



Stadsledningsförvaltningen

Tjänsteskrivelse

2024-10-21  
KS/2024:358

## Revidering av Solnas åtgärdsprogram för Brunnsviken

### Förslag till beslut

Kommunstyrelsen beslutar att anta det reviderade åtgärdsprogrammet för Brunnsviken.

### Sammanfattning

EU:s vattendirektiv (2000/60/EG), implementerat i Sverige via miljöbalken, har som mål att Europas vatten ska nå god ekologisk och kemisk status senast år 2027 med vissa undantag till 2033 och 2039.

I syfte att möta de lagstadgade miljökvalitetsnormerna för vatten uppdaterar Solna stad åtgärdsprogrammet för Brunnsviken.

Åtgärdsprogrammet beskriver förbättringsbehoven och redovisar de åtgärder som staden avser att vidta för förbättrad vattenkvalitet. Lokala åtgärdsprogram för vatten är tänkta att användas som ett stöd i stadens egen planering, samt för att visa vilken miljökvalitet som behöver uppnås och vad som krävs för att nå dit.

Nuvarande version av åtgärdsprogrammet för Brunnsviken antogs av kommunstyrelsen 2018. Den revidering som nu görs beror dels på att nya åtgärder tillkommit recipienten, dels på att tidigare beskrivna åtgärder nu konkretiserats, utförts eller fallit bort.

Revideringen innefattar tolv åtgärder varav sju är nytillkomna, ett åtgärdsförslag kräver mer utredning och övriga är uppdaterade. Föreslagna åtgärder som nu arbetats in i dokumentet är så långt som möjligt kostsatta och bedömda till att ha en hög genomförbarhet. De delar av åtgärdsprogrammet som innehåller helt ny information är särskilt markerad i dokumentets innehållsförteckning.

De nya föreslagna åtgärderna innefattar:

- åtgärdsförslag för vägdayvatten
- hydromorfologisk åtgärd – mar/lagun i Brunnsviken
- Utredda möjligheten till bottenbottenscanning i syfte att sanera skräp på botten

De nya reviderade åtgärdsförslagen innefattar vidare arbete med:

- skärmbassänger
- dagvattendamm vid Råstasjön
- båtar och småbåtshamnar



## Handlingar

- Tjänsteskrivelse, daterad 2024-10-17
- Reviderat åtgärdsprogram för Brunnsviken 2024-10-21

Emelie Grind  
Samhällsbyggnadschef

Marie Amid  
Vattenstrateg

## Bakgrund

EU:s vattendirektiv (2000/60/EG), implementerat i Sverige via miljöbalken, har som mål att Europas vatten ska nå god ekologisk och kemisk status senast år 2027 med vissa undantag till 2033 och 2039 på grund av tekniska svårigheter. Vattenmyndigheten för Norra Östersjön har tagit fram ett övergripande åtgärdsprogram som omfattar Solnas samtliga vattenförekomster, men det finns ett behov att bryta ner åtgärderna ytterligare i lokala åtgärdsprogram för att bli operativt.

Brunnsviken uppnår idag inte miljökraven för god ekologisk och kemisk status. Detta på grund av för höga halter övergödande ämnen (främst kväve och fosfor) med syrefria förhållanden som följd samt på grund av höga halter av föroreningar som koppar, zink, antracen, kadmium, bly, TBT och PFOS.

Lokala åtgärdsprogram för vatten är tänkta att användas som ett stöd i planeringen samt för att visa vilken miljö kvalitet som behöver uppnås och vad som krävs för att nå dit. Nuvarande version av åtgärdsprogrammet antogs av kommunstyrelsen under 2018. Den revidering som nu görs beror på att nya åtgärder har tillkommit, några åtgärder har reviderats och några tidigare beskrivna åtgärder har påbörjats och/eller genomförts.

En uppdatering av aktuell statusklassning för Brunnsviken har genomförts enligt vatteninformationssystem Sveriges (VISS) senaste klassning för perioden 2022–2027.

Revideringen innefattar tolv åtgärder varav sju är nytillkomna, ett åtgärdsförslag kräver mer utredning och övriga är uppdaterade. De delar av åtgärdsprogrammet som innehåller helt ny information är särskilt markerad i dokumentets innehållsförteckning.

De nya föreslagna åtgärderna innefattar:

- Åtgärdsförslag för vägdagvatten
- Hydromorfologisk åtgärd – mar/lagun i Brunnsviken
- Utredda möjligheten till botten scanning i syfte att sanera skräp på botten



Planerade, pågående och konkretiserande samt genomförda åtgärder:

- Utredningar för vidare arbete med skärmbassänger
- Utredningar för dagvattendamm vid Råstasjön
- Utredningar för vidare arbete kopplat till båtar och småbåtshamnar
- Dagvattendamm vid Pumphusvägen

Konkreta åtgärdsförslag, med utgångspunkt i vattenmyndighetens åtgärdsprogram, är ett måste för att miljö kvalitetsnormerna (MKN) i Brunnsviken ska kunna följas.

### **Ekonomiska konsekvenser**

Föreslagna åtgärder som nu arbetats in i dokumentet är så långt som möjligt kostnadsatta och bedöms ha hög genomförbarhet. Uppskattade kostnader och förslag till finansiering finns så långt som möjligt beskrivet under varje åtgärdsförslag i det reviderade åtgärdsprogrammet.

Revideringen innefattar sju nytillkomna åtgärdsförslag samt ett åtgärdsförslag som kräver mer utredning. Övriga åtgärdsförslag är uppdaterade och konkretiserade. Alla nya föreslagna revideringar i Brunnsvikens åtgärdsprogram har våren 2024 varit uppe i arbetsgruppen för vatten där Tekniska förvaltningen, Solna vatten och Miljö- och klimatenheten ingår. Åtgärderna har även varit uppe i styrgruppen för det miljöstrategiska arbetet, i den strategiska portföljstyrgruppen, Miljö- och hälsoskyddsnämnden, Tekniska nämnden samt Miljö- och klimatberedningen.

Kostnaderna för de nytillkomna åtgärderna framgår i den mån det är möjligt nedan.

De åtgärder som är aktuella för 2025 är bland annat den föreslagna maren/lagunen (ca 700 tkr). Projektet medfinansieras av Kungliga nationalstadsparken. Aktuellt för kommande år är också de föreslagna vägdagvattenytorna (utredning och projektering ca 250 tkr/åtgärdsområde).

Föreslagna åtgärder som kopplar till båtar och småbåtshamnar ligger främst i kommunikations- och informationsinsatser där miljö- och klimatenheten lägger ner arbetstid tillsammans med miljöskyddstillsynen.

Gällande förslag på vidare utredning av skärmbassäng vid Råstaåns utlopp till Brunnsviken (ca 15tkr kr/m för en brygga med skärm inkl. flytande våtmark ