämnen är ett samlingsnamn för en stor grupp fluorerade ämnen. Ämnena är både hydrofoba och lipofoba men kan transporteras i både vatten och luft. De är ofta mycket persistenta ämnen som kan transporteras långt, vissa är dem även bioackumulerande och toxiska. (Kemikalieinspektionen, 2006)

Dessa ämnen har huvudsakligen använts i impregnerade textilier, (smuts-, fett- och vattenavvisande) impregnerat papper, rengöringsmedel och brandsläckningsskum. (Kemikalieinspektionen, 2016) Andra källor kan vara industriella och kommunala avlopp och lakvatten från deponier. (Kemikalieinspektionen, 2006)

I avrinningsområdet ligger Vällingby brandstation. En stor källa till vissa perfluorerade ämnen är brandsläckningsmedel som under en lång tid funnits i brandskum. Om

---

brandövningar utförts i området är chansen stor att dessa ämnen transporterats till Råcksta träsk med grund- och dagvatten. Perfluorerade ämnen kan även vara långburna och färdas över långa sträckor. Att Judarn också har liknande mängd överskridande halter av PFOS i vatten och biota trots olikheter av markanvändning i tillrinningsområdet samt dess storlek tyder dock på att föroreningen kan ha en annan källa. Troligtvis kommer PFOS via atmosfärisk deposition.

PFAS-sammansättningen i Råcksta träsk är dock annorlunda än i sjöarna runt om. Råcksta träsk skiljer sig även från övriga vattenförekomster i Stockholm vilket tyder på en källa inom tillrinningsområdet. Dessutom är den totala PFAS-halten högre än samtliga undersökta förekomster i Stockholm stad. Johannelundstippen kan vara en källa till detta.

## 7.4 Tributyltennföreningar (TBT)

Tributyltennföreningar är en organisk metallförening och har under en lång tid använts som tillsats i båtbottnfärg. Det är giftigt redan vid låga koncentrationer på akvatiskt liv. (Cato, Magnusson, Granmo, & Borgegren, 2007) Användningen av TBT i båtbottnfärger har förbjudits succesivt och sedan 2008 råder totalförbud. Utöver användningen i båtbottnfärger har TBT använts inom skogs- och pappersindustrin som konserveringsmedel. Träskyddsmedel, i textilier och som stabiliseringsmedel i mjukplast. (JP Sedimentkonsult HB, 2016)

TBT är en organisk metallförening med tre butylkedjor (C<sub>4</sub> H<sub>9</sub>) som är bundna till en tennatom (Sn). Under gynnsamma syrerika förhållanden bryts föreningen ned till det mindre giftiga dibutyltenn (DBT) med två butylkedjor och vidare till monobutyltenn (MBT) med en butylkedja och slutligen till fria tennjoner (Sn<sup>4+</sup>). Under syrefria förhållanden, t.ex. i sediment eller på platser med syrefritt bottenvatten, sker i stort sett ingen nedbrytning alls. I dessa fall handlar det om halveringstider på många år till årtionden. Sedimenten fungerar därför som en depå från vilka TBT åter kan frigöras. TBT-förorenade sediment kan under mycket lång tid utgöra en sekundär källa utöver den primära källan som idag främst är båtbottnfärger.

Kvoten tributyltenn (TBT)/monobutyltenn (MBT) + dibutyltenn (DBT)) i sediment är ett bra uttryck för om nytillskott av TBT sker eller ej. En kvot <0,8 innebär inte ett nytillskott medan kvoter i intervallet 0,8-1,0 och 1,0 - 1,5 innebär ett litet respektive märkbart tillskott. Är kvoten >1,5 anses nytillskottet vara stort. Kvoten används för att diskutera eventuella nytillskott av TBT. (JP Sedimentkonsult HB, 2016)

I Råcksta träskts ytsediment ligger kvoten på 0,11 – 0,26 vilket indikerar en gammal förorening. Det är egendomligt att TBT påträffas i en sjö utan båttrafik men några av de andra användningsområdena är en möjlig källa. En annan möjlig källa är att båtar målades med bottenfärg innehållande TBT som placerats på den egna tomten och på hösten spolades av med högtrycksspolning. Sedan på våren slipas eventuell färgrester på båtskrovet bort, (JP Sedimentkonsult HB, 2016)

## 7.5 Kvicksilver (Hg) – nationellt överskridande

Tungmetallen kvicksilver sprids huvudsakligen till dagvatten via varor som innehåller kvicksilver (kasserade termometrar, batterier, lågenergilampor), sandning, diffus spridning vid avfallshantering, industriutsläpp och kremering. (Larm & Pirard, 2010)

I VISS har kvicksilver fått ett undantag med mindre stränga krav. Skälet för undantag är att det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna av kvicksilver till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Den största påverkan av kvicksilver består av atmosfärisk deposition vars ursprung är långväga, globala atmosfäriska utsläpp från tung industri och förbränning av stenkol. I Sverige har en stor mängd av det nedfallande atmosfäriska kvicksilvret under lång tid ackumulerats skogsmarkens humuslager, varifrån det kontinuerligt sker ett läckage till ytvattnet med påföljande ackumulering i vattenlevande organismer och fisk. Problemet bedöms ha en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda det. De nuvarande halterna av kvicksilver (december 2015) får dock inte öka. (VISS, 2016)

Nära recipienten finns ett krematorium som släpper ut kvicksilver till luften, se avsnittet om punktkällor. I anslutning till tillrinningsområdet ligger även Hässelby värmeverk.

## 7.6 Polybromerade difenyletrar (PBDE) - nationellt överskridande

Polybromerade difenyletrar är en bromorganisk förening som används som flamskyddsmedel, spridningen sker genom diffust läckage från olika typer av industriella applikationer samt från varor såsom möbler, isoleringsmaterial, plaster m.m. PBDE är klassad som miljöfarlig och hälsoskadlig för människor och vi får i oss ämnet främst via hushållsdamm. Dessutom är ämnet klassificerat som mycket giftigt för vattenlevande organismer. (Institutet för miljömedicin, 2014)

Huvudsakliga källor till spridning i dagvatten är via isolering till hus, plaster, textilier och elektronik. (Larm & Pirard, Utredning av föroreningsinnehållet i Stockholms dagvatten, 2010)

I VISS har PBDE fått ett undantag med mindre stränga krav. Skälet för undantag är att det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna av PBDE till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Problemet beror främst på påverkan från långväga luftburna föroreningar och bedöms ha en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda det. De nuvarande halterna av PBDE (december 2015) får dock inte öka. (VISS, 2016)

## 8 Beting

Utifrån bedömningen av Räcksta träsk status ses ett behov av att reducera belastningen av fosfor, kväve, ammoniak, antracen, TBT, PBDE, kvicksilver och PFOS för att nå MKN. De kvalitetsfaktorer som inte uppnått god status och där det inte är möjligt att ta fram ett beting som ska uppnås är: makrofyter och bottenfauna, syrgasförhållanden och ljusförhållanden. Dock indikerar problematiken med dessa att det är för hög mängd näringsämnen i sjön. Om tydliga indikationer visar på att kvävehalten styr tillväxten och

påverkar artsammansättningen får vattenmyndigheten göra en expertbedömning av lämplig kvävehalt som gräns mellan god och måttlig status. (Havs- och Vattenmyndigheten, 2015). Ett beting för kväve har därför inte tagits fram.

Gränsvärden för ämnen uttrycks i årsmedelhalt eller maximal tillåten halt. För att beräkna betinget användes den procentuella skillnaden mellan medelvärdet av uppmätt halt i recipienten och halt för god status. Denna procentuella skillnad i av halt i vatten överfördes sedan till föroreningsbelastning från dagvatten då inga övriga punktkällor identifierades för relevanta ämnen utöver internbelastning av fosfor. Diffusa eller icke-kvantifierbara källor är inte med i betinget.

## 8.1 Tillrinningsområde

En beräkning utfördes i Storm Tac (webversion 16.4.1) där markanvändning från Stockholm Vattens markkartering användes som indata med mindre korrigeringar som t.ex. större vägar som fick en egen markanvändning väg. Med hjälp av Storm Tac beräknades den belastning för relevanta ämnen som når sjön från dagvattnet, se **Fel! Ogiltig självreferens i bokmärke..** Detta baseras på markanvändning och avrinning med föroreningar som genereras i tillrinningsområdet. Belastning av PFOS från markanvändningstyper går inte att beräkna med hjälp av Storm Tac vilket är varför detta saknas i tabellen. TBT som inte längre tillkommer Råcksta träsk är inte heller med.

*Tabell 4 Total belastning av fosfor (P), kväve (N), kvicksilver (Hg), antracen (ANT) och polybromerade difenyletrar (PBDE 47,99 209) och tributyltennfluorider (TBT) som beräknas nå Råcksta träsk genom dagvattnet.*

|                                                  | P     | N     | Hg   | ANT   | PBDE** |
|--------------------------------------------------|-------|-------|------|-------|--------|
|                                                  | kg/år | kg/år | g/år | g/år  | g/år   |
| Belastning från tillrinningsområde               | 150   | 1200  | 20   | 130   | 130    |
| Avskiljning av ämnen, damm vid Bergslagsplan*    | 18    | 83    | -    | -     | -      |
| Avskiljning av ämnen i diken längs Berslagsvägen | 3     | 17    | 0,9  | 0,5   | 0,2    |
| Belastning efter reduktion i dammen              | 129   | 1100  | 19,1 | 129,5 | 129,8  |

\* (Sweco, 2009)

\*\* Summa av kongenerna PBDE 47,99 och 209.

## 8.2 Intern belastning

På grund av att höga fosforhalter tillförts Råcksta träsk under en lång tid har en stor del fosfor sedimenterat på botten. Råcksta träsk är grund och oskiktad, på sommaren blandas de näringsämnena som sedimenterat upp med ytvatten och koncentrationerna i vattnet kan bli mycket höga. (Stockholms stad, 2006)

Modellering har utförts med en modell utvecklad i programmet GoldSim. Resultaten indikerar att den interna fosforbelastningen är ca 4 kg/år idag. För mer ingående information om modelleringsresultat se Bilaga 5 – Fosformodellering av Råcksta träsk.

### 8.3 Förslag på beting

Förslag på beting utgår ifrån skillnaden på uppmätt halt i recipienten och gränsvärden för god status enligt vattendirektivet. Beting för näringsämnen har utgått från skillnaden i uppmätt halt och gränsvärden för totalfosfor då denna parameter har dålig status. Troligen påverkas de andra ekologiska kvalitetsfaktorer som inte nått god status av den höga halten av näringsämnen och beting fastställs därför bara för totalfosfor, se Tabell 5.

Av de bedömda kemiska ämnena klassas fem till uppnår ej god status. Dessa är antracen, PFOS, TBT, PBDE och kvicksilver. För antracen och TBT skulle halterna i sedimenten behöva minska.

Att minska halten i tillrinning leder med tiden att halterna i sedimenten förbättras då det blir lägre halter i de nya sedimentlagren som lägger sig ovanpå de tidigare. Därför har beting som berör tillrinningen även tagits fram för antracen, se Tabell 5. Då halten av TBT i sediment beror på en gammal synd och trenden är att halterna minskar har inget beting tagits fram för TBT.

Belastningen av PFOS via dagvattnet går inte att beräkna med hjälp av StormTac då det saknas underlag. Då halten PFOS i vatten skulle behöva minska med 99 % är det inte heller möjligt att nå betinget genom åtgärder i tillrinningsområdet då befintliga reningsanläggningar inte har så hög reningsgrad. För att åstadkomma denna sänkning behöver utsläppen minska vid källan vilket är svårt då ämnet sprids långväga och stor del av bidraget kan komma från atmosfäriskt nedfall. Beting har därför inte tagits fram för PFOS.

*Tabell 5 - Beting för de kvalitetsfaktorer där det kunnat bestämmas. Alla dessa behöver förbättras för att recipienten ska kunna nå god status.*

| Parameter                                      | Förbättringsbehov medium | Förbättringsbehov i procent | Beting    |
|------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------|
| Fosfor, P                                      | vatten                   | 76 %                        | 100 kg/år |
| Kväve, N                                       | vatten                   |                             | -         |
| Antracen                                       | sediment                 | 33 %                        | 1,7 g/år  |
| Perfluoroktansulfonsyra och dess derivat, PFOS | fisk                     | 90 %                        | -         |
|                                                | vatten                   | 99 %                        |           |
| Tributyltennföreningar, TBT                    | sediment                 | 7 %                         | 0,02 g/år |
| Bromerade difenyletrar, PBDE*                  | fisk                     | 65 %                        | 85 g/år   |
| <b>Nationellt undantag</b>                     |                          |                             |           |

|                            |      |      |         |
|----------------------------|------|------|---------|
| PBDE(47,99,209)            |      |      |         |
| Kvicksilver, Hg*           | fisk | 75 % | 15 g/år |
| <b>Nationellt undantag</b> |      |      |         |

\*Då det finns nationella undantag för PBDE och kvicksilver kommer dessa beting inte utgöra mål för åtgärdsförslagen.

## 9 Förslag till arbetsgång kopplat till åtgärdsförslag

För att nå betinget och i förlängningen god ekologisk och kemisk status i Räcksta träsk behöver åtgärder vidtas i flera steg. Åtgärder i tillrinningsområdet är ett första steg för att reducera den totala belastningen av fosfor, kväve, antracen, PBDE och kvicksilver i dagvattnet som tillförs recipienten. Åtgärderna för att rena dagvattnet i tillrinningsområdet ger en stark indikation på om det är möjligt att nå betingen.

Då halten av TBT i sediment beror på en gammal synd och trenden är att halterna minskar har inga åtgärder tagits fram för att reducera denna. När nya partiklar sedimenterar kommer halterna av TBT att minska ytterligare och så småningom nå god status.

Parallellt kan kunskapshöjande åtgärder utföras i form av mätningar och studier. Detta för att utreda andra kvalitetsfaktorer, punktkällors påverkan på recipient samt källa och spridningsvägar för t.ex. PFOS.

Efter att åtgärder anlagts i tillrinningsområdet och föroreningsbelastningen i dagvattnet har reducerats enligt betinget kan åtgärder i recipient utföras. Detta ska dock endast utföras om betinget för föroreningsbelastningen i dagvattnet har uppnåtts. Annars kommer åtgärderna i recipient på sikt inte ha någon verkan. Som ett sista steg kan nya mätningar och inventeringar utföras för att undersöka effekten av åtgärderna i tillrinningsområdet. Om god status uppnåtts för de olika ämnena.

Målet med åtgärderna är att nå betingen med 150 %, detta för att ta höjd för kommande planers belastning och möjliggöra ny bebyggelse inom tillrinningsområdet.

## 10 Åtgärder i tillrinningsområdet

Åtgärdsförslag i tillrinningsområdet siktar på att minska belastningen från dagvatten som når recipienten. För att ta fram förslag på åtgärder i tillrinningsområdet har möjliga platser för anläggningar först lokaliserats. En "möjlig plats" innebär att platsen är allmän mark och har de förutsättningar som krävs för att anlägga föreslagen åtgärd. Till exempel påverkar höjdnivåer, vattengångar i ledning och jordart möjligheten att anlägga olika åtgärder. Målet har varit att ge förslag på åtgärder uppströms snarare än nedströms, alltså nära källan, så långt det varit möjligt.

Vissa av åtgärderna (torrdamm, damm och våtmark) har en föreslagen plats i Grimsta naturreservat. För att anlägga dessa åtgärder krävs kommunens tillstånd samt att dess med utveckla områdets biologiska mångfald.

För varje anläggning redovisas de processer och förlopp som renar dagvattnet samt reningseffekten, detta kan ses i Bilaga 3 – Funktion av anläggningar i åtgärdsförslag.

Reningseffekten för respektive åtgärd med avskilda mängder presenteras i Bilaga 6 – Råcksta träsk – Åtgärder, avskild mängd och kostnader. Kostnadsuppskattningen för varje åtgärd baseras på schablonhalter som kan ses i avsnitt 10.2 nedan. Beräknad kostnad per anläggning presenteras kort i tabellerna vid varje åtgärdsförslag men kan ses i fulla i den fristående Bilaga 6 – Råcksta träsk – Åtgärder, avskild mängd och kostnader. Placering av samtliga föreslagna åtgärder redovisas i Bilaga 4 - Lokalisering av åtgärder men en överblicksbild kan även ses i avsnitt 10.3.

## 10.1 Dimensionering av anläggningar

Vid anläggning av växtbäddar dimensioneras de för att fördröja 20 mm regn över avrinningsområdet till anläggningen. Normalt sätt dimensioneras anläggningens yta till att uppta 10 % av avrinningsområdets reducerade area, men då växtbäddarna som föreslås här ska få plats inom befintlig bebyggelse har de dimensioneras att utgöra 5 % av reducerad area. Detta medför att växtbäddarna behöver bli djupare för att kunna fördröja samma volym. Praxis är att inte räkna med den volym vatten som upptar jordens porvolym. Växtbäddarna beräknas därmed vara nedsänkta 45 cm under marknivå, med en bräddbrunn belägen 5 cm från marknivå. Alltså kan vatten upp till 40 cm samlas i växtbädden innan det bräddas. Då växtbäddarna görs djupare ökar även kostnaden med uppskattningsvis 20 % jämfört med schablonkostnaden för att anlägga växtbädd, se avsnitt 10.2.

På de ställen där curb extensions anläggs i gata och tar parkeringar i anspråk har en parkeringsyta på 2,5 m \* 6 m (15 m<sup>2</sup>) använts som standardmått.

Torrdammar dimensioneras efter 20 mm regn över den reducerade arean. De anläggs som nedsänkta ytor med en upphöjd kupolsil där dagvatten kan brädda. Kupolsilens upphöjning beror på anläggningens djup som också påverkar dess storlek.

Sedimentations-/perkulationsmagasin dimensioneras också efter 20 mm regn över den reducerade arean. Kan magasinet placeras över grundvattenytan rekommenderas perkulationsmagasin som tillåter att vatten infiltrerar till grundvattnet, detta ger en bättre reningsgrad då avrinningen direkt till recipienten minskar. När grundvattenytan är nära marknivå anläggs täta sedimentationsmagasin för att inte en sänkning av grundvatten nivån ska ske.

Dammar och våtmarker dimensioneras översiktligt med schablonsiffran 150 m<sup>2</sup> dammarean per ha reducerad area.

Diken renar dagvatten när det översilas dikesslätten. Dikesslätten närmast gatan dimensioneras med maximal lutning 1:3, medan motstående sida ges maximal lutning 1:2 (Trafikverket, 2012). Dikesdjupet ska vara minst 0.5 m under vägytan (Trafikverket, 2012).

## 10.2 Underlag för kostnadsuppskattning

De schablonhalter som används för att kostnadsuppskatta åtgärdsförslagen baseras på erfarenhet av de som arbetar i branschen (branschstandard) och uppgifter från tidigare

---

projekt. Ett kostnadsintervall presenteras där priset kan variera på grund av storlek på anläggningen eller på grund av andra förutsättningar. Schablonhalterna ämnar i de fall de används för en åtgärd (ex. växtbädd) att inkludera totalkostnad fram till att anläggningen kan tas i drift, alltså inkludera projekterings- och anläggningsfas se Tabell 6.

36(93)

RAPPORT  
2017-03-03  
UNDERLAG TILL ÅTGÄRDSPROGRAM RÅCKSTA TRÄSK

Tabell 6 – Underlag för kostnadsuppskattning av åtgärder. Angivna kostnader inkluderar projektering och utredning som står för ca 10% av anläggningskostnaden.

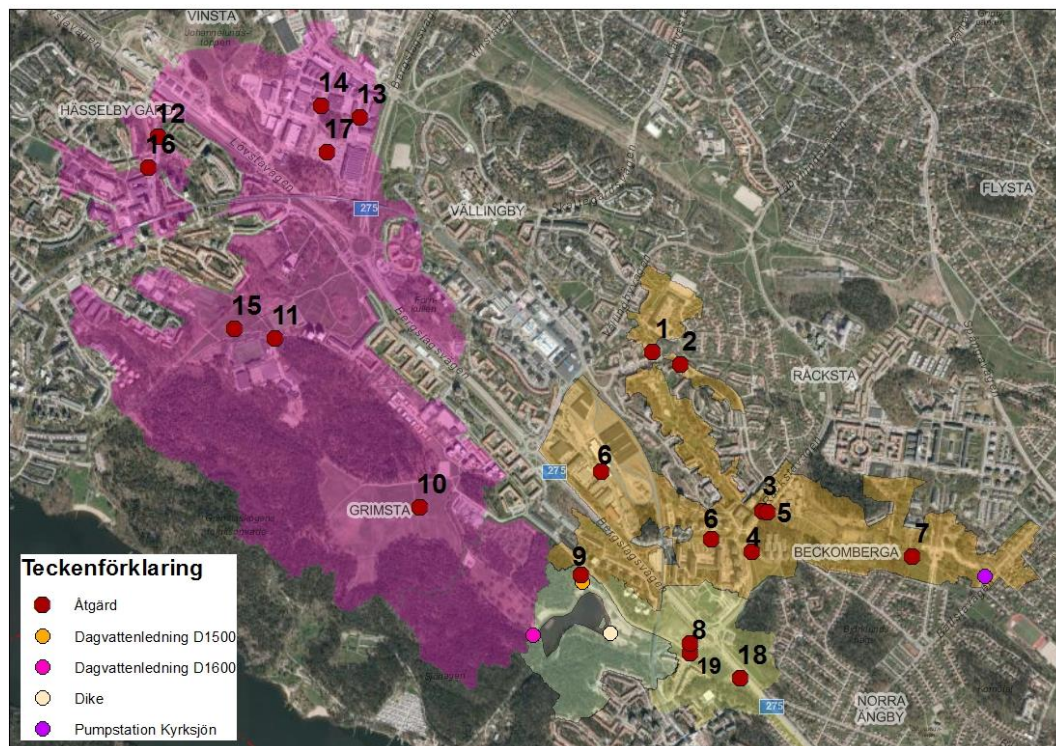
| Arbetsmoment och material                          | Minsta kostnad (kr) | Förklaring kostnadsintervall                                                                                                     | Högsta kostnad (kr) | Enhet             | Källa                                                                   |
|----------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Dra ny ledning                                     | 3000                | D300 = 3000<br>D1000 = 6000                                                                                                      | 6000                | kr/m              | Branschstandard*                                                        |
| Gräsdike (Jordschakt + sådd)                       |                     |                                                                                                                                  | 1650                | kr/m              | (Ekologgruppen, 2016)                                                   |
| Krossdike (Jordschakt, makadam och gräsbeläggning) |                     |                                                                                                                                  | 2750                | kr/m              | (Norconsult, 2011)                                                      |
| Bergschakt                                         | 700                 |                                                                                                                                  | 700                 | kr/m <sup>3</sup> | Branschstandard*                                                        |
| Växtbädd                                           | 3300                | 3300= 700 m <sup>2</sup><br>6300 = 40 m <sup>2</sup><br>9300= 20 m <sup>2</sup>                                                  | 9300                | kr/m <sup>2</sup> | (Lindfors, Bodin-sköld, & Larm, 2014),<br>(Ekologgruppen, 2016)         |
| Skeva om asfaltsyta                                | 220                 |                                                                                                                                  | 220                 | kr/m <sup>2</sup> | Branschstandard*                                                        |
| Anlägga ny GC-väg (3 m bred)                       | 3000                |                                                                                                                                  | 3000                | kr/m              | Branschstandard*                                                        |
| Avsättningsmagasin                                 | 5250 6000           | 5250 = utan pump<br>6000 = med pump<br>18 181= automatisk styrning, pumphar 2,5 l/s*2.<br><br>9000 kr/m <sup>2</sup> = utan pump | 18 181              | kr/m <sup>3</sup> | (Stockholm Vatten AB, 2001)<br>(Aldheimer, 2004)<br><br>(Ramböll, 2014) |
| Torr översvåmningsyta / svackdike                  | 550                 | Beroende på utformning och material. Kostnad för ledning tillkommer.                                                             | 2000                | kr/m <sup>3</sup> | (Norconsult, 2011)                                                      |
| Damm med pump                                      |                     |                                                                                                                                  | 4015                | kr/m <sup>2</sup> | (Stockholm Vatten VA AB, 2010)                                          |
| Våtmark/Damm                                       | 230                 | 230= grund, spontan växtlighet                                                                                                   | 1100                | kr/m <sup>2</sup> | (Falk, 2007)                                                            |

\*Kostnaden är tagen i överkant och tar höjd för att vi har en höjd etableringskostnad utspridd på ett lågt antal kubikmeter.

För våta dammar krävs skötsel i form av inspektioner, bortrensning av skräp samt muddring av sediment (Larm, 1994). Enligt Vägverket (2008b) bör inspektion utföras minst två gånger per år. Gärna en gång på våren efter snösmältning och ytterligare en på hösten i augusti-



### 10.3 Åtgärdsförslag



Figur 10 Översiktsbild på tillrinningsområdet med de utplacerade åtgärderna.

Sammanlagt ges förslag på nittionio åtgärder i avrinningsområdet för att förbättra vattenkvaliteten i Råcksta trask. Åtgärdsförslagen siktar på att minska näringsämnen och föroreningsbelastningen från dagvatten som når recipienten. För att ta fram förslag på åtgärder i avrinningsområdet har möjliga platser för anläggningar först lokaliserats. En "möjlig plats" innebär att platsen är allmän mark och har de förutsättningar som krävs för att anlägga föreslagna åtgärder. Till exempel påverkar höjdnivåer, vattengångar i ledning och jordart möjligheten att anlägga olika åtgärder. Därefter har placeringar valt för att komma åt så stor mängd förorenat dagvatten som möjligt. Målet har varit att ge förslag på åtgärder uppströms i tillrinningsområdet, och inte närmast recipienten, så långt det varit möjligt.

Platserna för respektive anläggningar kan ses i Figur 10 samt i Bilaga 4 - Lokalisering av åtgärder. Avskild mängd per år och kostnad per reducerat kg/år redovisas i Bilaga 6 – Råcksta trask – Åtgärder, avskild mängd och kostnader. Kostnadsuppskattningen för varje åtgärd baseras på schablonkostnader som kan ses i avsnitt 10.2.

#### 1. Sedimentations-/Perkolationsmagasin under fotbollsplanen

Avrinningsområdet som leds till magasinet är 5.35 ha stort och består av Vällingbyskolan med skolgård samt omgärdande mark och delar av en grusplan, se Figur 12. Platsen för perkolations-/avsättningsmagasinet ligger sydväst om Vällingbyskolan under

---

fotbollsplanen bestående av grus. Området avvattnas idag via dagvattenledning söderut nära fastigheten Bolaget 2. En bild på dagsläget kan ses i Figur 11.

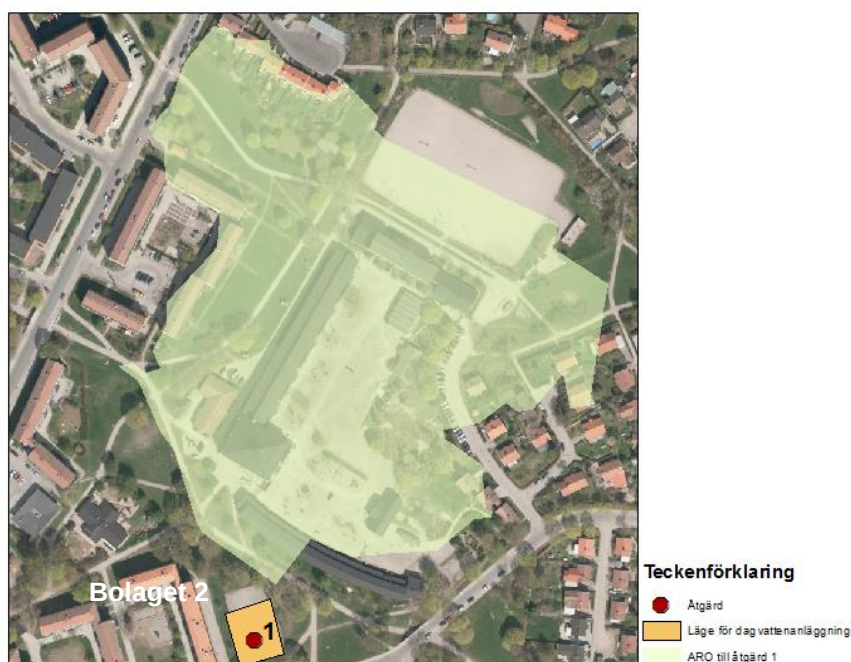
Då det höjdmässigt inte går att få upp dagvattnet från ledningen utan att pumpa vattnet valdes en åtgärd som är belägen under mark. För att reducera kostnaden för ny ledningsdragning begränsas även placeringen i förhållande till befintligt ledningsnät.

Jordarten är glacial lera med 1-3 m djup till berg. Då djupet ner till berg är grunt placeras magasinet nära markytan och max någon meter djupt. Sprängning av berg kan eventuellt behövas, ytterligare undersökningar angående jordartsdjupet behöver utföras på platsen.

Magasinet dimensioneras för att kunna fördröja en volym på 342 m<sup>3</sup>. Arealen på perkolations-/sedimentationsmagasinet beror på djupet som kan anläggas, i Figur 12 har en orange yta på 872 m<sup>2</sup> markerats. Detta är en större yta än vad som behövs även om magasinet skulle ha ett djup på 0.5 m.



*Figur 11 Grusplanen samt omgivande mark och byggnader. Under grusplanen skulle magasinet kunna anläggas. (Google maps, 2016)*



Figur 12 Avrinningsområdet till perkolations-/sedimentationsmagasinet är markerat med ljusgul färg. Läget för dagvattenanläggningen är markerat med en orange polygon.

Tabell 8 Arbetsmoment samt kostnadsuppskattning för sedimentationsmagasinet.

| Arbetsmoment       | Storhet            | Kostnad/enhet          | Kostnad anläggning (kr) | Kostnad drift & underhåll (kr/ år) |
|--------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Ny ledningsdragnig | 100 m              | 3000 kr/m              | 300 000                 | -                                  |
| Avsättningsmagasin | 342 m <sup>3</sup> | 5225 kr/m <sup>3</sup> | 1 800 000               | 90 000                             |
| Summa              |                    |                        | 2 100 000               |                                    |

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 8. Det totala priset för anläggningen uppskattas till ca 2 100 000 kr.

## 2. Dike längs med Solleftegatan

Avrinningsområdet är 1.74 ha stort och består av Solleftegatan, skogsslätten, samt delar av Långseleringen och parkeringsytan i anslutning till Solleftegatan, se Figur 14. Diket anläggs på den södra sidan av Solleftegatan där finns en ca 2.5-3 m gräsyta och blir ca 320 m långt.

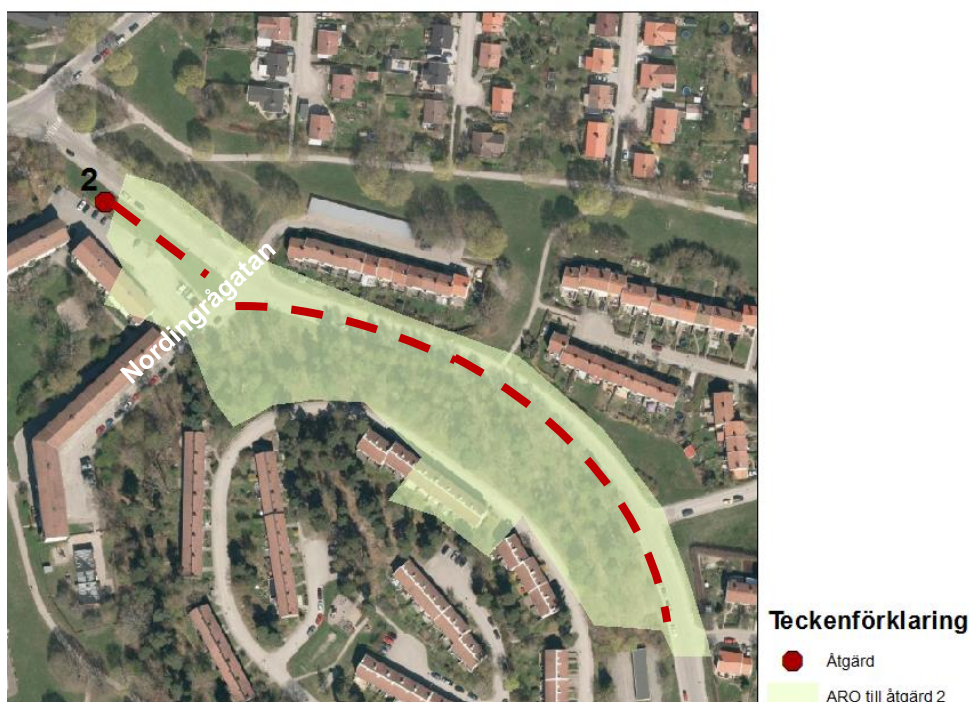
Åtgärden valdes för att det i förhållande till andra lösningar är en relativt billig åtgärd som inte kräver mycket drift eller skötsel.

---

Solleftegatan enkelskevas, den smala gångbanan och kantstenen tas bort. Avvattningen sker mot diket för översilning i slänten. En trumma anläggs under Nordingrågatan. I lågpunkt anläggs en kupolsil som leder dagvattnet till dagvattenledning i gata. Jordarten vid diket läge är 1-3 m lera samt berg med ett tunt lager jord (0-1 m) vid skogsslänten. För figur på läget idag, se Figur 13. Bergschakt kan behöva utföras.



*Figur 13 Solleftegatans tvärsektion med skogsslänten till höger. (Google maps, 2016)*



Figur 14 Avrinningsområdet som leds till diket. Kupolsilen som anluter till dagvattenledning i gata anläggs vid den röda punkten nr 2.

Tabell 9 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning för diket.

| Arbetsmoment | Storhet             | Kostnad/enhet         | Total kostnad<br>anläggning<br>(kr) | Kostnad drift<br>& underhåll<br>(kr/år) |
|--------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| Dike         | 320 m               | 1 650 kr/m            | 530 000                             | 4800                                    |
| Skeva om väg | 2900 m <sup>2</sup> | 220 kr/m <sup>2</sup> | 640 000                             | -                                       |
| Summa        |                     |                       | 1 170 000                           |                                         |

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 9. Det totala priset för anläggningen är 1 170 000 kr.

### 3. Nedsänkta växtbäddar längs med Råckstavägen

Avrinningsområdet som avvattnas till växtbäddarna är 0.51 ha stort och består av Råckstavägens körbanor, se Figur 15. En bild på nuläget kan ses i Figur 16.

Anläggningen valdes för att det alltid är mest fördelaktigt ur reningssynpunkt att använda sig av biofilter där vattnet leds in ovanifrån i jämförelse med skelettjord eller magasin. Det ger även ett estetisk värde för omgivningen.

Växtbäddarna anläggs på den västra sidan om Råckstavägen där det idag finns mindre gräsytor (1-3 m breda). Alla dessa grönytor behöver anläggas med växtbäddar för att

få ihop en tillräckligt stor sammanlagd area växtbädd. Växtbäddarna behöver ha en sammanlagd area på 218 m<sup>2</sup> längs med Räckstavägen. Vägen enkelskevas och avvattnas via släpp i kantsten till nedsänkta växtbäddar för infiltration i jorden. Nedsänkningen ger även en fördröjningsvolym för dagvatten ovan växtbädden, om 20 mm regn från den reducerade arean leds till växtbäddarna behövs en fördröjningsvolym på 88 m<sup>3</sup>, dvs. en nedsänkning på ca 40 cm. Bräddbrunn anläggs i anslutning till växtbäddens lågpunkt för bräddning av dagvatten till ledning i gata. Jordarten är gytta eller lera med ett jorddjup mellan 1–3 m.



Figur 15 Avrinningsområdet som leds till växtbäddarna.



Figur 16 Bild på hur det ser ut idag, de gröna ytorna där växtbäddarna kan anläggas syns höger i bild bredvid körbanorna.

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 10. Priset per m<sup>2</sup> är dyrare då växtbäddarna som anläggs längs Råckstavägen är små och djupa. Det totala priset för anläggning uppskattas till ca 3 550 000kr.

Tabell 10 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning.

| Arbetsmoment | Storhet             | Kostnad/enhet            | Kostnad anläggning (kr) | Kostnad drift & underhåll (kr/år) |
|--------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Växtbäddar   | 218 m <sup>2</sup>  | 11160 kr/ m <sup>2</sup> | 2 430 000               | 5450                              |
| Skeva om väg | 5100 m <sup>2</sup> | 220 kr/m <sup>2</sup>    | 1 120 000               | -                                 |
| <i>Summa</i> |                     |                          | <i>3 550 000</i>        |                                   |

#### 4. Regngård som tar emot vatten från Långskeppet 2

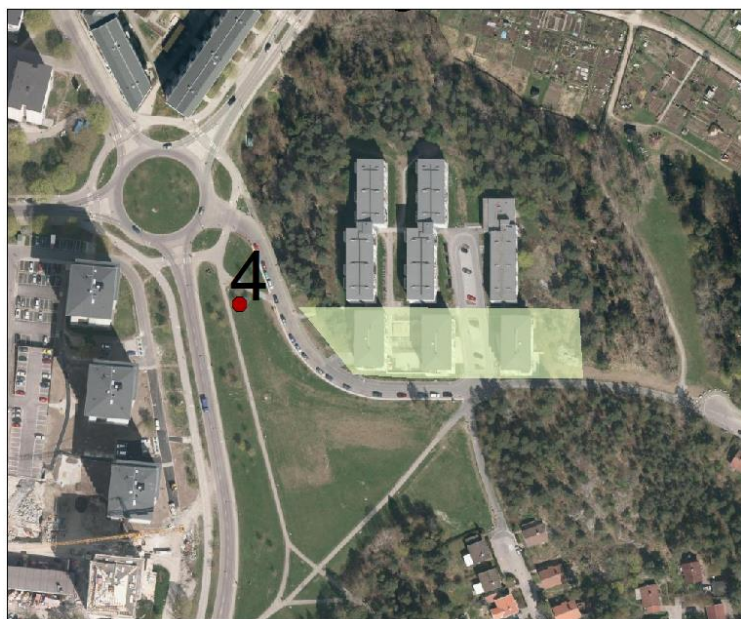
Avrinningsområdet är 0.43 ha stort och består av flerfamiljshus med angöringsytor och gårdsmark, se Figur 17. Avvattnings från Långskeppet 2 sker idag via dagvattenledning i Björketorpsvägen ned mot rondellen och vidare i Jämtlandsgatan.

Anläggningen valdes för att det alltid är mest fördelaktigt ur reningssynpunkt att använda sig av biofilter där vattnet leds in ovanifrån i jämförelse med skelettjord eller magasin. Då höjdskillnaderna är stora är det möjligt att utföra en lösning där vattnet förs in ovan mark. Det ger även ett estetiskt värde för omgivningen. För att reducera kostnaden för ny ledningsdragning begränsas dock placeringen i förhållande till befintligt ledningsnät.

Regngården anläggs i parkens lågpunkt. Eventuellt kommer delar av gång- och cykelbanan behöva flyttas. För bild på dagsläget, se Figur 18. Arealen på regngården behöver vara 97 m<sup>2</sup> stor.

Från ledningen i gata dras en ny ledning som ansluter till regngården i överkant på den nedsänkta jorden för infiltration. Nedsänkningen ger även en fördröjningsvolym för dagvatten ovan växtbädden, om 20 mm av den reducerade arean leds till växtbäddarna behövs en fördröjningsvolym på 80 m<sup>3</sup>, dvs. en nedsänkning på ca 40 cm. Bräddbrunn anläggs i anslutning till växtbäddens lågpunkt för bräddning av dagvatten till ledning i Björketorpsvägen igen. Jordarten är lera med ett djup på 3-5 m.

Regngården kan tillföra mervärden till parken då den kan bli mer estetiskt tilltalande än vad den är idag. Utöver detta visas dagvatten ur ett pedagogiskt perspektiv.



Figur 17 Avrinningsområdet som leds till växtbädd är markerat i gult, läget för växtbädden är markerat med röd punkt.



Figur 18 Bild på dagsläget, regngården anläggs i parken och tillför estetiska och pedagogiska värden till omgivningen.

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 11. Regngården som anläggs blir ganska stor och priset per m<sup>2</sup> blir därför lägre. Det totala priset för anläggningen uppskattas till ca 998 000 kr.

Tabell 11 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning

| Arbetsmoment        | Storhet           | Kostnad/enhet          | Total kostnad<br>anläggning<br>(kr) | Kostnad drift<br>& underhåll<br>(kr/år) |
|---------------------|-------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| Ny ledningsdragning | 100 m             | 3000 kr/m              | 300 000                             | -                                       |
| Regngård            | 97 m <sup>2</sup> | 7200 kr/m <sup>2</sup> | 698 000                             | 2425                                    |
| <b>Summa</b>        |                   |                        | <b>998 000</b>                      |                                         |

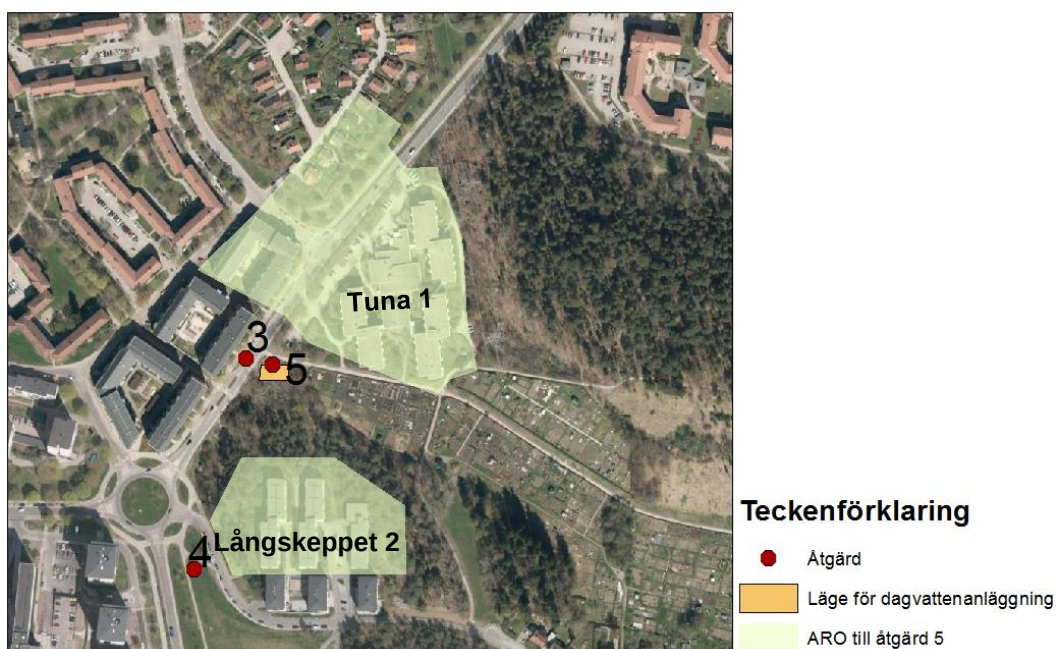
### 5. Sedimentations-/Perkolationsmagasin – tar emot vatten från Tuna 1 och Långskeppet 1

Avrinningsområdet är 4.09 ha stort och består av Långskeppet 1 med flerfamiljshus, gårdsmark och angöring som idag avvattnas via ledning norrut och ansluter sedan i Råckstavägen. Andra delen av avrinningsområdet består av Tuna 1 samt delar av Råckstavägen. Dagvattenledningen som avvattnar Tuna 1 och delar av villaområdet går i Råckstavägen. Avrinningsområdet kan ses i Figur 19

Ny ledning dras från Långskeppet 2 till magasinet, en ny dragning av ledning sker även från Råckstavägen till magasinet. Dagvattenledningarna ansluter därför till magasinet från två håll. Magasinet utlopp ansluts till dagvattenledning i Råckstavägen. Magasinet kan eventuellt anläggas delvis under gång och cykelbana. Exakt placering behöver utredas ytterligare, genom området korsar nämligen en dagvattenledning från öst som ansluter till ledning i Råckstavägen. En bild på dagsläget kan ses i Figur 20.

Då det höjdmässigt inte går att få upp dagvattnet från ledningen utan att pumpa vattnet valdes en åtgärd som är belägen under mark. För att reducera kostnaden för ny ledningsdragning begränsas även placeringen i förhållande till befintligt ledningsnät.

Jordart är gyttja eller lera med djup på mellan 3 och 10 m till berg. Magasinet dimensioneras för att kunna fördröja en volym på 368 m<sup>3</sup>. Arean på perkolations-/sedimentationsmagasinet beror på djupet som kan anläggas, i Figur 19 har en orange yta på 290 m<sup>2</sup> markerats. Detta är en större yta än vad som behövs även om magasinet skulle ha ett djup på 1 m.



Figur 19 Gul färg markerar avrinningsområdet medan orange färg markerar yta där magasinet kan placeras.



Figur 20 Bild på dagsläget, magasinet anläggs till höger om gång- och cykelbanan, eventuellt delvis under.

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 12. Då platsen för anläggningen av magasinet är trång är priset per m<sup>3</sup> dyrare än ett vanligt magasin. Det totala priset för anläggningen uppskattas till ca 2 324 000 kr.

Tabell 12 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning.

| Arbetsmoment        | Storhet            | Kostnad/enhet          | Kostnad anläggning (kr) | Kostnad drift & underhåll (kr/år) |
|---------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Ny ledningsdragning | 100 m              | 3000 kr/m              | 300 000                 | -                                 |
| Avsättningsmagasin  | 368 m <sup>3</sup> | 5500 kr/m <sup>3</sup> | 2 024 000               | 101200                            |
| <b>Summa</b>        |                    |                        | <b>2 324 000</b>        |                                   |

## 6. Curb extensions längs med Jämtlandsgatan

Avrinningsområdet är 0.85 ha stort och består av Jämtlandsgatans körbanor, se Figur 21. En bild på nuläget kan ses i Figur 22 där parkeringarna syns längs med högra kanten. Vissa av dessa parkeringar skulle kunna användas till att anlägga curb extensions med växtbäddar i.

Anläggningen valdes för att det alltid är mest fördelaktigt ur reningssynpunkt att använda sig av biofilter där vattnet leds in ovanifrån i jämförelse med skelettjord eller magasin. Det ger även ett estetisk värde för omgivningen.

Växtbäddarna anläggs på den norra sidan om Jämtlandsgatan där det idag finns parkeringar. Växtbäddarna behöver ha en sammanlagd area på 361 m<sup>2</sup> längs med Jämtlandsgatan vilket skulle ta ca 24 parkeringar i anspråk längs med en sträcka på ca 700 m.

Vägen enkelskevas och avvattnas via släpp i kantsten till nedsänkta växtbäddar för infiltration i jorden. Nedsänkningen ger även en fördröjningsvolym för dagvatten ovan växtbädden, om 20 mm regn från den reducerade arean leds till växtbäddarna behövs en fördröjningsvolym på 140 m<sup>3</sup>, dvs. en nedsänkning på ca 40 cm. Bräddbrunn anläggs i anslutning till växtbäddens lågpunkt för bräddning av dagvatten till ledning i gata. Jordarten är gyttja eller lera med ett jorddjup mellan 3 - 10 m.



Figur 21 En översiktsbild på avrinningsområden, hålet mellan avrinningsområden visar på den del av Jämtlandsgatan som går till kombinerat nät.



Figur 22 Bild på dagsläget, curb extensions anläggs på högra sidan av vägen mellan parkeringar.

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 13. Växtbäddarna blir medelstora och priset per m<sup>2</sup> ligger i mitten på kostnadsintervallet. Det totala priset för anläggningen uppskattas till ca 4 144 000 kr.

Tabell 13 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning.

| Arbetsmoment | Storhet             | Kostnad/enhet           | Kostnad anläggning (kr) | Kostnad drift & underhåll (kr/år) |
|--------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Växtbädd     | 361 m <sup>2</sup>  | 7560 kr/ m <sup>2</sup> | 2 730 000               | 9025                              |
| Skeva om väg | 8500 m <sup>2</sup> | 220 kr/ m <sup>2</sup>  | 1 870 000               | -                                 |
| <i>Summa</i> |                     |                         | 4 600 000               |                                   |

## 7. Perkolutions-/sedimentationsmagasin i anslutning till kolonilotter

Avrinningsområdet är 8.72 ha stort och består av ett villaområde, bostadsområden, naturområde, gräsytor samt delar av Bällstavägen, se Figur 23. En ledning kommer från pumpstationen i öst från villaområdet och bostadsområdet samt Kyrksjön. En annan dagvattenledning kommer norrifrån från fastigheterna Martebo 2 och 3 i Bällstavägen. Ledningarna sammanstrålar i Bällstavägen och följer sedan gång- och cykelbanan västerut. En ny ledning och eventuellt två behöver dras från Bällstavägen till magasinet. Två ledningar behöver anläggas om bra fall inte kan fås från den ledningen.

Då det höjdmässigt inte går att få upp dagvattnet från ledningen utan att pumpa vattnet valdes en åtgärd som är belägen under mark. För att reducera kostnaden för ny ledningsdragning begränsas även placeringen i förhållande till befintligt ledningsnät.

Jordarten är lera och morän med 1-3 m djup till berg. Då djupet ner till berg är grunt placeras magasinet nära markytan och max någon meter djupt. Sprängning av berg kan eventuellt behövas, ytterligare undersökningar angående jordartsdjupet behöver utföras på platsen.

Magasinet dimensioneras för att kunna fördröja en volym på 418 m<sup>3</sup>. Arean på perkolutions-/sedimentationsmagasinet beror på djupet som kan anläggas, i Figur 23 har en orange yta på 490 m<sup>2</sup> markerats. Detta är en större yta än vad som behövs även om magasinet skulle ha ett djup på 1.2 m. Utloppet ansluts sedan till befintlig dagvattenledning som leder vattnet västerut.

Morän är jordarten i delar av detta område, utbredningen av moränen bör undersökas samt dess infiltrationskapacitet.

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 14. Då området som avvattas till dagvattenledningen är stort samt att Kyrksjöns vatten pumpas genom denna ledning antas att ledningsdimensionen är lite större än en D300. Priset för ny ledningsdragning blir därför dyrare per m. Det totala priset för anläggningen uppskattas till ca 2 584 000 kr.



Figur 23 Översiktsbild över avrinningsområdet, den orangea färgen visar på möjligt läge för magasinet.

Tabell 14 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning.

| Arbetsmoment       | Storhet            | Kostnad/enhet          | Kostnad anläggning (kr) | Kostnad drift & underhåll (kr/år) |
|--------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Ny ledningsdragnig | 100 m              | 4000 kr/m              | 400 000                 | -                                 |
| Avsättningsmagasin | 418 m <sup>3</sup> | 5225 kr/m <sup>3</sup> | 2 184 000               | 109 200                           |
| <i>Summa</i>       |                    |                        | 2 584 000               |                                   |

## 8. Växtbäddar i korsningen Grimstavägen och Björnsonsgatan

Avrinningsområdet är 0.30 ha och består av Björnsonsgatans körbanor, se Översiktsbild på avrinningsområdet samt läget för växtbäddarna (röd punkt.), se Figur 24. En bild på nuläget kan ses i

Figur 25 där växtbäddarnas inlopp skulle kunna vara där brunnarna är idag.

Anläggningen valdes för att det alltid är mest fördelaktigt ur reningssynpunkt att använda sig av biofilter där vattnet leds in ovanifrån i jämförelse med skelettjord eller magasin. Det ger även ett estetisk värde för omgivningen.

Växtbäddarna anläggs på båda sidor om infarten till Grimstavägen. Växtbäddarna behöver ha en sammanlagd area på 129 m<sup>2</sup>. Vägens brunnar proppas och avvattnas via släpp i kantsten till de nedsänkta växtbäddarna för infiltration i jorden. Nedsänkningen ger även en fördröjningsvolym för dagvatten ovan växtbädden, om 20 mm regn från den reducerade arean leds till växtbäddarna behövs en fördröjningsvolym på 46 m<sup>3</sup>, dvs. en nedsänkning på ca 40 cm. Bräddbrunn anläggs i anslutning till växtbäddens lågpunkt för bräddning av dagvatten till ledning i gata. Jordarten är lera med ett jorddjup mellan 5 - 10 m.

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 15, Växtbäddarna blir medelstora och priset per m<sup>2</sup> ligger i mitten på kostnadsintervallet. Det totala priset för anläggningen uppskattas till ca 975 000 kr.



Figur 24 Översiktsbild på avrinningsområdet samt läget för växtbäddarna (röd punkt).



Figur 25 Bild på nuläget, infarten till Grimstavägen, vid de markerade gröna ytorna skulle växtbäddarna kunna anläggas.

Tabell 15 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning.

| Arbetsmoment | Storhet            | Kostnad/enhet          | Kostnad anläggning (kr/år) | Kostnad drift & underhåll (kr/år) |
|--------------|--------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Växtbäddar   | 129 m <sup>2</sup> | 7560 kr/m <sup>2</sup> | 975 000                    | 3225                              |
| <i>Summa</i> |                    |                        | 975 000                    |                                   |

### 9. Våtmark i anslutning till sjöns norra inlopp

Avrinningsområdet är 91.33 ha stort och består av området norr om Räckstarondellen och Bergslagsvägen. Området består till stor del av bostadsområden, kolonilotter, handelsplatser, naturmark samt Räckstavägen. Avrinningsområdet kan ses i Figur 27

I anslutning till Räcksta träsk norra inlopp finns det en del vattenväxter samt en grönya. På denna yta i anslutning till vattenförekomsten skulle en våtmark kunna anläggas, se Figur 26. Dagvattenledningen från hela avrinningsområdet samt det pumpade vattnet från Kyrksjön leds idag ut via detta inlopp till ett kortare dike och vidare till vattenförekomsten.

Då det höjdmässigt inte går att få upp stora delar av dagvattnet från ledningar utan att pumpa vattnet valdes en åtgärd som är belägen i inloppet av sjön. Våtmarken har ett stort upptagningsområde och kan även tillföra ekologiska värden i form av flera grundzoner där växter kan etablera sig och fiskar kan leka. Estetiska värden kan också tillföras om våtmarken ritas och byggs upp med spänger och liknande så att människor får åtkomst till sjön på ett bättre sätt än idag.

Det befintliga inloppet kapas och en våtmark anläggs i läget för det nya inloppet för rening av dagvattnet innan det når Räcksta träsk. Våtmarken utförs med mindre bassänger där vattenhastigheten sänks och sedimentering av partiklar kan ske. Våtmarkens permanenta vattenyta är beräknad till ca 4200 m<sup>2</sup>, den permanenta volymen är beräknad till 3900 m<sup>3</sup>. I Figur 27 har våtmarkens yta markerats med orange färg och har en storlek på 4500 m<sup>2</sup>.

En risk med att anlägga en våtmark i strandlinjen är att ingrepp görs i både svämplanet och närområdet vilket skulle kunna leda till en försämrad status för dessa kvalitetsfaktorer. Utförligare utredning angående detta behöver utföras.



Figur 26 Bild på nuläge, gräsytan samt den mer tätare växtligheten till vänster närmare sjön. (Google maps, 2016)



Figur 27 Översiktsbild på avrinningsområdet markerat i gult och våtmarkens läge markerat med orange färg.

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 16. Ledningsdimensionen som ska läggas om är D1500 vilket gör att den nya ledningsdragningen blir dyrare per m. Det totala priset för anläggningen uppskattas till ca 4 740 000 kr.

Tabell 16 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning.

| Arbetsmoment     | Storhet             | Kostnad/enhet          | Kostnad anläggning (kr) | Kostnad drift & underhåll (kr/år) |
|------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Ledningsdragning | 20m                 | 6000 kr/m              | 120 000                 | -                                 |
| Våtmark          | 4200 m <sup>2</sup> | 1100 kr/m <sup>2</sup> | 4 620 000               | 420 000                           |
|                  |                     |                        |                         |                                   |
| <i>Summa</i>     |                     |                        | <i>4 740 000</i>        |                                   |

### 10. Damm på fältet i Grimsta med pumpstation

Avrinningsområdet är 110,80 ha stort och består av stora delar av området väst om Råcksta träsk. Området består till stor del av bostadsområden, kolonilotter, industriområde, naturmark samt Bergslagsvägen och Lövstavägen. Avrinningsområdet kan ses i Figur 29. Vid Bergslagplan finns även en damm redan idag som renar vatten från Vinsta industriområde samt bostadsområdet upp till Hässelby gård. Utöver dammens vatten tillkommer Loviselundskolan och omgivande bostäder, området runt Grimsta IP och stora delar av bostadsområdet söder om Bergslagsvägen runt Grimstaskolan.

Åtgärden valdes då upptagningsområdet är stort och reningen i kg/år blir hög även fast dagvattnet måste pumpas till dammen. Det finns även en stor yta som är outnyttjad som skulle kunna tillföra ett estetiskt värde.

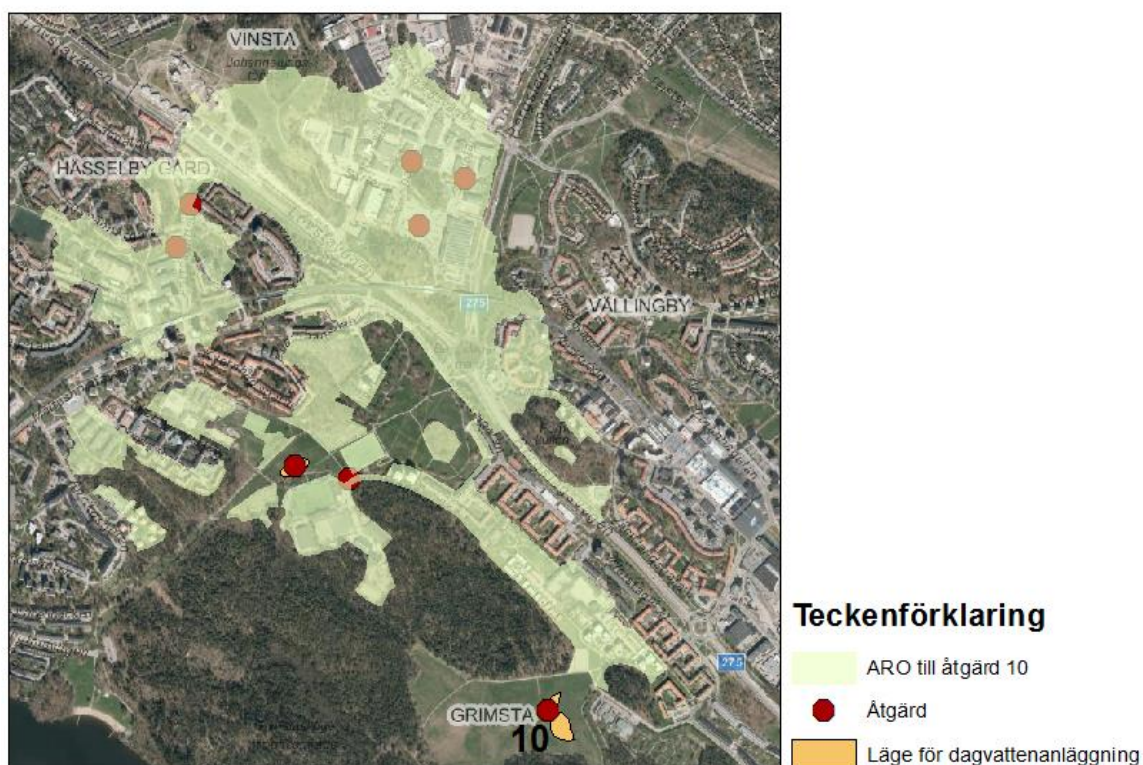
Platsen för dammen och pumpstationen är det öppna gräsfältet vid Grimsta, se Figur 28. Dagvattenledningen går för djupt för att dagvattnet ska kunna ledas till dammen med självfall och därför behöver pumpning ske med en sänkpump. Pumpkapaciteten på pumparna skulle kunna vara 10 l/s och reducerad hektar vilket innebär en pumpning på 376,7 l/s. Med en pumpning på 376,7 l/s skulle 90 % av årsnederbörden passera dammen.

Dammens permanenta vattenyta är beräknad till ca 5700 m<sup>2</sup>, den permanenta volymen är beräknad till 5500 m<sup>3</sup>. I Figur 29 har dammens yta markerats med orange färg och har en storlek på 6900 m<sup>2</sup>. Den markerade ytan ligger delvis belägen i/i anslutning till Grimsta naturreservat. Om det inte är möjligt att anlägga dammen på utvald plats kan den möjligtvis anläggas närmare Råcksta begravningsplats.

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 17. Ledningsdimensionen som ska läggas om är D1600 vilket gör att den nya ledningsdragningen blir dyrare per m. Dammen anläggs med pump vilket gör att den också blir dyrare i intervallet. Det totala priset för anläggningen uppskattas till ca 23 800 000 kr.



Figur 28 Bild på dagsläget, Grimstafältet där dagvattendammen skulle kunna anläggas.



Figur 29 Översiktsbild över avrinningsområdet som leds till dammen (markerat med gult). Läget för dammen är markerat med orange färg.

Tabell 17 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning.

| Arbetsmoment        | Storhet             | Kostnad/enhet | Kostnad anläggning (år) | Kostnad drift & underhåll (kr/år) |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Ny ledningsdragning | 150 m               | 6000 kr/m     | 900 000                 | -                                 |
| Damm med pump       | 5700 m <sup>3</sup> | 4015 kr/m     | 22 900 000              | 670 000                           |
|                     |                     |               |                         |                                   |
| <i>Summa</i>        |                     |               | <i>23 800 000</i>       |                                   |

### 11. Dike längs med Gulddragargränd

Avrinningsområdet är 0.39 ha och består av Gulddragargränd, se Figur 31. Diket anläggs på den södra sidan av gatan där finns gräs och bergsslänt, diket blir ca 490 m långt.

Gulddragargränd enkelskevas och kantstenen tas bort. Avvattningen sker mot diket för översilning i slänten. I lågpunkt där bebyggelsen börjar anläggs en kupolsil som leder dagvattnet till dagvattenledning i gata. Jordarten vid dikets läge är 0-3 m morän samt berg med ett tunt lager jord (0-1 m) vid skogsslänten. För figur på läget idag, se Figur 30. Bergssprängning kan behövas alternativt att vägen smalnas av eller flyttas.

Åtgärden valdes för att det i förhållande till andra lösningar är en relativt billig åtgärd som inte kräver mycket drift eller skötsel.

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 18. Då man i Figur 30 kan se att det finns ytligt berg samt på flera platser berg i dagen är denna kostnad tillagd, denna del drar upp priset. Det totala priset för anläggningen uppskattas till ca 1 526 000 kr.



Figur 30 Nulägesbild, diket anläggs på den högra sidan i släntfoten.



#### Teckenförklaring

-  Åtgärd
-  ARO till åtgärd 11

Figur 31 Översiktsbild på avrinningsområdet som är markerat med gul färg.

Tabell 18 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning.

| Arbetsmoment | Storhet             | Kostnad/enhet | Kostnad anläggning (kr) | Kostnad drift & underhåll (kr/år) |
|--------------|---------------------|---------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Dike         | 490 m               | 1650          | 528 000                 | 4800                              |
| Bergschakt   | 200 m <sup>2</sup>  | 700           | 858 000                 | -                                 |
| Skeva om väg | 3900 m <sup>2</sup> | 220           | 140 000                 | -                                 |
| <i>Summa</i> |                     |               | <i>1 526 000</i>        |                                   |

## 12. Curb extensions längs med Astrakangat

Avrinningsområdet är 0.46 ha stort och består av Astrakangatans körbanor, se Figur 33. En bild på nuläget kan ses i Figur 32 där parkeringarna syns längs med högra kanten. Vissa av dessa parkeringar skulle kunna användas till att anlägga curb extensions med växtbäddar i.

Anläggningen valdes för att det alltid är mest fördelaktigt ur reningssynpunkt att använda sig av biofilter där vattnet leds in ovanifrån i jämförelse med skelettjord eller underjordiska magasin. Det ger även ett estetisk värde för omgivningen.

Växtbäddarna anläggs på den norra sidan om Astrakangat där det idag finns parkeringar. Växtbäddarna behöver ha en sammanlagd area på 196 m<sup>2</sup> längs med gatan vilket innebär att ca 13 parkeringar tas i anspråk på en sträcka på ca 350 m.

Vägen enkelskevas och avvattnas via släpp i kantsten till nedsänkta växtbäddar för infiltration i jorden. Nedsänkningen ger även en fördröjningsvolym för dagvatten ovan växtbädden, om 20 mm regn från den reducerade arean leds till växtbäddarna behövs en fördröjningsvolym på 70 m<sup>3</sup>, dvs. en nedsänkning på ca 40 cm. Bräddbrunn anläggs i anslutning till växtbäddens lågpunkt för bräddning av dagvatten till ledning i gata. Jordarten är lera med ett jorddjup mellan 0 - 3 m.

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 19. Växtbäddarna är medelstora vilket gör att priset hamnar i mitten av intervallet. Det totala priset för anläggningen uppskattas till ca 2 492 000 kr.



Figur 32 Bild på dagsläget, curb extensions kan anläggas på vissa av parkeringarna på högra sidan längs med vägen.



Figur 33 Översiktsbild på avrinningsområdet som är markerat med gul färg.

Tabell 19 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning.

| Arbetsmoment | Storhet             | Kostnad/enhet          | Kostnad anläggning (kr) | Kostnad drift & underhåll (kr/år) |
|--------------|---------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Växtbädd     | 196 m <sup>2</sup>  | 7560 kr/m <sup>2</sup> | 1 482 000               | 4900                              |
| Skeva om väg | 4600 m <sup>2</sup> | 220 kr/m <sup>2</sup>  | 1 010 000               | -                                 |
| <i>Summa</i> |                     |                        | 2 492 000               |                                   |

### 13. Curb extensions längs med Siktgatan

Avrinningsområdet är 0.39 ha stort och består av Siktgatans körbanor, se Figur 35. En bild på nuläget kan ses i Figur 34 där parkeringarna syns längs med högra kanten. Vissa av dessa parkeringar skulle kunna användas till att anlägga curb extensions med växtbäddar i. Gatan är bomberad idag.

Anläggningen valdes för att det alltid är mest fördelaktigt ur reningssynpunkt att använda sig av biofilter där vattnet leds in ovanifrån i jämförelse med skelettjord eller magasin. Det ger även ett estetiskt värde för omgivningen.

Växtbäddarna anläggs på den västra sidan om Siktgatan där det idag finns parkeringar. Växtbäddarna behöver ha en sammanlagd area på 167m<sup>2</sup> längs med gatan vilket innebär att ca 11 parkeringar tas i anspråk på en sträcka på ca 160 m.

. Vägen enkelskevas och avvattnas via släpp i kantsten till nedsänkta växtbäddar för infiltration i jorden. Nedsänkningen ger även en fördröjningsvolym för dagvatten ovan växtbädden, om 20 mm regn från den reducerade arean leds till växtbäddarna behövs en fördröjningsvolym på 62 m<sup>3</sup>, dvs. en nedsänkning på ca 40 cm. Bräddbrunn anläggs i anslutning till växtbäddens lågpunkt för bräddning av dagvatten till ledning i gata. Jordarten är lera med ett jorddjup mellan 0 - 3 m.

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 20. Växtbäddarna är medelstora vilket gör att priset hamnar i mitten av intervallet. Det totala priset för anläggningen uppskattas till ca 2 121 000 kr.



Figur 34 Bild på nuläget, förslaget är att curb extensions anläggs på den vänstra sidan på vissa av parkeringsplatserna.



### Teckenförklaring

- Åtgärd
- ARO till åtgärd 13

Figur 35 Översiktsbild på avrinningsområdet som leds till curb extensions markerat med gul färg.

Tabell 20 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning.

| Arbetsmoment | Storhet             | Kostnad/enhet          | Kostnad anläggning (kr) | Kostnad drift & underhåll (kr/år) |
|--------------|---------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Växtbädd     | 167 m <sup>2</sup>  | 7560 kr/m <sup>2</sup> | 1 261 000               | 4175                              |
| Skeva om väg | 3900 m <sup>2</sup> | 220 kr/m <sup>2</sup>  | 860 000                 | -                                 |
| <i>Summa</i> |                     |                        | <i>2 121 000</i>        |                                   |

#### 14. Curb extensions längs med Sorterargatan

Avrinningsområdet är 0,44 ha stort och består av Sorterargatans körbanor, se Figur 37. En bild på nuläget kan ses i Figur 36 där parkeringarna syns längs med vänstra kanten. Vissa av dessa parkeringar skulle kunna användas till att anlägga curb extensions med växtbäddar i. Gatan är bomberad idag.

Anläggningen valdes för att det alltid är mest fördelaktigt ur reningssynpunkt att använda sig av biofilter där vattnet leds in ovanifrån i jämförelse med skelettjord eller magasin. Det ger även ett estetisk värde för omgivningen.

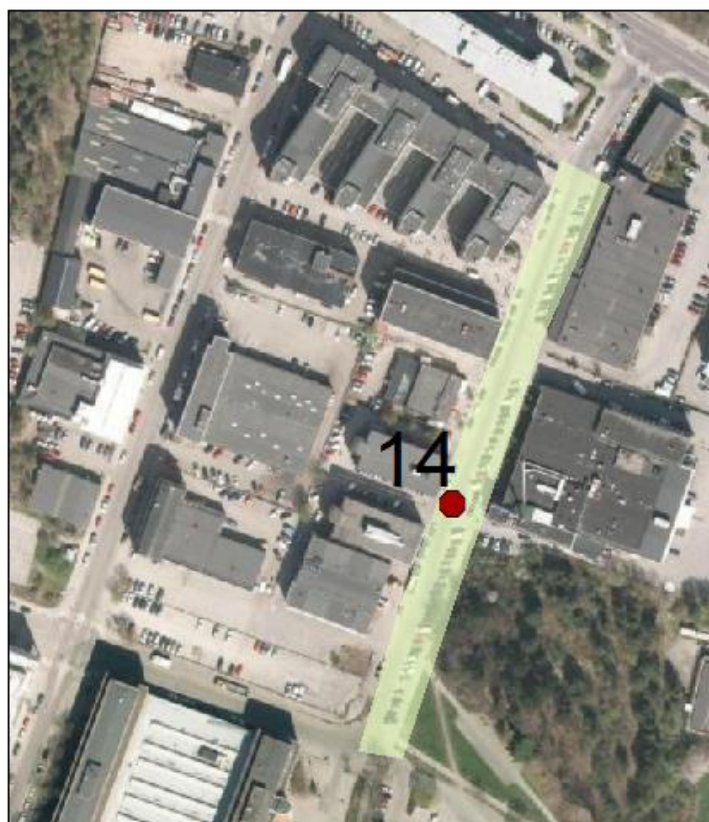
Växtbäddarna anläggs på den östra sidan om Sorterargatan där det idag finns parkeringar. Växtbäddarna behöver ha en sammanlagd area på 185m<sup>2</sup> längs med gatan vilket innebär att ca 12 parkeringar kommer behövas till att bli växtbäddar längs med en sträcka på 250 m.

Vägen enkelskevas och avvattnas via släpp i kantsten till nedsänkta växtbäddar för infiltration i jorden. Nedsänkningen ger även en fördröjningsvolym för dagvatten ovan växtbädden, om 20 mm av den reducerade arean leds till växtbäddarna behövs en fördröjningsvolym på 70 m<sup>3</sup>, dvs. en nedsänkning på ca 40 cm. Bräddbrunn anläggs i anslutning till växtbäddens lågpunkt för bräddning av dagvatten till ledning i gata. Jordarten är fyllnadsmaterial med ett djup på mellan 1 - 3 m.

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 21. Växtbäddarna är medelstora vilket gör att priset hamnar i mitten av intervallet. Det totala priset för anläggningen uppskattas till ca 2 367 000 kr.



Figur 36 Bild på dagsläget med parkeringar på den vänstra sidan.



### Teckenförklaring

-  Åtgärd
-  ARO tillåtgärd 14

Figur 37 Översiktsbild på avrinningsområdet markerat i gult.

Tabell 21 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning.

| Arbetsmoment | Storhet             | Kostnad/enhet           | Kostnad anläggning (kr) | Kostnad drift & underhåll (kr/år) |
|--------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Växtbädd     | 185 m <sup>2</sup>  | 7560 kr/ m <sup>2</sup> | 1 399 000               | 4625                              |
| Skeva om väg | 4400 m <sup>2</sup> | 220 kr/ m <sup>2</sup>  | 968 000                 | -                                 |
| <i>Summa</i> |                     |                         | 2 367 000               |                                   |

### 15. Torrdamm på grönyta

Gräsyten är lågpunkt för ett delavrinningsområde som är 12.11 ha stort och som används som fotbollsplaner. Avrinningsområdet består av ett flertal mindre områden området runt Ormängstorget och Ormängsgatan, Loviselundsskolan och Grimsta IP med ridhus och omgivande byggnader, se Figur 39. Grimsta IP samt området vid Ormängstorget avvattnas via dagvattenledningar som går i nordvästlig riktning och ansluter till D1400-ledningen som leder dagvattnet från dammen vid Bergslagsplan vidare till Räcksta träsk. Från Loviselundsskolan släpps dagvattnet ut i slänten. För bild på nuläget, se Figur 38.

Från Loviselundsskolan kan dagvattnet som släpps ut i slänten ledas vidare till torrdammen via ett dike som anläggs. Diket blir ca 40 m långt och kan utformas med en mindre försänkning och flacka kanter.

Från området vid Ormängstorg kapas ledningen i slänten och proppas fram till området för torrdammen. En ny ledning dras istället från den befintliga ledningen som leder dagvattnet till torrdammen som är placerad i lågpunkt. Ledningens utlopp placeras ytligt i torrdammens slänt för att vattnet ska ledas in ytligt för att sedan infiltrera i gräset, då erhålls den största reningseffekten.

Grimsta IP med angöringsytor och omkringliggande byggnader avvattnas idag via ledning i gata (Gulddragargränd) i nordöstlig riktning. Från denna del av avrinningsområdet anläggs en ny ledning som dras till torrdammen. Även här placeras utloppet till torrdammen ytligt för att dagvattnet ska kunna infiltrera i jorden

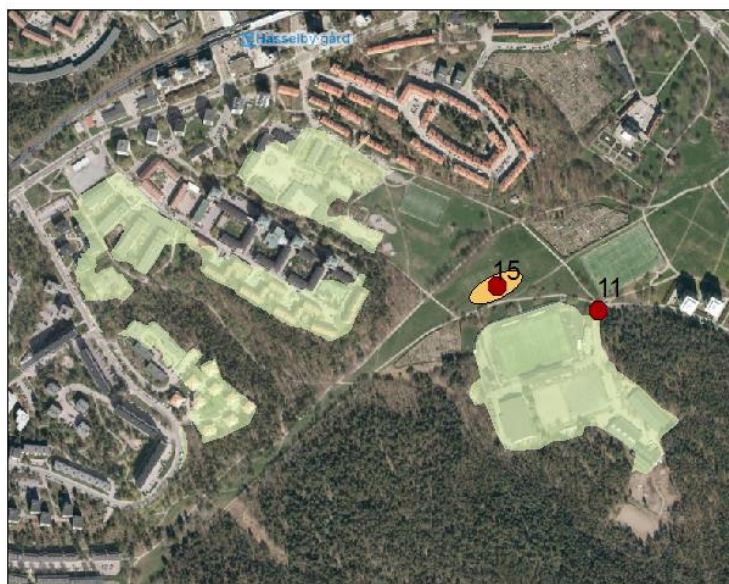
Åtgärden valdes för att det är en åtgärd som ger en bra rening, det finns en tillgänglig yta samt att den är billig att anlägga och drifta.

Dagvattenledningen går under grönytan. Torrdammen anläggs gräsbeklädd och nedsänkt med ett underliggande lager av makadam. Under makadamen anläggs en dräneringsledning som leder överskottsvatten till dagvattenledningen. En upphöjd kupolsil anläggs som brädd och leder det bräddade dagvattnet till dagvattenledningen som finns under grönområdet. Bräddutloppet placeras på en nivå under inloppen till torrdammen. Torrdammen skall kunna utjämna 1020 m<sup>3</sup>, anläggningens yta beror på djupet. Om torrdammen anläggs med ett djup på 0.5 m behövs en yta på 2040 m<sup>2</sup>. I Figur 39 är den orangea markerade ytan 2827 m<sup>2</sup> stor. Jordarten är lera med 5 - 10 m till berg. Läget för torrdammen är belägen i

Grimsta naturreservat, effekten av ingreppet för att anlägga en torrdamm med gräsbeläggning är dock tidsbegränsat. Ytan kommer även kunna användas till liknande aktiviteter efter att torrdammen anlagts som innan.



Figur 38 I gräsytan som torrdammen kan anläggas ses en antydning till mindre fotbollsplaner. Dessa kan fortfarande vara kvar bara att ytan anläggs nedsänkt.



#### Teckenförklaring

- Åtgärd
- ARO till åtgärd 15
- Läge för dagvattenanläggning

Figur 39 Avrinningsområdet är markerat i gult, medan läget för torrdammen är markerat med orange.

Tabell 22 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning.

| Arbetsmoment        | Storhet             | Kostnad/enhet          | Kostnad anläggning (kr) | Kostnad drift & underhåll (kr/år) |
|---------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Ny ledningsdragning | 185 m               | 4000 kr/m              | 740 000                 | -                                 |
| Torrdamm            | 2040 m <sup>2</sup> | 1000 kr/m <sup>2</sup> | 2 040 000               | 30 600                            |
| <i>Summa</i>        |                     |                        | <i>2 780 000</i>        |                                   |

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 22. Då avrinningsområdet är stort antas ledningsdimension vara lite större vilket också drar upp priset för den nya ledningsdragningen. Det totala priset för anläggningen uppskattas till ca 2 780 000 kr.

#### 16. Perkolations-/sedimentationsmagasin i parken

Avrinningsområdet är 8.20 ha stort och består av områdena kring Hässelby gård såsom tunnelbanestationen, torget och skolan. Dessa avvattnas idag via ledning i Astrakangatan mot Lövstavägen. Bild på avrinningsområdet ses i Figur 41. Nuläget ses i Figur 40.

En ny ledning dras från ledningen i Astrakangatan till magasinet i parken, utloppet ansluts sedan till ledningen i Astrakangatan igen. Jordarten är lera med djup på mellan 1 och 3 m till berg. Då djupet till berg är grunt kan bergschakt behöva utföras för att få ner magasinet på en bra nivå.

Då det höjdmässigt inte går att få upp dagvattnet från ledningen utan att pumpa vattnet valdes en åtgärd som är belägen under mark.

Magasinet dimensioneras för att kunna fördröja en volym på 754 m<sup>3</sup>. Arean på perkolations-/sedimentationsmagasinet beror på djupet som kan anläggas, i Figur 41 har en orange yta på 611 m<sup>2</sup> markerats. Detta är en större yta än vad som behövs även om magasinet skulle ha ett djup på 1.5 m.



Figur 40 Bild på dagsläget. Under parken skulle magasinet kunna anläggas.



#### Teckenförklaring

- Åtgärd
- ARO till åtgärd 16
- Läge för dagvattenanläggning

Figur 41 Tillrinningsområdet är markerat med gul färg och läget på magasinet är markerat med orange färg.

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 23. Då avrinningsområdet är stort antas ledningsdimension vara lite större vilket också drar upp priset för den nya ledningsdragningen. Det totala priset för anläggningen uppskattas till ca 4 380 000 kr.

Tabell 23 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning.

| Arbetsmoment        | Storhet            | Kostnad/enhet          | Kostnad anläggning (kr) | Kostnad drift & underhåll (kr/år) |
|---------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Ny ledningsdragning | 110 m              | 4000 kr/m              | 440 000                 | -                                 |
| Avsättningsmagasin  | 754 m <sup>3</sup> | 5225 kr/m <sup>3</sup> | 3 940 000               | 197 000                           |
|                     |                    |                        |                         |                                   |
| <i>Summa</i>        |                    |                        | 4 380 000               |                                   |

### 17. Växtbäddar på parkering, Coop

Avrinningsområdet som avvattnas till växtbäddarna består av Coops parkering och är 1.63 ha stor, se Figur 43. En bild på nuläget kan ses i Figur 42.

Växtbäddarna anläggs mellan parkeringar vilket kommer leda till ett färre antal parkeringsplatser. Växtbäddarna behöver ha en sammanlagd area på 692 m<sup>2</sup> vilket kommer att reducera mängden parkeringar med ca 46 stycken.

Parkeringen skevas så att fall bildas mot växtbäddarna och avvattnas sedan via släpp i kantsten för infiltration i jorden. Nedsänkningen ger även en fördröjningsvolym för dagvatten ovan växtbädden, om 20 mm av den reducerade arean leds till växtbäddarna behövs en fördröjningsvolym på 276 m<sup>3</sup>, dvs. en nedsänkning på ca 40 cm. Bräddbrunn anläggs i anslutning till växtbäddens lågpunkt för bräddning av dagvatten till ledning i gata. Jordarten är fyllnadsmaterial och morän med ett jorddjup mellan 1–3 m.

Anläggningen valdes för att det alltid är mest fördelaktigt ur reningssynpunkt att använda sig av biofilter där vattnet leds in ovanifrån i jämförelse med skelettjord eller magasin. Det ger även ett estetisk värde för omgivningen.

Miljön på parkeringen skulle bli betydligt mer estetiskt tilltalande om växtbäddar med buskar och perenner skulle anläggas. Filter finns idag installerade i dagvattenbrunnarna på denna parkering. Ett test utfördes dock för att se på reningseffekten om liknande anläggningar skulle anläggas på andra stora parkeringar i området. Resultatet visade dock att stora parkeringar inte har särskilt stor föroreningsgrad av fosfor, kväve och antracen vilket därför gör det onödigt dyrt att anlägga en dagvattenlösning där.



Figur 42 Bild på nuläget, Coops parkering. Mellan parkeringarna skulle växtbäddarna kunna anläggas.



**Teckenförklaring**

- Åtgärd
- ARO till åtgärd 17

Figur 43 Avrinningsområdet som avvattnas till växtbäddarna är markerat med gul färg

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 24. Växtbäddarna kan anläggas stora och priset per m<sup>2</sup> blir lågt. Det totala priset för anläggningen uppskattas till ca 6 326 000 kr.

Tabell 24 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning.

| Arbetsmoment       | Storhet              | Kostnad/enhet          | Kostnad anläggning (kr) | Kostnad drift & underhåll (kr/år) |
|--------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Växtbäddar         | 692 m <sup>2</sup>   | 3960 kr/m <sup>2</sup> | 2 740 000               |                                   |
| Skeva om parkering | 16300 m <sup>2</sup> | 220 kr/m <sup>2</sup>  | 3 586 000               | -                                 |
| <i>Summa</i>       |                      |                        | 6 326 000               |                                   |

### 18. Infiltration i gräsyta till underliggande krossdike

Avrinningsområdet är 0.25 ha stort och består av en mindre del av den södra körbanan av Bergslagsvägen. Den norra körbanan avvattnas till dike medan den södra avvattnas via brunnar med sandfång till dagvattenledning i Bergslagsvägen. Se avrinningsområdet i Figur 45. Nuläget kan ses i Figur 44.

Krossdiket med gräsbeläggning anläggs på den södra sidan om Bergslagsvägen där det idag finns mindre gräsytor. (1.5-2 m) Kantstenen tas bort och diket anläggs lite nedsänkt för att dagvattnet ska kunna infiltrera i slänten och dikesbotten, inget fall anläggs på gräsytan. Under gräsytan anläggs ett krossdike med ett internt fall som leder vattnet till lågpunkt strax innan Räckstarondellen så överskottsvatten leds via en dränledning och kupolsil på ytan till dagvattenledning i gata.

Anläggningen valdes för att det alltid är mest fördelaktigt ur reningssynpunkt att använda sig av biofilter där vattnet leds in ovanifrån i jämförelse med skelettjord eller magasin. Ett vanligt dike får dock inte plats då slänterna enligt Trafikverkets standard ska vara 1:3 mot körbana och 1:2 mot andra slänten. Med ett djup på 0.5 behövs en bredd på 2.5 m för diket.

Längden på krossdiket blir ca 250 m längs med Bergslagsvägen. Vägen är idag bomberad och avvattnas på bred front för infiltration i grässlänten till krossdiket. Nedsänkningen ger även en fördröjningsvolym för dagvatten ovan diket, om 10 mm av den reducerade arean leds till växtbäddarna behövs en fördröjningsvolym på 21 m<sup>3</sup>, dvs. en nedsänkning på ca 10 cm om diket anläggs med en bredd på 1 m. Bräddbrunn anläggs i anslutning till växtbäddens lågpunkt för bräddning av dagvatten till ledning i gata. Jordarten är lera med ett jorddjup mellan 5 – 20 m.



Figur 44 Bild på nuläget med gräsremsan till vänster.



Figur 45 Avrinningsområdet är markerad med gul färg.

Tabell 25 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning.

| Arbetsmoment | Storhet | Kostnad/enhet | Kostnad anläggning (kr) | Kostnad drift & underhåll (kr/år) |
|--------------|---------|---------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Krossdike    | 250 m   | 2750 kr/m     | 688 000                 | 3750                              |
| Summa        |         |               | 688 000                 |                                   |

---

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 25. Det totala priset för anläggningen uppskattas till ca 688 000 kr.

#### **19. Perkulations-/Sedimentationsmagasin vid Cirkusplatsen**

Avrinningsområdet är 8.79 ha stort och består av Bergslagsvägen, delar av Råckstavägen, Björnsonsgatan och flerbostadshus i anslutning till Björnsonsgatan, se Figur 47. En bild på nuläget kan ses i Figur 46.

Avvattningen sker via ledningar i gata och dessa går ihop till en ledning i norra delen av Björnsonsgatan och fortsätter under Cirkusplatsen mot recipienten.

Ledningen under Cirkusplatsen kapas och ansluts till ett magasin, utloppet ansluts sedan till ledningen igen som leder det renare vattnet mot diket och recipienten. Jordarten är lera med djup på mellan 5 och 10 m till berg.

Då det höjdmässigt inte går att få upp dagvattnet från ledningen utan att pumpa vattnet valdes en åtgärd som är belägen under mark. Under vintern fungerar även platsen som ett snöupplag och tunga maskiner ska kunna köra på platsen utan förhinder.

Magasinet dimensioneras för att kunna fördröja en volym på 791 m<sup>3</sup>. Arealen på perkulations-/sedimentationsmagasinet beror på djupet som kan anläggas, i Figur 45 har en orange yta på 840 m<sup>2</sup> markerats. Detta är en större yta än vad som behövs även om magasinet skulle ha ett djup på 1.5 m.



*Figur 46 Bild på Cirkusplatsen, nuläge.*



Figur 47 Avrinningsområdet till perkolations-/sedimentationsmagasinet är markerat med gul färg, läget för magasinet är markerat med orange färg.

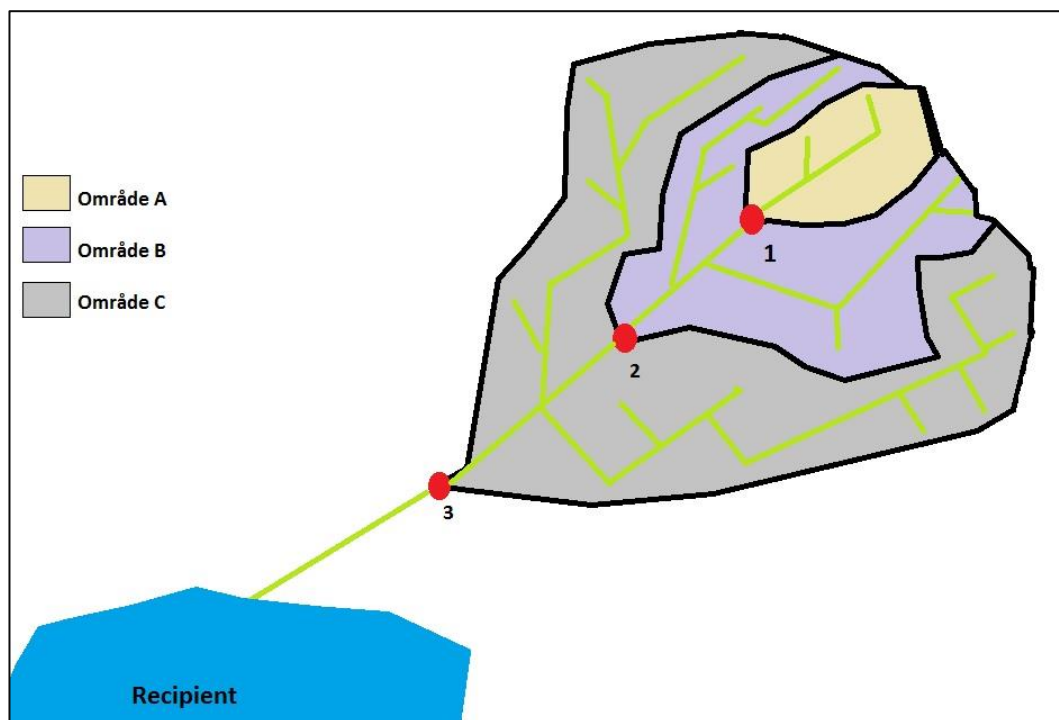
Tabell 26 Arbetsmoment och kostnadsuppskattning.

| Arbetsmoment                       | Storhet            | Kostnad/enhet          | Kostnad anläggning (kr) | Kostnad drift & underhåll (kr/år) |
|------------------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Ny ledningsdragning                | 130 m              | 4000 kr/m              | 520 000                 | -                                 |
| Avsättningsmagasin för tung trafik | 791 m <sup>3</sup> | 7000 kr/m <sup>3</sup> | 5 537 000               | 277 000                           |
| <b>Summa</b>                       |                    |                        | <b>6 057 000</b>        |                                   |

Arbetsmoment och kostnadsuppskattning redovisas i Tabell 26. Priset på magasinet ligger i det övre intervallet då tung trafik belastar platsen vintertid och magasinet måste klara detta. Det totala priset för anläggningen uppskattas till ca 6 057 000 kr.

#### 10.4 Förhållningssätt till beting och seriekoppling av åtgärder

I Bilaga 6 – Åtgärder, avskild mängd och kostnader redovisas avskild mängd för varje åtgärd. Resultatet av den avskilda mängden stämmer när man ser på varje åtgärd var för sig. Om dessa åtgärder seriekopplas blir dock den beräknade reningseffekten överskattad då reningen i den andra anläggningen renar en lägre inloppshalt vilket ger en mindre avskild mängd. Nedan ges ett räkneexempel på tankesättet angående seriekopplade åtgärder.



Figur 48 Seriekoppling av åtgärder.

Det antas att dagvattnets utloppshalt från ett mindre avrinningsområde innehållande bostadskvarter med en utloppshalt på  $200 \mu\text{g/l}$  se område A i Figur 48. Detta vatten leds till ett avsättningsmagasin i röd punkt 1 som antas ha en reningseffekt på 60 %. Reningseffekten på område A bli blir då:

$$(0,6 \cdot A)$$

Utloppshalten ut ur avsättningsmagasinet blir då:

$$0,4 \cdot 200 = 80 \mu\text{g/l}$$

Nedströms avsättningsmagasinet finns en damm, se röd punkt nr 2 i Figur 48. Dagvattnet som redan renats en gång leds till dammen för ytterligare rening, samt att område B tillkommer. Dammen har också en reningseffekt på 60 %. Det dagvatten som redan renats en gång i avsättningsmagasinet får en utloppshalt från dammen som är:

$$0,4 \cdot 80 = 32 \mu\text{g/l}$$

Den reningseffekt i  $\mu\text{g/l}$  som fås i dammen efter att vattnet redan renats en gång är  $48 \mu\text{g/l}$ . För att räkna på den verkliga reningseffekten i den andra anläggningen divideras den reningseffekt i  $\mu\text{g/l}$  som fås i dammen med den ursprungliga halten:

$$\frac{48}{200} = 0,24$$

Detta innebär att när två reningsanläggningar med reningseffekten 60 % anläggs i serie fås bara en rening på 24 % av det vatten som redan renats en gång. Tillkommande dagvatten från Område B i Figur 48 har fortfarande en reningsgrad på 60 %

Reduktionen i dammen för område A och B kommer se ut som följande:

$$(0,6 \cdot (B - A)) + (0,24 \cdot A)$$

Om tre reningsanläggningar med reningseffekten 60 % anläggs i serie fås bara en rening på 10 % i den tredje (lägst nedströms) liggande anläggningen på det vatten som renats två gånger redan. Den tredje anläggningens reduktion kommer se ut som följande:

$$(0,6 \cdot (C - B)) + (0,24 \cdot (B - A)) + (0,1 \cdot A)$$

Detta beror på att inloppshalten blir lägre i anläggningar nedströms, reningseffekten i avskild mängd blir därför mindre. Osäkerheten på reningseffekten ökar med antal anläggningar som vattnet renas i. För att beräkna den totala reningseffekten på vatten ut från anläggning 3 i Figur 48 adderas reningseffekterna

$$\begin{aligned} & (A \cdot 0,6) + (0,6 \cdot (B - A)) + (0,24 \cdot A) + ((C - B) \cdot 0,6) + ((B - A) \cdot 0,24) + (A \cdot 0,1) \rightarrow \\ & \rightarrow 0,6A + 0,6B - 0,6A + 0,24A + 0,6C - 0,6B + 0,24B - 0,24A + 0,1A \end{aligned}$$

Vilket leder till:

$$= 0,6C + 0,24B + 0,1A$$

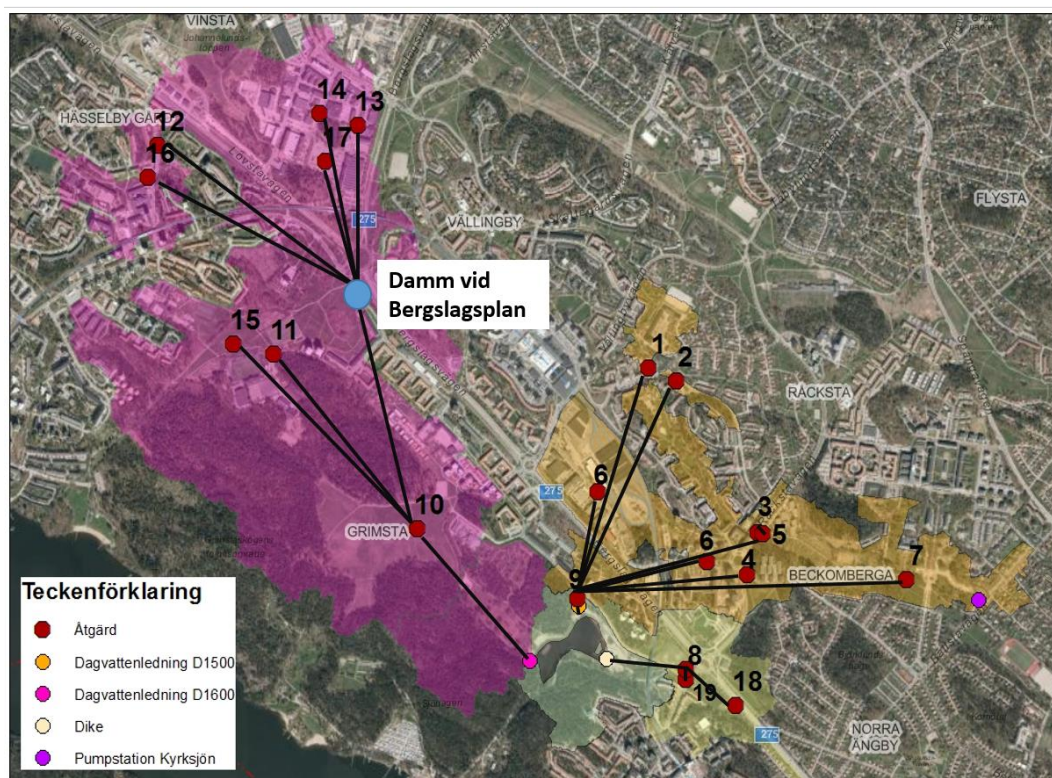
De flesta anläggningarna är seriekopplade till de större reningsanläggningarna nära recipient. Dessa är åtgärd 9,10 och 19, se Figur 49. Det betyder att alla åtgärderna uppströms de stora reningsanläggningarna kommer få en reducerad avskild mängd.

I det västra delavrinningsområdet (rosa se Figur 49) ansluts uppströms liggande reningsanläggningar (åtgärd 12-14 och 16-17) till våtmarksanläggningen på Bergslagsplan. Sedan ansluter dessa åtgärder samt åtgärd 11 och 15 till åtgärd 10 som är dammen på Grimstafältet.

I det norra delavrinningsområdet (orangea se Figur 49) ansluts uppströms liggande reningsanläggningar (åtgärd 1- 7) till åtgärd 9 som är våtmarken vid det norra utloppet. Åtgärd 3 seriekopplas först till åtgärd 5 som sedan mynnar i åtgärd 9, detta ger en ännu lägre reningseffekt i tredje anläggningen.

Det östra delavrinningsområdet (gul se Figur 49) har tre åtgärder varav åtgärd 8 och 18 ansluts till åtgärd 19 som är ett större avsättningsmagasin.

Reningseffekterna av seriekopplingarna redovisas i Bilaga 7 – seriekoppling av åtgärder



Figur 49 Delavrinningsområden med åtgärder och seriekopplingar.

## 11 Kunskapshöjande åtgärder

Kunskapsförhöjande åtgärder i form av vidare utredningar eller mätningar behövs dels för att kunna utföra statusklassning av fler kvalitetsfaktorer dels för att följa upp förbättringar när åtgärder införs. Kunskapsförhöjande åtgärder behövs därför både före och efter anläggande av reningsanläggningar som åtgärdar de kemiska parametrarna.

### 11.1 Före anläggande av åtgärder i tillrinningsområdet

#### 1. Utredning angående pumpning av vatten från Kyrksjön till Råcksta träsk

Utredningen behöver visa på hur stora volymer vatten som pumpas från Kyrksjön till Råcksta träsk samt dess påverkan. Vid beräkning av kväve-fosforkvoten blev resultatet att det under sommaren troligen är kväve som begränsar tillväxten, då det är ett stort kväveunderskott. Vid tillförsel av vatten från Kyrksjön med höga kvävehalter kan övergödningen i Råcksta träsk tillta. Åtgärder som reducerar kvävehalten i Kyrksjöns tillrinningsområde kan behöva utföras om pumpningen ska kunna fortsätta.

## 2. Snöupplag

I plogvallarna intill en väg ansamlas en stor mängd föroreningar från trafiken på vägen. Föroreningarna som hamnar i snön på vägen plogas upp i plogvallar. Plogvallarna fungerar sedan som en barriär och fångar upp luftburna föroreningar. (Jonpers, 2011)

För att utreda snöupplagets påverkan på Råcksta träsk skulle ett platsbesök vid snöupplaget under snösmältningen behöva utföras. Detta för att undersöka om det sker avrinning från Cirkusplatsen över Grimstagatan till diket. Om ytlig avrinning sker till diket behöver ett läge för flödesproportionell provtagning utses för att kunna bestämma smältvattnets föroreningsinnehåll och dess eventuella påverkan på recipient. Om ingen ytlig avrinning sker via Grimstavägen till diket sker sedimentering av partiklar på gräsytan samt fastläggning i marken vid infiltration till grundvattnet och tillräcklig rening uppnås.

## 3. Utreda hantering av utfodring och eventuell fosforläckage från Vällingby ridcenter

Det är möjligt att hästhållningen på Vällingby ridcenter bidrar med diffusa fosforutsläpp till Råcksta träsk. Hanteringen i hagar och på uteridbanan bör utredas för att se om det sker läckage av fosfor i översta marklagret till grundvattnet. Om så är fallet behöver hanteringen ses över och åtgärder införas.

## 4. Underlag för att bedöma kvalitetsfaktorerna hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd

Statusklassning för hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd har inte kunnat fastställas för Råcksta träsk. Oberoende av andra åtgärder kan detta utredas närmre. Det som behövs är mätning av vattennivåer som dygnsmedelvattenstånd, utredning av referenstillståndet samt provtagning av bottensubstrat. Detta krävs för att klassa hydrologisk regim och bedömning av sjöns planform, bottensubstrat och struktur på det grunda vattenområdet.

## 5. Mätning av Benso(ghi)perylene

Från påverkananalysen upptäcktes tre konstgräsplaner i tillrinningsområdet. I konstgräsplaner kan det finnas återvunnet däckmaterial som används som fyllnadsmaterial vilket innehåller benso(ghi)perylene. Benso(ghi)perylene är en parameter i kemisk status och mätningar av ämnet bör utföras i Råcksta träsk.

## 6. Utredning angående PFOS, PFAS

Genom samarbetet med underlag för åtgärdsplaner även i Kyrksjön och Judarn har det blivit tydligt att PFOS finns i mycket höga halter i fler recipienter i västerort. Halten PFOS i vatten behöver minska med 99 % även i Judarn och Kyrksjön som är omgivna av stor del skogsmark och i övrigt visar på begränsad miljöpåverkan. Det är troligt att detta är ett regionalt problem då PFOS sprids långväga. Vidare utredning skulle därför behövas för att identifiera källor och möjliga åtgärder för att förhindra spridning av PFOS.

### **a. Utredning angående PFOS, PFAS och Johannelundtippen**

Råcksta träsk har dock en annan sammansättning av PFAS samt högre halter av PFAS till skillnad från Kyrksjön och Judarn. Detta tyder på en specifik källa inom tillrinningsområdet till Råcksta träsk. En möjlig källa är Johannelundtippen där höga halter av PFAS och PFOS påträffats i grundvattnet. Detta grundvattens påverkan på Råcksta träsk behöver undersökas genom att studera provtagningar av PFAS och PFOS längs med grundvattnets flödesriktning fram till Råcksta träsk. Detta för att avgöra påverkansgraden från Johannelundtippen.

## **11.2 Efter anläggande av åtgärder i tillrinningsområdet**

### **1. Mätning av klorofyllhalt, siktdjup, syrgasförhållanden och ammoniumkväve**

När dagvattenanläggningarna installerats i avrinningsområdet kan nya mätningar utföras på klorofyll, siktdjup, syrgasförhållanden och ammoniumkväve. Detta för att se om reduktionen av fosfor leder till bättre siktdjup och syrgasförhållanden samt lägre halter av klorofyll och ammoniumkväve.

### **2. Inventering av makrofyter och bottenfauna**

När dagvattenanläggningarna installerats i avrinningsområdet och betinget för fosfor uppnåtts kan nya inventeringar av makrofyter och bottenfauna utföras i Råcksta träsk. Detta för att se om den förbättrade situationen av kemiska parametrar även leder till att makrofyter och bottenfauna kan ometablera sig. Om vattenförekomsten inte kan nå god status på makrofyter och bottenfauna genom att enbart förbättra de fysikaliska parametrarna får en studie utföras vilka arter som skulle kunna introduceras i sjön som är en del av ekosystemet. Detta för att främmande arter inte ska planteras in som kan ta över.

## **11.3 Övriga åtgärder**

### **1. Utreda brandstationens rutiner angående brandskum.**

I avrinningsområdet ligger Vällingby brandstation. Brandskum som tidigare använts har bidragit till höga halter av PFOS i mark, grundvatten och ytvatten. Rutinerna kring brandskum kan undersökas samt om brandövningar utförts på plats.

### **2. Tillsyn av verksamheterna och oljeavskiljare**

Olja har hittats i ledningen i Jämtlandsgatan, men det är oklart var oljan kommer ifrån. Det är stora mängder oljehaltigt sediment som hittats. Källan till detta behöver hittas. (Eklund, 2016)

## **12 Åtgärder i recipient**

Sedimenten i Råcksta träsk uppvisar för höga halter av TBT och antracen. Att muddra är dock inte en rimlig åtgärd då kostnaderna och de negativa konsekvenserna är för stora. Tillförseln av antracen till Råcksta träsk beräknas minska ifall en större del av dagvattnet

80(93)

RAPPORT  
2017-03-03  
UNDERLAG TILL ÅTGÄRDSPROGRAM RÅCKSTA TRÄSK

går via en reningsanläggning innan det når recipienten. Ifall tillförseln minskar kommer förorenande sediment så småningom täckas av sediment med bättre halter och på så vis förbättra situationen och gå mot god status.

### **1. Aluminiumfällning**

När åtgärder utförts i tillrinningsområdet för att reducera fosforhalten i recipienten kan åtgärder utföras för att reducera internbelastningen. Detta kan påskynda processen att nå ner i en lägre fosforhalt i recipienten då bidraget från de historiskt höga halterna hindras från att lämna sedimenten och påverka vattenhalten. Dock rekommenderas aluminiumfällning endast i Räcksta träsk om betinget på 96 kg/år uppnås via åtgärder i tillrinningsområdet.

Aluminiumfällning föreslås som åtgärd för att förhindra fosfor från att diffundera från bottensedimenten. Aluminiumfällning innebär att 4 kg fosfor per år reduceras i internbelastning.

Muddring anses inte aktuellt på grund av det omfattande ingreppet det innebär.

### **2. Förbättra syrgasförhållandet med hjälp av luftningsaggregat**

Luftning kan utföras för att ge bättre förutsättningar för bottenfauna och fisk då det tidvis är syrgasfritt vid botten och svavelväte bildas. När åtgärderna i tillrinningsområdet har installerats och näringshalten minskat kommer troligtvis även syrgasförhållandena leda till det bättre. Till dess kan dock ett luftningsaggregat installeras om det anses vara nödvändigt.

## **13 Osäkerheter**

I varje moment som utförts finns det ett antal osäkerheter. Osäkerheterna för statusklassningen av kvalitetsfaktorer har gjorts utifrån Havs- och Vattenmyndighetens föreskrifter 2013:19. Dessa är i flera fall något luddigt beskrivna och ibland saknas information som specificerar vilket underlag som ska användas för att statusklassa kvalitetsfaktorer. Till exempel höjdnivå för provtagning i sjön eller vilka månadsvärden som ska användas framgår inte alltid tydligt. Bedömning i VISS har i vissa fall beräknat referensvärden på andra sätt än vad som presenterats i föreskrifterna. Det är även oklart för vissa kvalitetsfaktorer hur många mätvärden som behövs i underlaget för att utföra en säker bedömning. För delar av underlaget saknas även information om provtagningsmetodik vilket försvårar användningen av mätdata och minskar säkerheten i bedömningen.

Osäkerheter tillkommer i de fall då halter översätts från halt i sediment eller i fisk till beting i mängd per år. Detta har gjorts genom att uttrycka den procentuella minskning som behövs i sediment eller fisk och överföra det till procent av beräknad belastning från dagvatten. Då halt i vatten inte svarar direkt mot halter i sediment eller fisk stämmer inte detta antagande helt.

Karteringen av markanvändningen som utförts är schablonmässig och ungefärlig vilket betyder att vissa felaktigheter kunnat infinna sig. Dock så ger en schablonmässig indelning i form av t.ex. ett bostadsområde eller handelsområde ett bättre resultat än om varje

---

markanvändning delas in efter ytor såsom takyta, väg, grönyta. Detta för att fler mätningar har utförts på föroreningar i dagvatten från större områden än från mindre specifika ytor.

Föroreningshalten på dagvatten i Storm Tac är schablonmässig då medianhalten används av de uppmätta värdena. Därför ska inte den beräknade belastningen ses som definitiv men en indikation på föroreningsgraden. Mängden mätningar som utförts skiljer sig på markanvändningar och förorenande ämnen. På villaområden och vägar finns det t.ex. ett större antal mätningar än för spårområde och begravningsplats och för fosfor och tungmetaller har en större mängd mätningar utförts än för PAH, antracen och PBDE. Fler mätningar minskar osäkerheten.

Reningseffekten i dagvattenanläggningar beror på många parametrar såsom dagvattnets inloppshalt, flödesmönster till anläggningen, årstidsvariationer men även anläggningens utformning, ålder och skick. Reningsanläggningarnas uppmätta reningseffekter samt antal flödesproportionella mätningar som utförts för varje ämne redovisas i Bilaga 3 – Funktion av anläggningar i åtgärdsförslag.

I Storm Tac finns det få källor på avsättningsmagasin och i jämförelse med dammar så har avsättningsmagasinet en betydligt högre rening på fosfor enligt Storm Tac vilket inte känns helt rimligt. Dock så sker ingen flockning i magasinerna enligt information från Storm Tac. I dammar finns utöver den mekaniska reningen även kemisk och biologiska processer som kan reducera halten ytterligare. Orsaker till detta kan vara att magasinet är under mark och kan få bättre sedimentering vintertid. Även att de magasin som finns i databasen troligen har en styrning med minst 36 h sedimentering. Dåligt underhåll och skötsel av dammar kan leda till att växter förmultnar och frigör fosfor efter hösten. I databasen är även vissa dammar små och har sämre rening på grund av låga inloppshalter medan magasinerna finns vid vägar med hög halt och därmed hög effekt som följd.

Som bilagan redovisar finns heller inga uppmätta reningseffekter på bland annat antracen och PBDE. Då det inte finns några uppmätta värden förhåller de sig så att de följer reningseffekten för andra ämnen med liknande egenskaper. Reningseffekten för PBDE är ca 50 % i reningsanläggningarna. Dock visar resultaten av reningseffekten i förhållande till betinget att den totala reningen är oproportionerligt låg när en jämförelse görs av rening av kvicksilver som har en liknande reningseffekt i anläggningarna och ett liknande beting. Detta är besynnerligt och orsaken till olägenheten har inte hittats.

Seriekopplade åtgärder har utförts överslagsvis och inte i Storm Tac på grund av mängden åtgärder samt den komplicerade kopplingen av dem. Reningseffekten har bestämts till 60 % som bedöms ligga i mellanskiktet för hur hög reningseffekten kan vara i dessa anläggningar. Detta ger en ungefärlig bild på vad seriekoppling ger för konsekvenser på reningseffekten i anläggningarna.

Genomförbarheten av åtgärdsförslagen är något osäker. Placeringen har utgått ifrån fastighetskarta på eniro som inte nödvändigtvis är helt korrekt. Det är därför risk att anläggningar tar mark i anspråk som inte är allmän platsmark. Ortofotot som varit underlag i GIS materialet, samt den optiska analys som gjort med hjälp av kartor i Google maps och eniro, är inte nödvändigtvis helt uppdaterade eller överensstämmande. Viss korrigering har

kunnat göras efter platsbesök men andra förändringar som skett kan medföra att platsen inte längre är lämplig för anläggningsförslaget. Placeringen i relation till ledningar är även osäkert då det enbart i enstaka fall kunnat kontrolleras mot ledningsunderlag.

Det finns osäkerheter kopplade till den effekt föreslagna åtgärder i recipienten har. Beroende på bland annat typ, omgivning och effekt får luftningsaggregaten olika påverkan på syresättningen i sjön. Det är därför inte möjligt att säga exakt hur effekten blir på syrgashalterna i sjön. Syrebrist på botten bör kunna undvikas, i alla fall lokalt runt aggregatet men total effekt är svår att bestämma med säkerhet utan mer ingående utredning. Även effekten av fällning med aluminium är svår att sätta en siffra på. Total reducering av internbelastningen för fosfor har antagits bli resultatet. Flera faktorer spelar dock in för resultatet av reduceringen och det är oklart ifall det går att åstadkomma total reducering genom fällningen.

## 14 Resultat och Diskussion

För att Råcksta träsk som helhet ska kunna få god ekologisk status krävs det att samtliga kvalitetsfaktorer och parametrar uppnår god status. I dagsläget är det ett flertal av kvalitetsfaktorerna som inte uppnår detta. Av de biologiska kvalitetsfaktorerna uppnår ej växtplankton – klorofyll a, makrofyter och bottenfauna god status. De fysikaliska – kemiska kvalitetsfaktorer som inte uppnår god status är näringsämnen, ljusförhållanden och syrgasförhållanden. Även kvalitetsfaktorn Särskilt förorenande ämnen med ammoniak som utslagsgivande parameter uppnår ej god status.

Orsaken till den sänkta statusen för de ekologiska kvalitetsfaktorerna är mycket sannolikt kopplad till den höga fosforhalten i recipienten. Fosfor bidrar till en större tillväxt av växtplankton (klorofyll) och över tid kan även makrofyter påverkas. Mängden växtplankton kan sedan delvis styra ljusförhållandena. Höga halter näringsämnen leder till en hög alg tillväxt och stor mängd dött organiskt material. Syre förbrukas då detta bryts ned vilket leder till dåliga syrgasförhållanden och syrebrist kan uppstå, vanligtvis nära botten. Syrgasförhållanden och ljusförhållanden påverkar i sin tur bottenfaunan. Ammoniak bildas vid nedbrytning av organiskt kvävehaltigt material.

Tillvägagångssättet blir därför att åtgärda kvalitetsfaktorn näringsämnen som ett första steg för att sedan utvärdera om kväve- och fosforreduktionen har en positiv påverkan på övriga kvalitetsfaktorer. Om vattenförekomsten inte kan nå god status genom att enbart förbättra de kemiska parametrarna behöver andra åtgärder övervägas.

Under en längre tid har stora mängder fosfor tillförts Råcksta träsk via dagvatten och påverkat vattenmiljön. Detta har även bidragit till att mycket fosfor sedimenterat på botten som kan frigöras vid låga syrehalter i bottenskiktet (internbelastning).

Varje år tillförs 133 kg fosfor till Råcksta träsk varav 129 kg i dagvatten och ca 4 kg i internbelastning. För att nå den halt som motsvarar god status behöver en mängd på 100 kg/år reduceras. Av denna mängd behöver 96 kg reduceras genom ett flertal åtgärder i tillrinningsområdet, internbelastningen på 4 kg/år går att reducera genom

aluminiumfällning. Fällning är dock inte relevant förrän fosforbelastningen reducerats i tillrinningsområdet med 96 kg/år.

I Bilaga 6 – Seriekoppling av anläggningar har alla åtgärder som bedömts möjliga att utföra i tillrinningsområdet och i recipient sammanställts. I bedömningen av åtgärder har hänsyn tagits till markanvändning, ledningsnät, markåtkomst samt reduktionen av reningseffekt vid seriekoppling. Sammanlagt renar dessa åtgärder 78 kg fosfor per år (inklusive dammen vid Bergslagsplan som avskiljer 4 kg per år när den är seriekopplad).

Belastningen av kväve i dagvatten som når Råcksta träsk är 1117 kg/år, det finns dock inget beting för kväve då det krävs en expertbedömning av vattenmyndigheten för att fastställa detta. Dock så är det troligen så att kväve är det som begränsar tillväxten under sommaren och att kväve också borde reduceras. Om samtliga åtgärder i tillrinningsområdet anläggs renas 305 kg kväve per år. Utöver dagvattnet som belastar Råcksta träsk pumpas även vatten från Kyrksjön med höga kvävehalter dit. Om detta ska fortsätta behöver en utredning utföras för att undersöka vilka volymer som pumpas samt hur mycket kväve som tillförs. Alternativt kan åtgärder behöva utföras i Kyrksjöns tillrinningsområde som reducerar kvävehalten i Kyrksjön.

God status för näringsämnen kan inte uppnås i Råcksta träsk även om samtliga 19 åtgärder som identifierats som genomförbara i tillrinningsområdet genomförs. Ytterligare reduktion av fosfor på 18 kg/år skulle behövas för att betinget skall uppnås. Det är därmed rimligt att tro att inte heller klorofyll, makrofyter, bottenfauna, ljusförhållande, syrgasförhållanden och ammoniak som påverkas av de förhöjda fosforhalterna kommer nå god status. Detta innebär att det inte är skäligt att tro att god ekologisk status kan uppnås i Råcksta träsk.

Betinget eller målet att rena upp till 150 % av betinget för fosfor uppnås inte i Råcksta träsk. Orsaken till detta är platsbrist inom tillrinningsområdet, åtgärder har föreslagits på de platser som har ansetts möjliga med hänsyn till markåtkomst och ledningsnät. En ytterligare faktor som försvårar att betinget uppnås är att när dagvattenanläggningar seriekopplas så reduceras den avskilda mängden på det renade dagvatten i nedströms anläggningar. Detta innebär att även om någon ytterligare plats skulle kunna påträffas för en anläggning kommer den avskilda mängden att bli mycket liten i nedströms anläggning då alla anläggningar är seriekopplade.

Råcksta träsk uppnår Ej god kemisk status med hänsyn till TBT i sediment samt PFOS i vatten och fisk. PBDE i sediment och kvicksilver som återfinns i fisk är nationella undantag men halterna får dock inte öka.

I Bilaga 6 – Seriekoppling av åtgärder har alla åtgärder som bedömts möjliga att utföra i tillrinningsområdet och rening sammanställts. I bedömningen av åtgärder har hänsyn tagits till reduktionen av reningseffekt vid seriekoppling

Antracen är en produkt av ofullständig förbränning och en mindre del tillförs via partiklar i dagvatten och en större del finns i gasfas och tillförs via atmosfärisk deposition. I dagvatten tillförs 0,006 kg antracen per år, betinget är 0,0017 kg/år. Med alla åtgärder renas 352 % av betinget vilket betyder att Råcksta träsk uppnår god status med hänseende på antracen och även uppnår målet att 150 % av betinget skall uppnås.

Betinget för TBT är 0,02 g/år och är en produkt i båtbottnfärger. Förekomsten av TBT i Råcksta träsk beror på en gammal synd då kvoten av TBT och DBT+MBT är mycket låg. Att muddra är dock inte en rimlig åtgärd då kostnaderna och de negativa konsekvenserna är för stora. Då ingen eller en mycket låg halt av TBT tillförs kommer förorenande sediment så småningom täckas av sediment med lägre halter och på så vis förbättra situationen och gå mot god status.

PBDE och kvicksilver tillförs vattenförekomsten till största del via långväga luftburna föroreningar därav undantaget. En viss del tillförs även till Råcksta via dagvatten där en reningseffekt har beräknats trots undantaget. Varje år tillförs 0.13 kg PBDE och 0.02 kg kvicksilver i dagvatten. Betinget för att nå god status i recipienten är 0,085 kg PBDE/år och 0.015 kg Hg/år. Trots åtgärder i avrinningsområdet renas endast 5 % PBDE respektive 56 % kvicksilver av betinget vilket betyder att de inte går att nå upp till god status för Råcksta träsk.

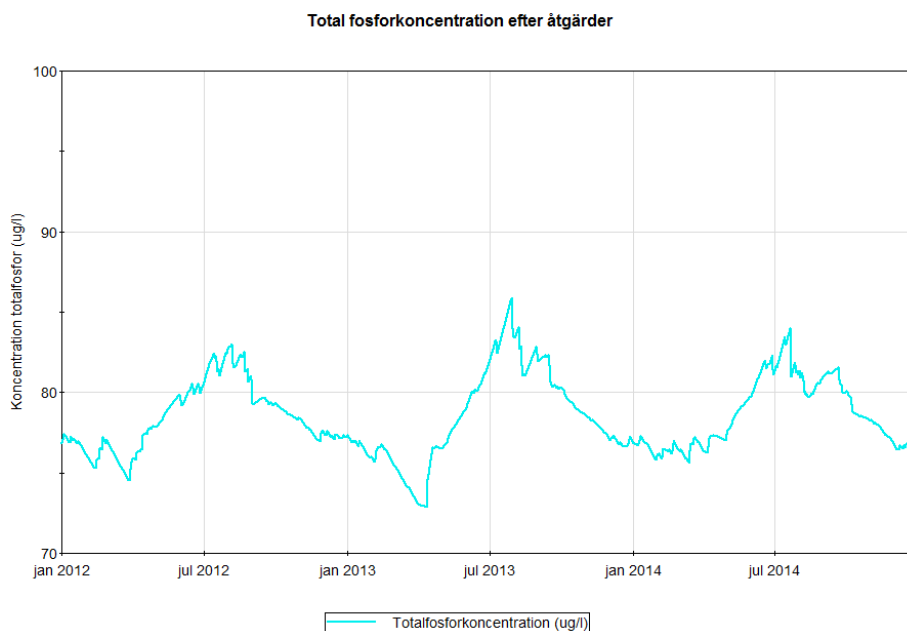
PFOS tillförs Råcksta träsk via luft, dagvatten och eventuellt via grundvatten. Framräknat beting för PFOS i vatten är nästan 100 % och i fisk 90 %. Det saknas även underlag för att uppskatta halter i dagvatten och PFOS renas inte nämnvärt i dammar eller våtmarker. För att rena PFOS i mark schaktas de förorenade massorna oftast bort. Grundvatten och dricksvatten renas ofta med aktivt kol. PFOS är känt för att transporteras långväga och en stor del kan komma från atmosfäriskt nedfall. En utredning skulle behöva utföras angående källor och spridningsmönster till sjöarna i västerort (Kyrksjön, Judarn och Råcksta träsk). Råcksta träsk har dock högre halter samt en annan sammansättning av PFAS än vad som finns i Judarn och Kyrksjön. En orsak till detta skulle kunna vara Johannelundtippen, en undersökning av detta skulle behöva utföras.

För att nå god kemisk status behöver samtliga betingen uppnås. Betinget för antracen, TBT och PFOS kan ej nås i Råcksta träsk trots genomförandet av samtliga dagvattenreningsanläggningar och åtgärder i recipienten som kunnat identifieras. Det är därför inte möjligt att uppnå god kemisk status på grund av dessa ämnen. Om PFOS och antracen undantas skulle det däremot gå att nå god kemisk status i Råcksta träsk. PBDE och kvicksilver behöver även fortsättningsvis undantas. För PBDE gäller också att resultatet blir mer osäkert då det är oklart vad som gör att den procentuella reningen blir så låg i förhållande till betinget.

Målet med åtgärderna är att nå betingen med 150 %, detta för att ta höjd för kommande planers belastning och möjliggöra ny bebyggelse inom tillrinningsområdet. Då målet inte uppnås för fosfor kommer det ställas mycket hårda krav på rening av fosfor i dagvatten på kommande planer. De måste kunna bevisa att man endast försämrar inom samma statusklass samt att man inte äventyrar att god status inte kan nås i framtiden. Då det inte anses möjligt att nå god ekologisk status innebär detta att det kommer att bli mycket svårt att anlägga ny bebyggelse på naturmark. Om däremot ny bebyggelse anläggs på platser med befintlig bebyggelse finns möjligheter att förbättra läget jämfört med hur det ser ut idag.

## 14.1 Resultat av fosformodellering

Resultatet av fosformodelleringen i Goldsim visar att om samtliga åtgärder införs och en reduktion sker i tillrinningsområdet och i recipient med 82 kg/år kommer halten i Råcksta träsk halveras. Resultaten från simuleringar i modellen visar att internbelastningen sjunkit till knappa 2 kg/år och att årsmedelvärdet för totalfosforkoncentrationen stannar på 80 µg/l under sommarmånaderna. Under resten av året ligger halten under 80 µg/l, se Figur 50.



Figur 50 Den beräknade totalfosforkoncentrationen under perioden 2012-2014.

## 15 Slutsats

Råcksta träsk bedöms inte kunna nå god status på näringsämnen trots de åtgärder som föreslås i tillrinningsområdet samt i recipienten. Detta innebär också försvårande omständigheter att nå god status för övriga kvalitetsfaktorer som näringshalten påverkar. Råcksta träsk bedöms därför inte kunna nå god ekologisk status.

Orsaken till att Råcksta träsk inte kan nå God status med avseende på fosfor är att ytterligare dagvattenanläggningar inte kan anläggas i tillrinningsområdet på grund av platsbrist. Åtgärder har föreslagits på de platser som har ansetts möjliga med hänsyn till markåtkomst och ledningsnät. En ytterligare faktor som försvårar att betinget uppnås är att när dagvattenanläggningar seriekopplas så reduceras den avskilda mängden på det renade dagvattnet i nedströms anläggningar. Detta innebär att även om någon ytterligare plats skulle kunna påträffas för en anläggning kommer den avskilda mängden att bli mycket liten i nedströms anläggning då alla anläggningar är seriekopplade.

Halterna för antracen och PFOS bedöms inte kunna uppnå god status genom de åtgärder som föreslås. I stor utsträckning saknas även data för dessa ämnen angående halter i dagvatten och reningseffekter i åtgärdsanläggningar vilket skulle behöva utredas vidare.

Detta för att hitta problemet. Vidare utredning skulle även behövas för att identifiera källor och möjliga åtgärder för att förhindra spridning av PFOS. Råcksta träsk bedöms därför inte kunna nå god kemisk status.

---

## 16 Referenser

- Aldheimer, G. (2004). *Dagvatten, Avsättningsmagasin Ryska Smällen*. Stockholm: Stockholm Vatten.
- Alm, H., & Pirard, J. (2014). *Dagvattenhantering, en exempelsamling*. Uppsala vatten.
- Andréewitch, N. (2016). *Fosforläckage från hästagar i Hågadalen*. Mälardalens högskola.
- Blecken, G. (2016). *Kunskapssammanställning Dagvattenrening, rapport nr 2016-05*. Svenskt Vatten Utveckling.
- Bodin-Sköld, H., Larm, T., & Lindfors, T. (2014). *Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer*. VINNOVA.
- Calluna. (2011). *Skötselplan för Råcksta träsk i Grimsta naturreservat*.
- Caruso, J., Christensen, A., Gunnarsson, F., Johansson, L., Kronholm, M., Lagergren, R., . . . Vartia, K. (2013). *Kokbok för kartläggning och analys 2013-2014 - Hjälprea klassificering av ekologisk status*. Vattenmyndigheterna i samverkan.
- Cato, I., Magnusson, M., Granmo, Å., & Borgegren, A. (2007). *Organiska tennföreningar - ett hot mot livet i våra hav*. Havet.
- Edling, L. I. (den 26 10 2016). *Nationalencyklopedin, ammoniak*. Hämtat från Nationalencyklopedin: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/ammoniak>
- Eklund, L. (den 20 09 2016). *Olja i Jämtlandsgatan - Råcksta*. (S. Spaak, Intervjuare)
- Ekologgruppen. (2016). *Fördröjning av dagvatten inom befintlig bebyggelse i östra lund*. Landskrona: Ekologgruppen.
- Falk, J. (2007). *Erfarenhet av kommunala dagvattendammar, Rapport Nr. 2007-14*. Stockholm: Svenskt Vatten utveckling.
- Finska arbetshälsainstitutet. (den 22 10 2014). *TTL.fi*. Hämtat från <http://www.ttl.fi/ova/sammonia.html>
- Fridolf, M. (2014). *Dagvattendammars funktion - En studie av vägdagvattendammen Fredriksberg*. Lund: Lunds Universitet.
- Fölster, J., & Djodijc, F. (2015). *Underlag till bedömningsgrunder för kväve i sjöar och vattendrag, Rapport 2015:12*. Uppsala: Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU).

- Grahn, O., & Torstensson, H. (2008). *Förslag till åtgärdsstrategi för att förbättra miljöförhållandena i sjön Kyrkviken, Arvika kommun*. Arvika.
- Gustafsson, A. (2014). *Vattenvegetation i Stockholm stad 2014*. Norrtälje: Naturvatten.
- Havs- och vattenmyndigheten. (2013). *Fiskvandring- arter, drivkrafter och omfattning i tid och rum, rapport 2013:11*. Göteborg: Havs och vattenmyndigheten.
- Havs- och Vattenmyndigheten. (2013). *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten, HVFMS 2013:19*. Havs- och vattenmyndigheten.
- Havs och vattenmyndigheten. (den 01 02 2016). *Kväve i sjöar och vattendrag*. Hämtat från Havs och vattenmyndigheten:  
<https://www.havochvatten.se/hav/samordning--fakta/data--statistik/officiell-statistik/officiell-statistik--havs--och-vattenmiljo/kvave-i-sjoar-och-vattendrag.html>
- Havs och vattenmyndigheten. (2016). *Miljögifter i vatten – klassificering av ytvattenstatus ; Vägledning för tillämpning av HVFMS 2013:19 (Rapport 2016:26)*. Göteborg: Havs och vattenmyndigheten.
- Holmqvist, J., & Bengtsson, G. (2009). *Sweco Environment Rapport 2009: Samband mellan åtgärder mot övergödning och ekologiska effekter i vattendrag - en litteraturstudie*.
- Huser, B., & Köhler, S. J. (2014). *Granskning av åtgärdsförslag för att minska internbelastningen av fosfor i Växjösjöarna*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö.
- Institutet för miljömedicin. (den 03 02 2014). *Karolinska institutet*. Hämtat från <http://ki.se/imm/polybromerade-difenyletrar-pbde>
- Institutionen för miljöanalys. (den 15 12 2016). *Sjöeutrofiering*. Hämtat från Institutionen för miljöanalys: [http://info1.ma.slu.se/miljotillst/eutrofiering/Criteria\\_3.ssi](http://info1.ma.slu.se/miljotillst/eutrofiering/Criteria_3.ssi)
- Jonpers, R. (2011). *Snöupplag av urban snö*. SLU.
- JP Sedimentkonsult HB. (2016). *MEtaller och organiska miljöföroreningar i sediment i Råcksta träsk*. Sollenkroka: JP Sedimentkonsult.
- Kemikalieinspektionen. (2006). *Perfluorerade ämnen - användning i Sverige*. Sundbyberg: Kemikalieinspektionen.

- 
- Kemikalieinspektionen. (den 10 03 2016). *www.kemi.se*. Hämtat från <http://www.kemi.se/om-kemikalieinspektionen/verksamhet/handlingsplan-for-en-giftfri-vardag/hogfluorerade-amnen-pfas>
- KF Fastigheter. (2006). *Johannelund 4 - Åtgärder för att reducera föroreningar från Siktgatan 11*. Stockholm.
- Larm, T., & Pirard, J. (2010). *Utredning av föroreningsinnehållet i Stockholms dagvatten*. Stockholm: Sweco.
- Lindfors, T., Bodin-sköld, H., & Larm, T. (2014). *Grågröna systemlösningar för hållbara städer*. Vinnova.
- Länsstyrelsen Örebro län. (den 01 12 2016). *Länsstyrelsen Örebro Län*. Hämtat från Länsstyrelsen Örebro län: <http://www.lansstyrelsen.se/Orebro/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/vattenforvaltning/Pages/index.aspx>
- Lönsjö, & Emma. (2015). *Utbredning av PFOS i Sverige och världen med fokus på grundvattnet*. Lund: Lunds universitet.
- Miljöbarometern. (den 18 03 2016). *Spridning av bly*. Hämtat från Miljöbarometern, Stockholm stad: <http://miljobarometern.stockholm.se/miljogifter/bly/spridning-av-bly/>
- Miljöbarometern, S. s. (den 15 07 2016). Hämtat från <http://miljobarometern.stockholm.se/vatten/sjoar/racksta-trask/>
- Naturvårdsverket. (2003). *Miljökvalitetsnormer för fosfor i sjöar, Rapport 5288*. Bromma: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. (den 16 10 2009). *www.naturvardsverket.se*. Hämtat från <http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Ovriga-organiska-amnen/Antracen/>
- Naturvårdsverket. (den 02 05 2016). Hämtat från <http://www.naturvardsverket.se/Samar-miljon/Manniska/Miljogifter/Metaller/Kadmium/>
- Naturvårdsverket. (den 24 08 2016). *Miljömål.se*. Hämtat från <http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=5&pl=1>
- Nitzelius, T. (1996). *Judarn, Kyrksjön och Råcksta träsk inventering av bottenfauna, sjöfågel och vatenväxter 1996*. Stockholm: Miljöförvaltningen, Stockholm stad.
- Norconsult. (2011). *Angereds torg, Dagvattenutredning till detaljplan*. Göteborg: Norconsult AB.

- Persson, I., Sjöberg, C., Karlsson, P., & Håkansson, E. (2015). *Järlasjön källfördelningsanalys och översiktlig åtgärdsplan*. Nacka: Sweco.
- Ramböll. (2014). *PM Dagvattenutredning; Detaljplan för Önnered 54:1*. Halmstad: Ramböll Sverige AB.
- Saleh, E. (2012). *En rapport om tillsyn över kvicksilverhanteringen*. Stockholm: Miljöförvaltningen .
- SGI. (2015). *Preliminära riktvärden för högfluorerade ämnen (PFAS) i mark och grundvatten*. Linköping: Statens geotekniska institut.
- SGU. (2013). *Bedömningsgrunder för grundvatten*. Uppsala: Sveriges Geologiska Undersökning.
- SGU. (2016). *Jorddjupskarta 1:50000*. Uppsala: Sveriges Geologiska Undersökning.
- SLB-analys. (2002). *PAH i sediment i Stockholmsområdet*. Stockholm.
- SMHI. (den 24 08 2016). *Syreförhållanden i havet*. Hämtat från SMHI: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/oceanografi/syreforhallanden-i-havet-1.5155>
- Sonesten, L., & Wilander, A. (2006). *Föreslag till bedömningsgrunder för siktdjup*.
- Sportfiskarna, S. S.-o. (2013). *Inventeringsprovfiske i Judarn, Laduviken och Kyrksjön 2012*. Stockholm.
- Stehn, A. (2004). *Bottenfauna i brommasjöarnas sublitoral* . Stockholm: Eurofins Environment Sweden AB.
- Stockholm Stad. (1999). *Provfiskeresultat*.
- Stockholm stad. (den 08 06 2016). *Klorofyll a, sjöar*. Hämtat från Miljöbarometern: <http://miljobarometern.stockholm.se/vatten/sjoar/kyrksjon/klorofyll-a-sjoar/kyrksjon>
- Stockholm Stad Miljöförvaltningen. (2003). *Dagvatten från miljöfarlig verksamhet*. Stockholm: Stockholm stad.
- Stockholm Vatten & Stockholm stad. (2006). *Program för Stockholms vattenarbete 2006-2015*. Stockholm.
- Stockholm Vatten. (2009). *Långsjön- reducering av den interna fosforbelastningen genom aluminiumbehandling av bottensediment*. Stockholm: Stockholm Vatten.

- 
- Stockholm Vatten AB. (2001). *Dagvatten, Norra Länkens avsättningsmagasin*. Stockholm: Stockholm vatten.
- Stockholm Vatten AB. (2010). *Driftinstr. pumpstation Bergslagsplan*.
- Stockholm Vatten AB. (2016b). Inlopp till Råcksta träsk. Sofia Spaak.
- Stockholm Vatten VA AB. (2010). *B 139. Råcksta träsk - reningsanläggning för dagvatten. Slutrapport för projekt inom miljömiljarden, Stockholm stad*. Stockholm: Stockholm Vatten.
- Stockholm Vatten VA AB. (2010). *Råcksta träsk - reningsanläggning för dagvatten*.
- Stockholms stad. (2000). *Vattenprogram för Stockholm 2000*. Stockholms stad.
- Stockholms stad, M. (2006). *Program för Stockholms vattenarbete 2006-2015*.
- Stråe, D., Gustafsson, A., van der Nat, D., Rydin, E., Lindqvist, U., Andersson, J., & Åkerman, S. (2016). *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken*. Stockholm: Miljöförvaltningen Stockholms Stad.
- Sweco. (2009). *Dagvattendamm vid Bergslagsplan*. Stockholm: Sweco.
- Sweco viak. (2008). *Samverkan Kyrksjön-Råcksta träsk - modellutredning*.
- Svenskt Vatten. (2016). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Publikation P110*. Stockholm: Svenskt vatten.
- Svenskt vatten och Stockholm stad. (2006). *Program för Stockholms vattenarbete 2006-2015*. Stockholm: Svenskt vatten och Stockholm stad.
- Trafikverket. (2012). *Trafikverkets publikation 2011:179 Krav för vägars och gators utformning*. Trafikverket.
- Trafikverket. (2012). *Trafikverkets publikation 2012:072 TRVK Väg*. Trafikverket.
- Vattenmyndigheterna. (den 01 12 2016). *Miljö kvalitetsnormer*. Hämtat från Vattenmyndigheterna: <http://www.vattenmyndigheterna.se/Sv/om-vattenmyndigheterna/vattenforvaltningens-arbetscykel/miljokvalitetsnormer/Pages/default.aspx>
- VISS. (den 29 09 2016). Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE658313-161772>
- VISS. (den 22 september 2016). *Utsläppsreduktion miljögifter*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige:

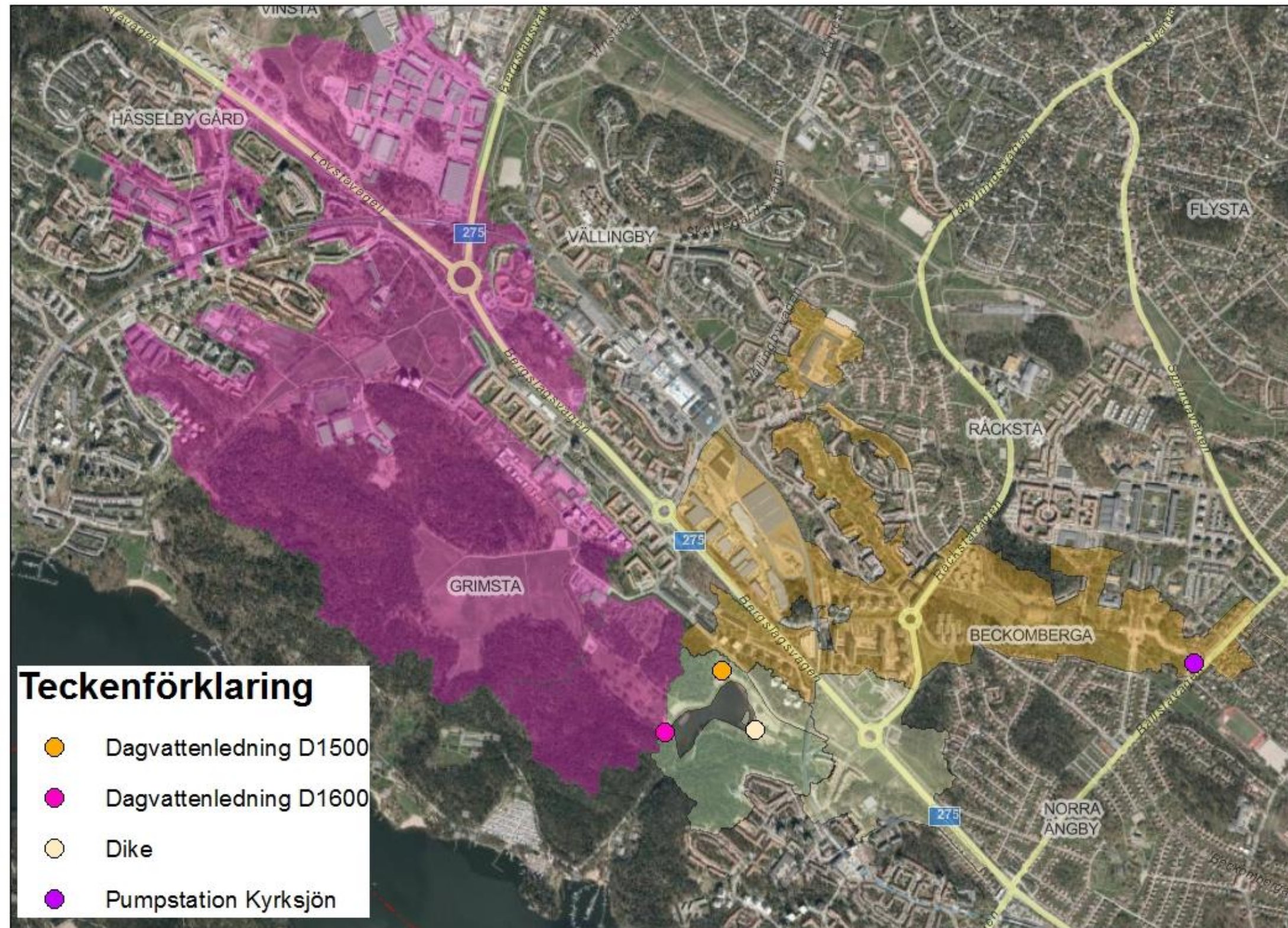
<http://viss.lansstyrelsen.se/Measures/EditMeasureType.aspx?measureTypeEUID=VISSMEASURETYPE000735>

WRS. (2016). *Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten*. Stockholm: Water revival systems, WRS.

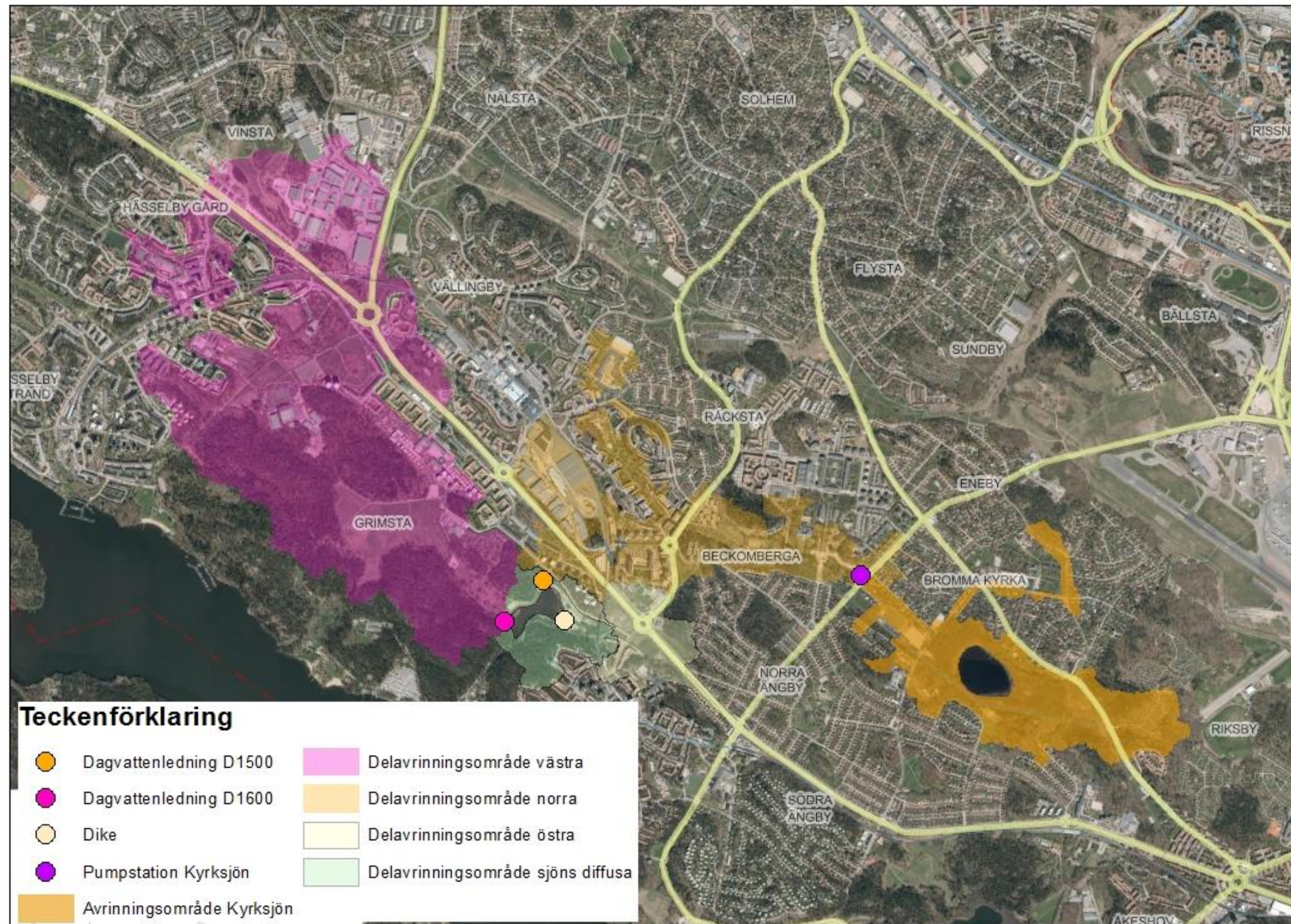
Vällingby ridsällskap. (den 04 12 2016). *Vällingby ridsällskap*. Hämtat från vällingby ridcenter: <http://www.vallingbyridsallskap.se/Anlaggningen/>



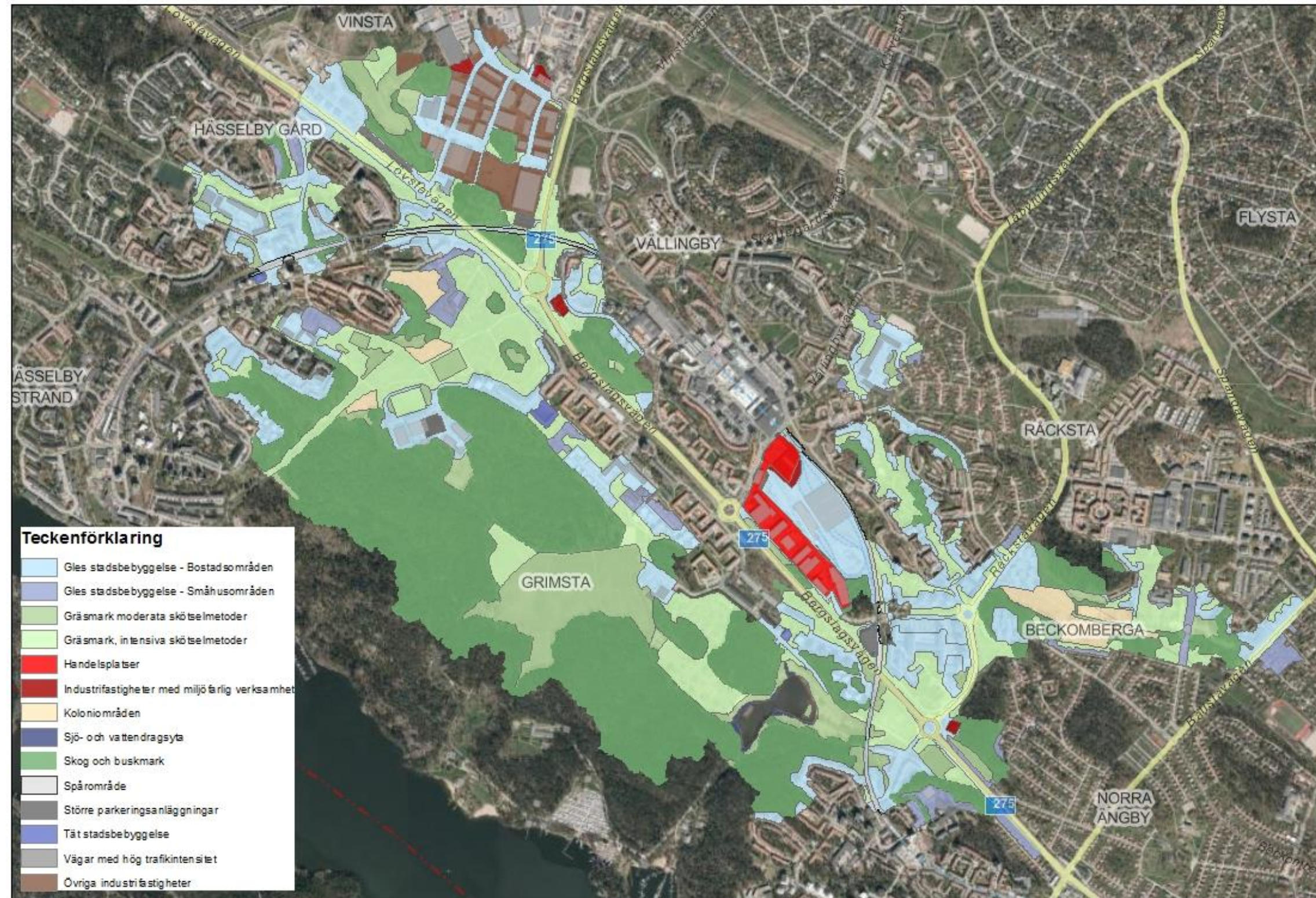
Bilaga 1a – Avrinningsområdesgränser med inlopp och pumpstation från Kyrksjön



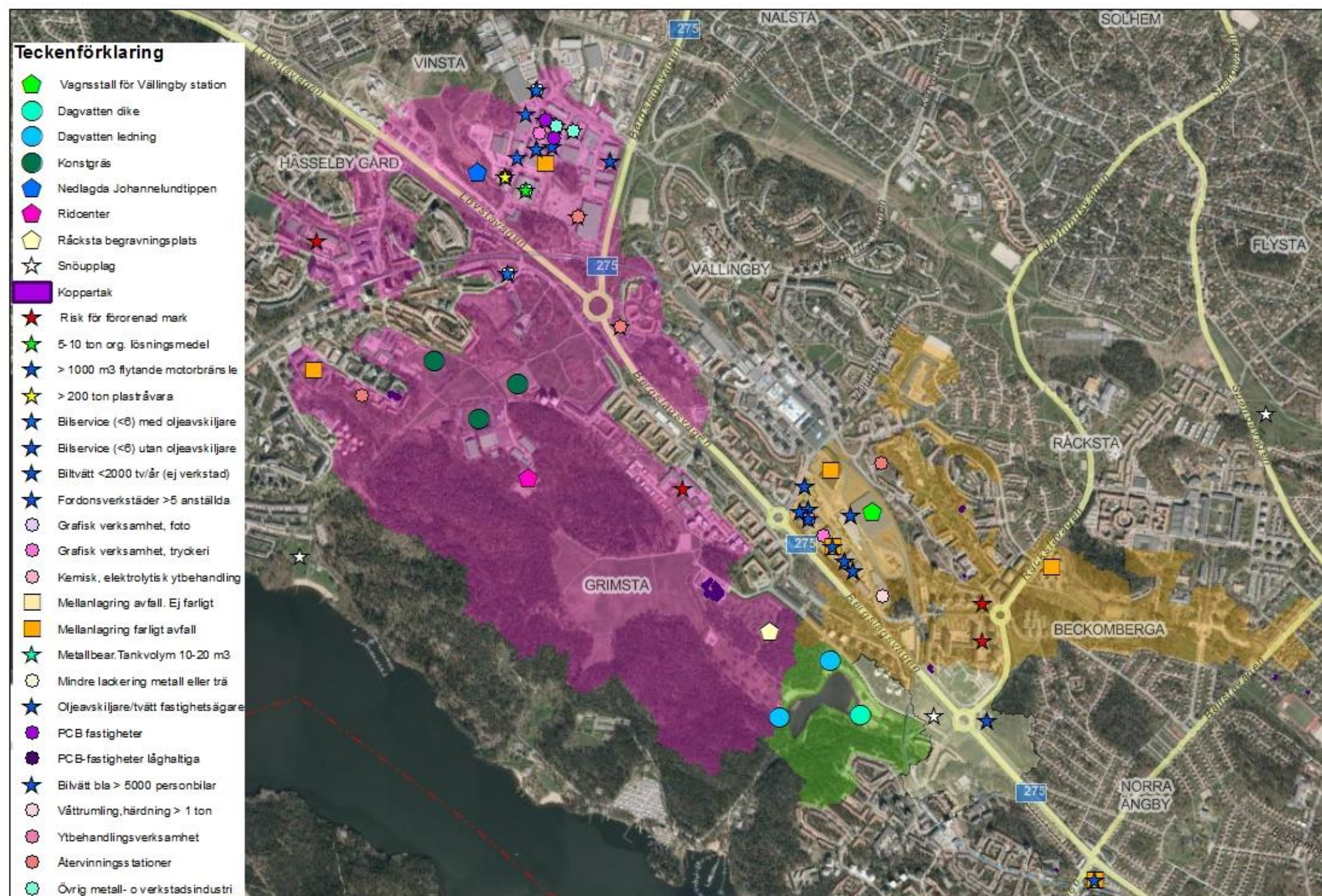
Bilaga 1b – Avrinningsområde med Kyrksjöns avrinningsområde



# Bilaga 1c – Markanvändning enligt Stockholm Vattens kartering



## Bilaga 1d – Punktkällor



## Bilaga 2 – Ny bedömning av ekologisk och kemisk status

| Ekologisk status – Otilfredsställande status |                                                                                   |                                                  |                                                    |                                          |                                                                                                                                                          |                                                                                            |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Biologiska kvalitetsfaktorer                 | Bedömning                                                                         | Underlag                                         | Gränsvärde                                         | Beting                                   | Kommentar                                                                                                                                                |                                                                                            |
| Växtplankton                                 | Måttlig status, klorofyll a ger en tydlig indikation att statusen är sämre än god | Mätning av klorofyll a, se status för klorofyll. |                                                    |                                          | Det finns färre än 4 arter med indikatortal, mät därför totalbiomassa och andel cyanobakterier. 3 års medelvärden, mätning utförs mellan Juli – Augusti. |                                                                                            |
|                                              | Näringsämnespåverkan växtplankton                                                 | Mätdata saknas                                   |                                                    |                                          |                                                                                                                                                          |                                                                                            |
|                                              | - Totalbiovolym                                                                   | Mätdata saknas                                   |                                                    |                                          |                                                                                                                                                          |                                                                                            |
|                                              | - TPI Trofiskt planktonindex                                                      | Mätdata saknas                                   |                                                    |                                          |                                                                                                                                                          |                                                                                            |
|                                              | - Andel blågrönalger                                                              | Mätdata saknas                                   |                                                    |                                          |                                                                                                                                                          |                                                                                            |
|                                              | Artantal Växtplankton                                                             | Mätdata saknas                                   |                                                    |                                          |                                                                                                                                                          |                                                                                            |
|                                              | Klorofyll a                                                                       | Medelvärde: 47.7 ug/l<br>Beräknat EK: 0.12       | Juli- och augustivärden år 2010 -2016, 8 mätvärden | 18.7 ug/l<br><br>EK för god status: ≥ 30 | 28.4 ug/l i vatten [60 %]                                                                                                                                | Genomför fullständig växtplanktonanalys för att verifiera. Endast att mäta klorofyll a får |

|                                              |                  |                                                 |                               |                               |                   |                                                                                                          |
|----------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              |                  |                                                 |                               |                               |                   | användas som bedömningsgrund endast om statusen är god eller hög. (HVMFS 2013:19, sid 10 kap 1)          |
| Makrofytter i sjöar                          |                  | Måttlig status                                  | 2010 (Thuresson, 2013)        |                               |                   |                                                                                                          |
|                                              | Trofiindex (TMI) | Beräknat EK: 0.79<br>Måttlig status             | 2010 (Thuresson, 2013)        | EK för god status $\geq 0.84$ |                   |                                                                                                          |
| Bottenfauna i sjöar                          |                  | Otillfredsställande status                      | 2004 (Stehn, 2004)            |                               |                   |                                                                                                          |
|                                              | ASPT             | Beräknat EK: 0.26<br>Otillfredsställande status | 2004 (Stehn, 2004)            | EK för god status $\geq 0.70$ |                   |                                                                                                          |
|                                              | BQI              | Ingen mätdata                                   |                               |                               |                   | Finns inga profundala prover utförda, sjön är så pass grund att ingen profundal zon finns. (Stehn, 2004) |
|                                              | MILA             | Ingen mätdata                                   |                               |                               |                   | Beräknades ej då sjön är relativt välbuffrad (Stehn, 2004).                                              |
| Fisk i sjöar                                 |                  | Beräknat EK: 0.52<br>God status                 | Provfiske i juli 2016         | EK $\geq 0.46$                |                   |                                                                                                          |
| <b>Fysikaliska Kemiska kvalitetsfaktorer</b> |                  | <b>Egen bedömning</b>                           | <b>Underlag</b>               | <b>Gränsvärde</b>             | <b>Beting</b>     | <b>Kommentar</b>                                                                                         |
| Allmänna förhållanden                        |                  | Måttlig status                                  |                               |                               |                   |                                                                                                          |
|                                              | Näringsämnen     | Medelvärde: 165.2 ug/l                          | Medelvärde augusti 2010-2016, | 40 ug/l                       | 125.2 ug/l [76 %] |                                                                                                          |



|                                  |                    |                                                                                                  |                                                                                                                   |                                                                        |                              |                                                                                                                           |
|----------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  |                    | Dålig status                                                                                     | 16 värden, Kontrollprogram                                                                                        |                                                                        | 103 kg/år                    |                                                                                                                           |
|                                  | Ljusförhållanden   | Beräknat EK: 0.26<br>Otillfredsställande status                                                  | Medelvärde augusti, 2010-2016, 6 värden kontrollprogram                                                           | EK för god status $\geq 0.50$                                          |                              |                                                                                                                           |
|                                  | Syrgasförhållanden | Måttlig eller sämre<br>Temp=18,6°C och<br>C <sub>syrgas</sub> = 2,1 mg/l                         | Minimumvärde från 2015, 1 värde                                                                                   | Syrgaskoncentration C för god status: 7-8 mg/L vid temperatur 0 - 5 C° |                              | Om måttlig eller sämre status ska syrgasförhållanden jämföras med beräknat referensvärde. Detta har inte kunnat beräknas. |
|                                  | Försurning         | Hög status                                                                                       | Hög status enligt bedömning i VISS från 2007 – 2012 och inget problem med försurade sjöar enligt miljöbarometern. |                                                                        |                              |                                                                                                                           |
| Särskilt förorenande ämnen (SFÄ) |                    | Måttlig status                                                                                   |                                                                                                                   |                                                                        |                              | Baserat på ammoniak                                                                                                       |
| Ammoniak                         |                    | Medelvärde: 1.41 ug/l<br>Uppnår ej god<br>Akut exponering: 4.04 ug/l<br>Gränsvärde överskrids ej | Årsmedelvärdet mellan 2010-2015, 51 värden, årsmedelvärdet överskrids för alla år utom 2014.                      | Årsmedelvärde 1.0 ug/l<br>Akut exponering: 6.8 ug/l                    | Medelvärde: 0.41 ug/l [29 %] | Gränsvärde överskrids ej för akut exponering.                                                                             |
| Mekoprop & Mekoprop- P           |                    | Mätdata saknas                                                                                   |                                                                                                                   |                                                                        |                              |                                                                                                                           |
| Bentazon                         |                    | Mätdata saknas                                                                                   |                                                                                                                   |                                                                        |                              |                                                                                                                           |
| Bisfenol A                       |                    | Mätdata saknas                                                                                   |                                                                                                                   |                                                                        |                              |                                                                                                                           |
| Bronopol                         |                    | Mätdata saknas                                                                                   |                                                                                                                   |                                                                        |                              |                                                                                                                           |

|                          |                                                              |                                            |                             |  |                                                  |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------|--|--------------------------------------------------|
| C14-17 kloralkaner, MCCP | Mätdata saknas                                               |                                            |                             |  |                                                  |
| Diflufenikan             | Mätdata saknas                                               |                                            |                             |  |                                                  |
| Diklofenak               | Mätdata saknas                                               |                                            |                             |  |                                                  |
| Diklorprop-P             | Mätdata saknas                                               |                                            |                             |  |                                                  |
| 17-alfa-etinylöstradiol  | Mätdata saknas                                               |                                            |                             |  |                                                  |
| Glyfosat                 | Mätdata saknas                                               |                                            |                             |  |                                                  |
| Kloridazon               | Mätdata saknas                                               |                                            |                             |  |                                                  |
| MCPA                     | Mätdata saknas                                               |                                            |                             |  |                                                  |
| Metribuzin               | Mätdata saknas                                               |                                            |                             |  |                                                  |
| Metsulfuronmetyl         | Mätdata saknas                                               |                                            |                             |  |                                                  |
| Nonylfenoletoxilater(6)  | Mätdata saknas                                               |                                            |                             |  |                                                  |
| Pirimikarb               | Mätdata saknas                                               |                                            |                             |  |                                                  |
| Sulfusulfuron            | Mätdata saknas                                               |                                            |                             |  |                                                  |
| Triklosan                | Mätdata saknas                                               |                                            |                             |  |                                                  |
| 17-beta-östradiol        | Mätdata saknas                                               |                                            |                             |  |                                                  |
| Koppar                   | Beräknad högsta biotillgänglig halt: 0.19 ug/l<br>God status | Högsta uppmätta halt 2015-2016<br>6 värden | 0.5 ug/l<br>biotillgängligt |  |                                                  |
| Zink                     | Beräknad högsta biotillgänglig halt: 0.66 ug/l<br>God status | Högsta uppmätta halt 2015-2016<br>6 värden | 5.5 ug/l<br>biotillgängligt |  | Ökar i sediment,<br>undersöks vidare             |
| Arsenik                  | Mätdata saknas                                               |                                            |                             |  |                                                  |
| Uran                     | Mätdata saknas                                               |                                            |                             |  |                                                  |
| Krom                     | Åsmedelvärde: 0.29 ug/l<br>God status                        | Åsmedelvärde 2015<br>4 värden              | Åsmedelvärde 13.4 ug/l      |  |                                                  |
| Icke dioxinlika PCB:er   | Uppmätt halt: < 2.16 ug/kg VV<br>God status                  |                                            | I biota: 125 ug/kg VV       |  | Summan av kongener 25, 52, 101, 138, 153 och 180 |

| Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer |                                                                | Egen bedömning | Underlag                                                     | Gränsvärde                                                                                                                                                           | Beting | Kommentar                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Konnektivitet i sjöar               |                                                                | Oklar status   |                                                              |                                                                                                                                                                      |        |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                     | Längsgående konnektivitet i sjöar                              | Oklar status   |                                                              |                                                                                                                                                                      |        | Sätten med överfall som dämmer upp vatten vid kvarnen utgör ett vandringshinder. Vilken påverkan detta har behöver utredas vidare utifrån fiskarternas vandringsbehov. Abborre och Mört vandrar on naturliga möjligheter finns vilket de nu inte kan. |
|                                     | Konnektivitet i sidled till närområde och svämplan kring sjöar | God status     | Baserat på kartunderlag i GIS, höjddata och okulär bedömning | I mer än 5 % men högst 15 % av ytvattenförekomstens svämplan förekommer aktivt brukad mark och anlagda ytor eller avsaknad av strukturer enligt referensförhållandet |        |                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                   |                                                 |                 |  |  |  |                                                                                                                                 |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hydrologisk regim i sjöar         |                                                 | Oklar status    |  |  |  | Kontrollera effekter av dämning vid Kvarndammen. Oklart data saknas på vattennivåer och effekter av "regleringen" från kvarnen. |
|                                   | Vattenståndsva-<br>riation i sjöar              | Mätdata saknas  |  |  |  | Mätdata från oreglerade förhållanden saknas, dygnsmedelvattenstånd behövs.                                                      |
|                                   | Avvikelse i vinter-<br>och<br>sommarvattenstånd | Mätdata saknas  |  |  |  | Mätdata från oreglerade förhållanden saknas, dygnsmedelvattenstånd behövs.                                                      |
|                                   | Vattenstånd<br>förändringstakt i<br>sjöar       | Mätdata saknas  |  |  |  | Mätdata från oreglerade förhållanden saknas, dygnsmedelvattenstånd behövs.                                                      |
| Morfologiskt<br>tillstånd i sjöar |                                                 | God status      |  |  |  |                                                                                                                                 |
|                                   | Förändring av<br>sjöars planform                | Mätdata saknas, |  |  |  | Referensförhållandet saknas                                                                                                     |
|                                   | Bottensubstrat i<br>sjöar                       | Mätdata saknas  |  |  |  | Svart sediment med olja (Stehn, Bottenfauna i Brommasjöarnas sublittoral hösten 2004, 2004).                                    |

|  |                                                |                                |                                                                                  |                                                  |  |  |
|--|------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--|--|
|  | Strukturer på det grunda vattenområdet i sjöar | Mätdata saknas                 |                                                                                  |                                                  |  |  |
|  | Närområdet runt sjöar                          | God status<br>13 % anlagd mark | Baserat på kartunderlag i GIS och okulär bedömning                               | 30 m från fårans kant: 5-15 % aktivt anlagd mark |  |  |
|  | Svämplanets strukturer och funktion runt sjöar | God status                     | Baserat på kartunderlag i GIS och okulär bedömning efter vattennivån vid HHW100. | 100-årsregn: 5-15 % aktivt anlagd mark           |  |  |



| Kemisk status – Uppnår ej god  |                                                                             |                                                                                                 |                                                               |                                            |                           |                        |                                          |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------------------|
| Kemisk kvalitetsfaktor         | Egen bedömning                                                              | Underlag                                                                                        | Gränsvärde Vatten<br>µg/l                                     | Gränsvärde Sediment<br>mg/kg TS            | Gränsvärde Biota µg/kg VV | Beting                 | Kommentar                                |
| Alaklor                        | Mätdata saknas                                                              |                                                                                                 |                                                               |                                            |                           |                        |                                          |
| Antracen                       | Uppmätt halt i sediment: 0,096 mg/kg TS<br>Uppnår ej god                    | 2016, Medelvärde 1 mättillfälle i sediment (JP Sedimentkonsult HB, 2016)                        | Årsmedelvärde: 0,1<br><br>Maximal tillåten koncentration: 0,1 | 0,024<br><br>Normerat till TOC-halt: 0,064 | -                         | 0,032 mg/kg TS [33 %]  | Beting kopplat till normerat gränsvärde. |
| Atracin                        | Mätdata saknas                                                              |                                                                                                 |                                                               |                                            |                           |                        |                                          |
| Benzen                         | Mätdata saknas                                                              |                                                                                                 |                                                               |                                            |                           |                        |                                          |
| PBDE (bromerade diefnyletrar)  | Uppmätt halt: 0,024 ug/kg VV<br>Uppnår ej god                               | 2015, 1 värde Data_miljögifter_Råcksta                                                          | -<br><br>Maximal tillåten koncentration: 0,14                 | -                                          | 0,0085                    | 0,0155 ug/kg VV [65 %] | Nationellt undantag                      |
| Kadmium- och kadmiumföreningar | Uppmätt halt i vatten: <0.02 ug/l<br>I sediment: 1,3 mg/kg TS<br>God status | Senaste uppmätta halt i sediment, 2016, Medelvärde 1 mättillfälle (JP Sedimentkonsult HB, 2016) | Årsmedelvärde 0,<br><br>Maximal tillåten koncentration: 0,9   | 2,3                                        | -                         |                        | Hårdhetsklass 4                          |
| Koltetraklorid                 | Mätdata saknas                                                              |                                                                                                 |                                                               |                                            |                           |                        |                                          |

|                                  |                                                             |                                                                                                                    |                                                                           |                                          |    |  |  |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----|--|--|
| C10-13 Kloralkaner               | Mätdata saknas                                              |                                                                                                                    |                                                                           |                                          |    |  |  |
| Klorenvinfos                     | Mätdata saknas                                              |                                                                                                                    |                                                                           |                                          |    |  |  |
| Klorpyrifos<br>(Klorpyrifosetyl) | Mätdata saknas                                              |                                                                                                                    |                                                                           |                                          |    |  |  |
| Cyklodiena<br>bekämpningsmedel   | Mätdata saknas                                              |                                                                                                                    |                                                                           |                                          |    |  |  |
| DDT total (7)                    | Mätdata saknas                                              |                                                                                                                    |                                                                           |                                          |    |  |  |
| para-para-DDT                    | Mätdata saknas                                              |                                                                                                                    |                                                                           |                                          |    |  |  |
| 1,2-dikloretan                   | Mätdata saknas                                              |                                                                                                                    |                                                                           |                                          |    |  |  |
| Diklormetan                      | Mätdata saknas                                              |                                                                                                                    |                                                                           |                                          |    |  |  |
| Di(2-etylhexyl)ftalat<br>(DEHP)  | Mätdata saknas                                              |                                                                                                                    |                                                                           |                                          |    |  |  |
| Diuron                           | Mätdata saknas                                              |                                                                                                                    |                                                                           |                                          |    |  |  |
| Endosulfan                       | Mätdata saknas                                              |                                                                                                                    |                                                                           |                                          |    |  |  |
| Fluoranten                       | Uppmätt halt i<br>sediment: 0,876<br>mg/kg TS<br>God status | Senaste uppmätta<br>halt i sediment,<br>2016,<br>Medelvärde 1<br>mättillfälle, (JP<br>Sedimentkonsult<br>HB, 2016) | Årsmedelvärde<br>0,0063<br><br>Maximal tillåten<br>koncentration:<br>0,12 | 2<br><br>Normerat till<br>TOC-halt: 5,36 | 30 |  |  |
| Hexaklorbensen                   | Mätdata saknas                                              |                                                                                                                    |                                                                           |                                          |    |  |  |
| Hexaklorbutadien                 | Uppmätt halt:<br><0.1 ug/kg VV<br>God status                | 1 mätning 2015,<br>Data_miljögifter_<br>Räcksta                                                                    | -<br><br>Maximal tillåten<br>koncentration:<br>0,05                       | -                                        | 55 |  |  |
| Hexaklorcyklohexan               | Mätdata saknas                                              |                                                                                                                    |                                                                           |                                          |    |  |  |
| Isoproturon,                     | Mätdata saknas                                              |                                                                                                                    |                                                                           |                                          |    |  |  |

|                                        |                                                                                                           |                                                                                                                                                |                                                                                  |     |    |                    |                                                 |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----|----|--------------------|-------------------------------------------------|
| Bly- och blyföreningar                 | Uppmätt halt i vatten: 0.05 ug/l<br>Gränsvärde överskrids ej<br>I sediment: 108,12 mg/kg TS<br>God status | Uppmätta värden i vatten, 2016<br>2 värden<br>Senaste uppmätta halt i sediment 2016,<br>Medelvärde 1 mätillfälle (JP Sedimentkonsult HB, 2016) | Årsmedelvärde biotillgänglig halt: 1,2<br><br>Maximal tillåten koncentration: 14 | 130 | -  |                    |                                                 |
| Kvicksilver- och kvicksilverföreningar | Uppmätt i biota: 80 ug/kg VV<br>Uppnår ej god<br>Uppmätt i vatten: <0.005 ug/l<br>God status              | I biota: 2015, 1 värde<br>Data_miljögifter_Råcksta<br><br>I vatten: 2016, 2 värden, Råcksta trask_00_nu_utan metod                             | -<br><br>Maximal tillåten koncentration: 0,07                                    | -   | 20 | 60 ug/kg VV [75 %] | Nationellt överskridande                        |
| Naftalen                               | Mätdata saknas                                                                                            |                                                                                                                                                |                                                                                  |     |    |                    |                                                 |
| Nickel- och nickelföreningar           | Beräknad högsta biotillgänglig halt: 0.66 ug/l<br>Högsta uppmätta halt i vatten: 2 ug/l<br>God status     | Högsta uppmätta halt 2015-2016<br>6 värden<br>Data_miljögifter_Råcksta, Råcksta trask_00_nu_utan metod                                         | Årsmedelvärde biotillgänglig halt: 4<br><br>Maximal tillåten koncentration 34    | -   | -  |                    |                                                 |
| Nonylfenol (4nonylfenol),              | Mätdata saknas                                                                                            |                                                                                                                                                |                                                                                  |     |    |                    | Endast mätning i sediment, riktvärde för vatten |

|                                                 |                                                                                                |                                                                                               |                                                                     |                                        |     |                                                     |                                                 |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Oktylfenol (4-(1,1',3,3'tetrametylbutylfenol)), | Mätdata saknas                                                                                 |                                                                                               |                                                                     |                                        |     |                                                     |                                                 |
| Pentaklorbensen                                 | Mätdata saknas                                                                                 |                                                                                               |                                                                     |                                        |     |                                                     |                                                 |
| Pentaklorfenol                                  | Mätdata saknas                                                                                 |                                                                                               |                                                                     |                                        |     |                                                     |                                                 |
| Polyaromatiska kolväten (PAH)                   | Mätdata saknas                                                                                 |                                                                                               | -                                                                   |                                        |     |                                                     | Endast mätning i sediment, riktvärde för vatten |
| Simazin                                         | Mätdata saknas                                                                                 |                                                                                               |                                                                     |                                        |     |                                                     |                                                 |
| Tetrakloretylen                                 | Mätdata saknas                                                                                 |                                                                                               |                                                                     |                                        |     |                                                     |                                                 |
| Triklloretylen                                  | Mätdata saknas                                                                                 |                                                                                               |                                                                     |                                        |     |                                                     |                                                 |
| Tributyltennföreningar, TBT                     | Uppmätt halt i sediment: 4,6 ug/kg TS<br>Uppnår ej god                                         | Senaste uppmätta halt i sediment 2016, Medelvärde 1 mätillfälle (JP Sedimentkonsult HB, 2016) | Årsmedelvärde: 0,0002<br><br>Maximal tillåten koncentration: 0,0015 | 1.6<br><br>Normerat till TOC-halt: 4,3 | -   |                                                     | Beting kopplat till normerat gränsvärde.        |
| Triklorbensener                                 | Mätdata saknas                                                                                 |                                                                                               |                                                                     |                                        |     |                                                     |                                                 |
| Triklormetan                                    | Mätdata saknas                                                                                 |                                                                                               |                                                                     |                                        |     |                                                     |                                                 |
| Trifluralin                                     | Mätdata saknas                                                                                 |                                                                                               |                                                                     |                                        |     |                                                     |                                                 |
| Dikofol                                         | Mätdata saknas                                                                                 |                                                                                               |                                                                     |                                        |     |                                                     |                                                 |
| Perfluoroktansulfonsyra och dess derivat (PFOS) | Halter i biota: PFOS 99 ug/kg VV<br>Uppnår ej god<br><br>Årsmedelvärde i vatten: PFOS 6.6 ug/l | I biota: 2015, 2 värden<br><br>I vatten, 2015, 4 värden, Data_miljögifter_Råcksta,            | Årsmedelvärde 0,00065<br><br>Maximal tillåten koncentration: 36     | -                                      | 9.1 | I biota: PFOS 89.9 ug/kg VV [90 %]<br><br>I vatten: |                                                 |

|                                       |                |  |  |  |  |                              |  |
|---------------------------------------|----------------|--|--|--|--|------------------------------|--|
|                                       | Uppnår ej god  |  |  |  |  | 6.59935<br>ug/l<br>[99,99 %] |  |
| Kinoxifen                             | Mätdata saknas |  |  |  |  |                              |  |
| Dioxiner och dioxinlika<br>föreningar | Mätdata saknas |  |  |  |  |                              |  |
| Aklonifen                             | Mätdata saknas |  |  |  |  |                              |  |
| Bifenox                               | Mätdata saknas |  |  |  |  |                              |  |
| Cybutryn                              | Mätdata saknas |  |  |  |  |                              |  |
| Cypermترین                            | Mätdata saknas |  |  |  |  |                              |  |
| Diklorvos                             | Mätdata saknas |  |  |  |  |                              |  |
| Hexabrom-cyklododekan<br>(HBCDD)      | Mätdata saknas |  |  |  |  |                              |  |
| Heptaklor och<br>heptaklorepoخ        | Mätdata saknas |  |  |  |  |                              |  |
| Terbutryn                             | Mätdata saknas |  |  |  |  |                              |  |





## Bilaga 3 – Funktion av anläggningar i åtgärdsförslag

### I avrinningsområdet

Bilagan sammanställer de processer och förlopp som renar dagvatten i valda åtgärder i avrinningsområdet. Med rening i denna rapport avses reduktion i belastning till recipienten. Detta är en kombination av reduktion av flöde och/eller reduktion av halter i det dagvatten som tillförs recipienten. Reningseffekten och antal källor per ämne och åtgärd redovisas.

Ett ungefärligt schema över anläggningstyper och kornstorleken på föroreningarna som kan renas i dem, se Figur 51.

| Kornstorlek                   | Anläggningar       |                                     |                        |            |           |                           |                                 |              |                            |  |
|-------------------------------|--------------------|-------------------------------------|------------------------|------------|-----------|---------------------------|---------------------------------|--------------|----------------------------|--|
| >5 mm                         | Sandfång i brunnar |                                     |                        |            |           |                           |                                 |              |                            |  |
| 5 mm – 125 µm                 |                    | Underjordiska sedimentationsmagasin | Dammar Skärm-bassänger | Svackdiken |           |                           |                                 |              |                            |  |
| 125 µm – 10 µm                |                    |                                     |                        |            | Våtmarker |                           |                                 |              |                            |  |
| 10 µm – 0,45 µm               |                    |                                     |                        |            |           | Infiltrationsanläggningar | Biofilter Raingarden Växtbäddar | Brunnsfilter |                            |  |
| <0,45 µm (lösta föroreningar) |                    |                                     |                        |            |           |                           |                                 |              | Membranfilter Lamellfilter |  |
| Underhållsbehov               | högt               | medel                               | medel                  | lågt       | lågt      | medel                     | medel                           | mycket högt  | mycket högt                |  |

Figur 51 redovisning av anläggningstyper och dess reningseffkter på föroreningens kornstorlek. Underhållsbehovet redovisas också i intervallet låg till mycket hög. Bild från (Blecken, 2016) s 14.

### Damm

Dagvattendammar är vanligt förekommande end-of-pipe-anläggningar för rening av stora volymer dagvatten. Dagvattendammar är i allmänhet utformade för att ge effektiv rening av suspenderat material, och därmed partikulära föroreningar, genom sedimentation. Även ett visst upptag av lösta föroreningar kan förväntas till följd av biologiska processer i kantzonen.

Reningen sker "mellan regnen" och dammens volym bör vara sådan att den klarar att magasinera ett dimensionerande regn från hela avrinningsområdet. Reningseffekt och antal källor i StormTac redovisas i Tabell 27.

Tabell 27 Reningseffekter och antal källor i StormTac för damm (webversion 16.4.1).

| Ämne     | Reningseffekt % | Antal källor i Stormtac |
|----------|-----------------|-------------------------|
| P        | 50              | 36                      |
| N        | 25              | 27                      |
| Pb       | 65              | 34                      |
| Cu       | 50              | 31                      |
| Zn       | 60              | 35                      |
| Cd       | 50              | 24                      |
| Cr       | 75              | 12                      |
| Ni       | 60              | 13                      |
| Hg       | 45              | 2                       |
| SS       | 70              | 50                      |
| Olja     | 85              | 3                       |
| PAH16    | 70              | 3                       |
| BaP      | 70              | 2                       |
| Antracen | 70              | 0                       |
| PBDE     | 50              | 0                       |

| Damm                                                                                                                                                                                                                            |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Mervärde                                                                                                                                                                                                                        | Konflikter                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estetiska värden</li> <li>• Klimatanpassa staden</li> <li>• Rekreation</li> <li>• Pedagogiska värden</li> <li>• Biologisk mångfald</li> <li>• Avlasta nedströms ledningsnät</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Markanspråk</li> </ul> |

## Våtmark

Konstruerade våtmarker bygger i högre grad på användande av vegetation och zoner med olika djup vilket medför möjlighet att behålla högre flöden och ger en bredare behandling av dagvattnet jämfört med en vanlig damm. (Blecken, 2016)

Tungmetaller avskiljs genom sedimentation, upptag i vegetation och mikroorganismer och i olika kemiska processer. Reningseffekter kan variera mycket beroende av årstid, temperatur, växtlighet, regnintensitet och utformning. Avskiljningen av metaller är generellt högre än av näringsämnen. (Blecken, 2016)

De biologiska processer som utnyttjas för rening och som hänger samman med vegetationen i en våtmark behöver dock tid på sig för att utvecklas. (Blecken, 2016)

Reningseffekt och antal källor i StormTac redovisas i Tabell 28.

Tabell 28 Reningseffekter och antal källor i StormTac för våtmark (webversion 16.4.1).

| Ämne     | Reningseffekt % | Antal källor i Stormtac |
|----------|-----------------|-------------------------|
| P        | 50              | 7                       |
| N        | 25              | 7                       |
| Pb       | 65              | 3                       |
| Cu       | 50              | 5                       |
| Zn       | 60              | 5                       |
| Cd       | 45              | 3                       |
| Cr       | 70              | 1                       |
| Ni       | 55              | 1                       |
| Hg       | 45              | 0                       |
| SS       | 65              | 9                       |
| Olja     | 85              | 0                       |
| PAH16    | 70              | 0                       |
| BaP      | 70              | 0                       |
| Antracen | 75              | 0                       |
| PBDE     | 50              | 0                       |

| Våtmark                                                                                                                                                                                                                         |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Mervärde                                                                                                                                                                                                                        | Konflikter                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estetiska värden</li> <li>• Klimatanpassa staden</li> <li>• Rekreation</li> <li>• Pedagogiska värden</li> <li>• Biologisk mångfald</li> <li>• Avlasta nedströms ledningsnät</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Markanspråk</li> </ul> |

### Biofilter

Biofilter är en teknik som används för att behandla föroreningar i dagvatten där vatten leds in på ytan. Förutom sedimentering och mekanisk filtrering i filtermaterialet där den största reningen sker tar växter bl.a. upp lösta föroreningar och det sker en nedbrytning av föroreningarna i biologiska och kemiska processer. Växter bidrar även till att en större mängd vatten kan avdunsta samt ökar infiltrationen och bibehåller bra egenskaper i filtret. (Bodin-Sköld, Larm, & Lindfors, 2014)

För små regn kan fördröjning och infiltration tillhandahållas. Reningsmetoden har visats fungera tillfredsställande även i kallt klimat. (Blecken, 2016)

Anläggningar som klassas som biofilter är växtbäddar, torrdammar med gräsbeläggning och upphöjt bräddutlopp och infiltration över grässlänt vid diken.

Reningseffekt och antal källor i StormTac redovisas i Tabell 29.

Tabell 29 Reningseffekter och antal källor i StormTac för biofilter (webversion 16.4.1).

| Ämne     | Reningseffekt % | Antal källor i Stormtac |
|----------|-----------------|-------------------------|
| P        | 70              | 36                      |
| N        | 50              | 34                      |
| Pb       | 90              | 15                      |
| Cu       | 80              | 19                      |
| Zn       | 90              | 19                      |
| Cd       | 90              | 5                       |
| Cr       | 55              | 4                       |
| Ni       | 80              | 6                       |
| Hg       | 60              | 1                       |
| SS       | 85              | 26                      |
| Olja     | 70              | 2                       |
| PAH16    | 90              | 0                       |
| BaP      | 90              | 0                       |
| Antracen | 60              | 0                       |
| PBDE     | 60              | 0                       |

| Växtbädd                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mervärde                                                                                                                                                                                                                                                               | Konflikter                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estetiska värden</li> <li>• Klimatanpassa staden</li> <li>• Förbättrad luftkvalité</li> <li>• Bullerreduktion</li> <li>• Pedagogiska värden</li> <li>• Biologisk mångfald</li> <li>• Avlasta nedströms ledningsnät</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Markanspråk</li> </ul>                          |
| Curb Extensions                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                          |
| Mervärde                                                                                                                                                                                                                                                               | Konflikter                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hastighetsdämmande</li> <li>• Attraktiv miljö</li> <li>• Klimatanpassa staden</li> <li>• Pedagogiska värden</li> <li>• Biologisk mångfald</li> <li>• Avlasta nedströms ledningsnät</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Framkomlighet</li> <li>• Markanspråk</li> </ul> |
| Torrdamm                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                          |
| Mervärde                                                                                                                                                                                                                                                               | Konflikter                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multifunktionella ytor</li> <li>• Klimatanpassa staden</li> <li>• Pedagogiska värden</li> <li>• Avlasta nedströms ledningsnät</li> </ul>                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Samlas skräp</li> </ul>                         |

### Avsättningsmagasin

Där plats för öppna lösningar i marknivå saknas kan underjordiska magasin anläggas. Magasinet utförs med en permanent vattenyta där föroreningar avskiljs genom sedimentation mellan regnen. Reningsmekanismerna kan liknas vid dem för en ”nedgrävd

dagvattendamm". Med huvudskillnaden att det ges mindre möjlighet för biologiska processer då det inte finns något solljus. Ingen flockning sker av fosfor.

Sedimentationen innebär att ett slam bildas vilket måste omhändertas. Liknande den drift som regelbundet görs i dagvattenbrunnar med slamfång, fast med ett betydligt större slamfång. (Alm & Pirard, 2014).

Om grundvattennivån ligger tillräckligt djupt inom området kan avsättningsmagasinet anläggas som ett perkolationsmagasin. Utloppet ligger fortfarande lika högt som inloppet vilket gör att det skapas en permanent vattenyta då det regnar. Möjligheten till perkolation innebär dock en extra reduktion i föroreningsmängden som når recipienten då inte bara halterna i dagvattnet reduceras utan även totala mängden dagvatten. För att denna utformning ska vara lämplig bedöms att grundvattennivån bör ligga ca 1 meter under magasinbotten. Ligger grundvattennivån högre kan avsättningsmagasinet utföras som en tät konstruktion och rena enbart genom sedimentation.

För reningseffekter och antal källor i StormTac se Tabell 30.

*Tabell 30 Reningseffekter och antal källor i StormTac för avsättningsmagasin (webversion 16.4.1).*

| Ämne     | Reningseffekt % | Antal källor i Stormtac |
|----------|-----------------|-------------------------|
| P        | 80              | 3                       |
| N        | 45              | 3                       |
| Pb       | 85              | 3                       |
| Cu       | 80              | 3                       |
| Zn       | 75              | 3                       |
| Cd       | 65              | 3                       |
| Cr       | 70              | 3                       |
| Ni       | 60              | 2                       |
| Hg       | 65              | 1                       |
| SS       | 80              | 4                       |
| Olja     | 70              | 2                       |
| PAH16    | 70              | 2                       |
| BaP      | 60              | 0                       |
| Antracen | 40              | 0                       |
| PBDE     | 40              | 0                       |

| Avsättningsmagasin                                                                                                                               |                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Mervärde                                                                                                                                         | Konflikter                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Klimatanpassa staden</li> <li>Tar ingen mark i anspråk</li> <li>Avlastar nedströms ledningsnät</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Svårt att drifta</li> </ul> |

## I recipient

Åtgärder för att reducera ämnen och andra åtgärder för att bidra till en bättre livsmiljö för organismer kan också utföras i recipienten. I Räcksta träsk är förslaget på åtgärder aluminiumfällning och syresättning.

## Aluminiumfällning

Aluminiumbehandling innebär att tillsätta aluminium för att binda den fosfor som diffunderar från sedimenten och belastar sjön internt. Detta är en beprövad metod som använts av till exempel Stockholm vatten ibland annat Långsjön och Trekanten med goda resultat på förhindrandet av intern belastning. I vissa fall har koncentrationen av fosfor i hela sjön halverats och effekten av aluminiumbehandlingen har avtagit först efter 15 år då nya källor tillkommit. Innan eventuell aluminiumbehandling påbörjas är det viktigt att ha vidtagit åtgärder uppströms för att minska fosfortillförseln och inte riskera att samma situation som dagens uppstår igen (Persson, Sjöberg, Karlsson, & Håkansson, 2015).

En indirekt fördel med inaktivering av fosfor i sediment är att det sker en ökning (eller mindre minskning) av syrgas i bottenvattnet. Detta sker eftersom produktiviteten i sjön (d.v.s. tillväxten av alger) samt nedfallet av organiskt material till sedimenten minskar efter behandling. Nackdelar inkluderar den allmänna uppfattningen att tillsats av aluminium anses som en onaturlig kemisk behandling även om elementet finns naturligt i både mark och sediment. Eftersom de flesta aluminiumsalter är något sura när de läggs till vatten är det viktigt att vara försiktig så att sjövattnets pH-värde ej understiger 6,0 eller överstiger 9,0 under behandling. Aluminium kan nämligen vara giftigt vid låga pH-värden (5,5 eller mindre) eller mycket höga pH-värden (>9-9,5). Sådana pH-nivåer återfinns dock i allmänhet endast i försurade eller eutrofierade sjöar.

Det verkar finnas en konsensus om att potentialen för aluminiums toxicitet för bottenfauna, plankton och fisk är försumbar om pH ligger i intervallet 6 till 9. I detta pH område har aluminium mycket låg löslighet eller så är aluminium bundet till organiskt material vilket medför en låg reaktivitet och därmed låg biotillgängligheten av aluminium (Huser & Köhler, 2014).

Det finns två olika metoder för att tillsätta aluminium i sjöar: spridning i vattenfasen eller injektion direkt i sedimentet. Båda metoderna kräver att man tar hänsyn till den rådande vattenkemin. Injektionen har några fördelar. Den största fördelen är att den direkta påverkan på vattenlevande organismer minskas betydligt. Detta borde vara ett tungt argument om det finns rödlistade organismer i sjöarna.

En nackdel är att injektionen möjligtvis stör bottenfauna under behandlingen mer än vad en ytbehandling skulle göra. En annan nackdel är att kostnaden ibland kan vara högre vilket i sin tur kanske begränsar mängden aluminium som kan användas för att binda upp fosfor (Huser & Köhler, 2014).

Några olika kostnadsuppgifter har hittats i litteraturen. Enligt åtgärdsstrategi för Kyrkviken i Arvika kommun uppgår kostnaden för aluminiumbehandling av sedimenten till 70 000-80 000kr per hektar (Grahn & Torstensson, 2008). Ett projekt med aluminiumfällning i Upplands-Bro kommun kostade ca 30 000 kr/ha för ett projekt i Upplands-Bro kommun (Naturvårdsverket, 2003). I Långsjön som är en grund och termiskt oskiktad sjö injicerades aluminiumföreningen direkt i botten sedimenten och visade sig vara effektiv. Den totala kostnaden här blev 3 009 478 kr, det framgår dock inte hur stor bottenyta som behandlades (Stockholm Vatten, 2009). Om bottenarean antas motsvara ytarean uppgår den till 29 ha vilket ger en kostnad på ca 100 000 kronor per hektar.

## Syresättning

Syrgasförhållandet visar på låga nivåer och resultat från bottenfaunainventeringar indikerar perioder av syrefria botten och bildning av svavelväten. Detta är troligen en bidragande

orsak till den lägre statusen för bottenfauna och fisk i sjön. Syrenivåerna kan förbättras i och med att belastningen av näringsämnen minskar. Mätningar av syrgasförhållandet bör utföras efter att åtgärder för att minska näringsbelastningen implementerats. Ifall syrehalterna vid botten fortfarande utgör ett problem bör alternativet att syresätta botten utredas.

Syresättningen kan förbättras genom att installera ett luftningsaggregat på sjöns botten. Denna metod har varit framgångsrik när det gäller syrehalt och att inte förändra befintliga skiktningförhållanden. Metoden har minskat läckage av järn, mangan, ammonium och vätesulfid. När det kommer till fosfor har minskningar mellan 30 och 50 % uppmätts, men en betydande andel fosfor har ändå funnits kvar i vattenmassan. Dessutom kräver metoden en kontinuitet, då fosforhalten har en tendens att återgå till ursprunglig halt då behandlingen avslutas (Persson, Sjöberg, Karlsson, & Håkansson, 2015).

Syrebrist leder till ökad internbelastning av fosfor. Normalt sett, när syre finns tillgängligt i vattnet, föreligger fosfor kemiskt bunden till järn och mangan. Sjunker syrehalten på grund av nedbrytning av organiskt material och svavelföreningar i kombination med oxidation av ammonium, binds inte längre fosfor till järn och mangan utan fosfor läcker ut i vattnet och bidrar till ökad produktion av växtplankton, trådalger och högre växter (Grahm & Torstensson, 2008)

Att använda luftningsaggregat för dock med sig några negativa effekter. Bland annat kan fosforrikt vatten blandas till större del av recipienten och således öka alg tillväxten. Syresätta botten leder till att fosfor binder i sediment men risken är att ifall detta avslutas kommer fosfor återgå till vattenlöslig fas. Genom att syresätta botten finns även en risk att metaller kan urlakas ur sedimenten. Det är dock oklart hur biotillgängligt dessa lösta halter är och därmed osäkert hur allvarligt detta scenario skulle vara (Persson, Sjöberg, Karlsson, & Håkansson, 2015). Då det oftare sker skiftning mellan syrefattiga (anoxiska) och oxiderade förhållande kan kvicksilver i större grad övergå i metylerad form, vilken är mer biotillgänglig (Stråe, o.a., 2016). Föroreningar i sedimenten kan även frigöras till följd av syresättningen och på grund av omblandningen från fler bottenlevande organismer.

En annan metod som nämns i litteraturen är att pumpa upp bottenvattnet till en landbaserad bassäng där vattnet luftas för att sedan pumpas tillbaka ned till botten på sjön. Förutom att vara en större anordning skulle detta även kräva anläggning på mark runt sjön som idag är klassat som eller naturreservat, och är därför inte lämpligt.

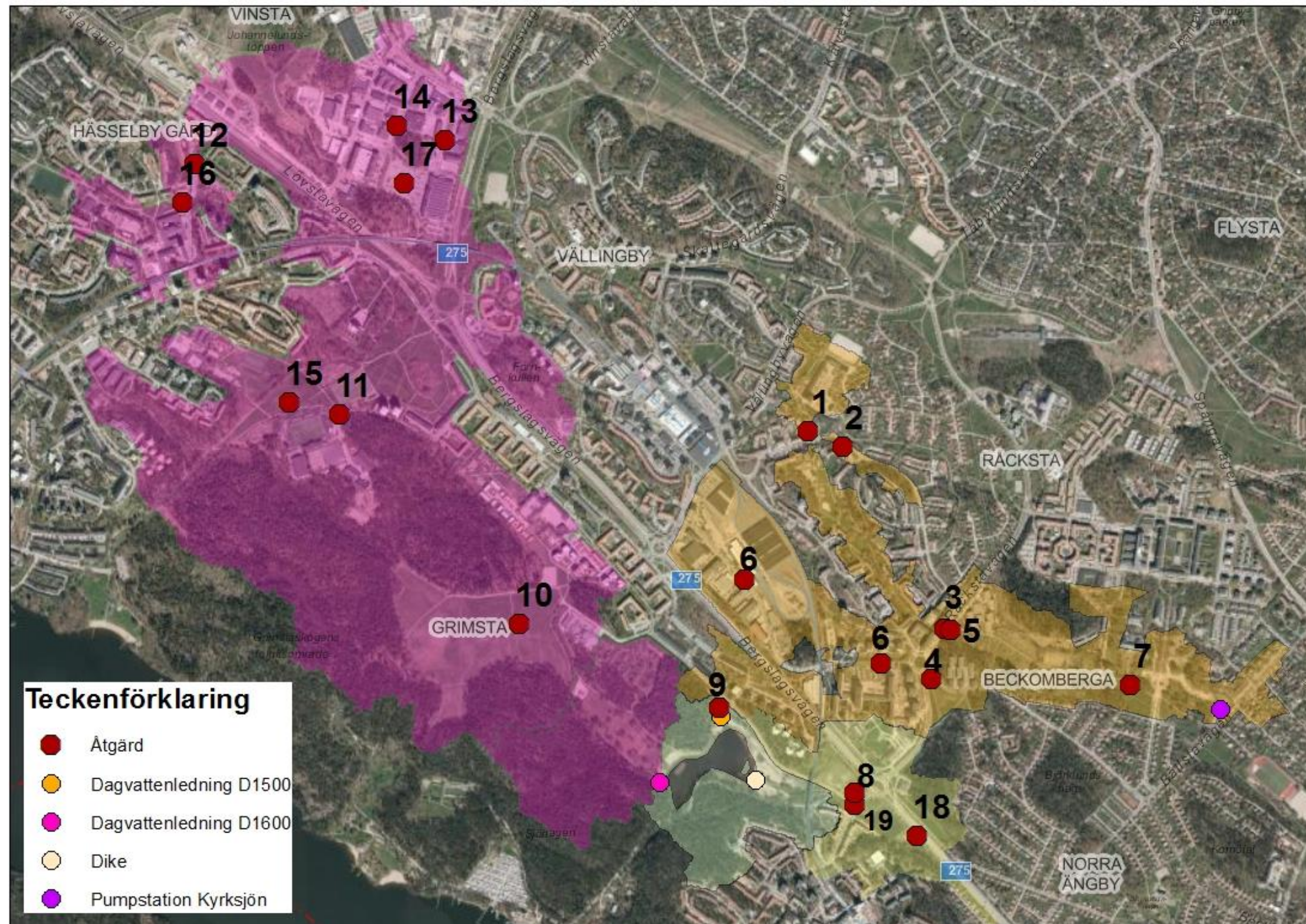
Ett luftningsaggregat av Limnomodell kostar 1,5-2 Mkr i inköp (1996). Driftskostnaden uppgår till ca 100 000 kr/år och aggregatets livslängd är ganska begränsad (Naturvårdsverket, 2003). Luftningsaggregat i Magelungen kostade 1987 1,2 miljoner kronor vilket beräknas till 2 miljoner för år 2003 års penningvärde (Svenskt vatten och Stockholm stad, 2006).

## Referenser

- Alm, H., & Pirard, J. (2014). *Dagvattenhantering, en exempelsamling*. Uppsala vatten.
- Blecken, G. (2016). *Kunskapssammanställning Dagvattenrening, rapport nr 2016-05*. Svenskt Vatten Utveckling.
- Bodin-Sköld, H., Larm, T., & Lindfors, T. (2014). *Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer*. VINNOVA.

- Grahn, O., & Torstensson, H. (2008). *Förslag till åtgärdsstrategi för att förbättra miljöförhållandena i sjön Kyrkviken, Arvika kommun*. Arvika.
- Huser, B., & Köhler, S. J. (2014). *Granskning av åtgärdsförslag för att minska internbelastningen av fosfor i Växjösjöarna*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö.
- Naturvårdsverket. (2003). *Miljö kvalitetsnormer för fosfor i sjöar, Rapport 5288*. Bromma: Naturvårdsverket.
- Persson, I., Sjöberg, C., Karlsson, P., & Håkansson, E. (2015). *Järlasjön källfördelningsanalys och översiktlig åtgärdsplan*. Nacka: Sweco.
- Svenskt vatten och Stockholm stad. (2006). *Program för Stockholms vattenarbete 2006-2015*. Stockholm: Svenskt vatten och Stockholm stad.

#### Bilaga 4 - Lokalisering av åtgärder





## Bilaga 5 – Fosformodellering av Räcksta träsk

En modell har utvecklats i mjukvaran GoldSim 11.1 ([www.goldsim.com](http://www.goldsim.com)) för att beskriva de huvudsakliga processer som ingår i fosforcykeln i en sjö. Nedan följer en översiktlig modellbeskrivning med hänvisningar till processbeskrivningarnas källor.

Modellen utgår från de data Stockholm Vatten ställt till förfogande i GIS-skiktet där beräknade årsmedelhalter och årsflöden från de olika avrinningsområdena finns redovisade.

### Indata

Eftersom både nederbörd och de biologiska och kemiska processerna i en sjö är säsongsberoende beräknades de olika avrinningsområdenas sammanvägda avrinningskoefficienter utifrån angiven avrinningsvolym och områdets area. Tillrinningen till sjön beräknades sedan dagligen med hjälp av nederbördsdata från SMHI:s klimatstation Sättra Gård (klimatnr 97320) under perioden 1999 till och med 2014 samt de uträknade avrinningskoefficienterna och de angivna fosforhalterna.

Eftersom det är stor skillnad på processvägarna för partikulärt bundet fosfor och löst fosfor gjordes en uppdelning av den angivna totalhalten enligt de andelar SMHI beräknat för det vatten som avrinner från området. Ett genomsnitt för perioden 1999 till och med 2014 beräknades till 7,6 % löst fosfor och 92,4 % partikulärt bundet fosfor.

Vattentemperaturen hämtades från SMHI:s vattenwebb ([vattenwebb.smhi.se](http://vattenwebb.smhi.se)) område 40954.

### Modellstruktur

Modellens vattenbalans beräknades enligt:

$$\text{Inflöde} = \text{Utflöde} + \text{magasinsändring}$$

där *Utflöde* består av de två termerna *Avdunstning* och *Avbördning*.

Avdunstningen beräknades med Thorntwaites metod och sjöns area vid det aktuella vattenståndet och avbördningen ( $Q$ ) med den av SMHI föreslagna generella avbördningsekvationen

$$Q = a(h - h_0)^b$$

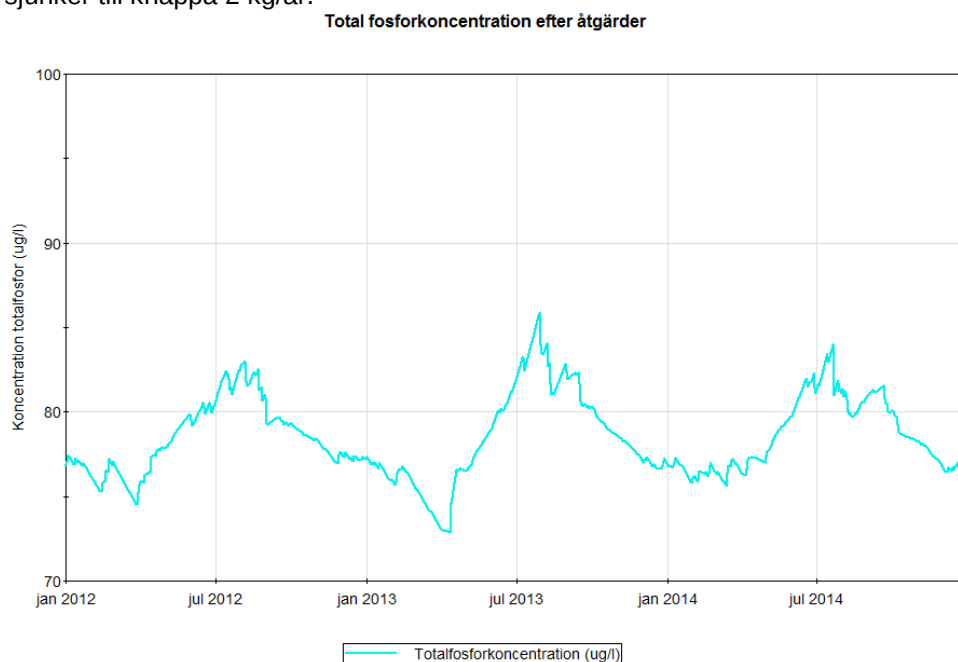
där  $h - h_0$  är vattenståndet över utloppets tröskelhöjd och  $a$  och  $b$  är generella parametrar.

Fosforprocessernas beskrivningar härrör från SMHI:s HYPE-modell (<http://hypecode.smhi.se/>). De processer som ingår i modellen är primärproduktion (algtillväxt) och mineralisering, sedimentation och internbelastning. Den intresserade läsaren hänvisas till den ovan nämnda hemsidan för ytterligare förkovran.

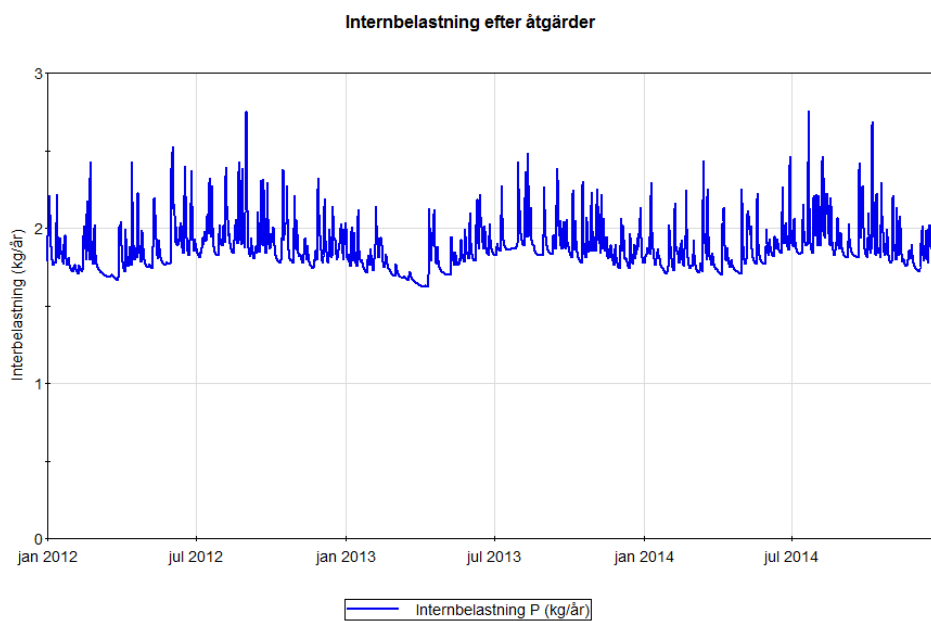
### Resultat

Efter att modellen kalibrerats grovt (finkalibrering, som kan vara mycket tidsödande, medgavs tyvärr inte inom ramarna för detta projekt) mot kända data implementerades hela den reduktion om 78 kg fosfor per år som samtliga föreslagna åtgärder resulterar i. Modellen tilläts ställa in sig så att alla tillståndsvariabler funnit sitt steady-state-läge, en så

kallad spin-up-period. Resultat presenteras i Figur 52 och Figur 53 och visar att medelkoncentrationen under året sjunker till knappa 80  $\mu\text{g/l}$  och att internbelastningen sjunker till knappa 2  $\text{kg}/\text{år}$ .



Figur 52 Den beräknade totalfosforkoncentrationen under perioden 2012-2014.



Figur 53 Den beräknade årliga internbelastningen efter åtgärder under perioden 2012-2014

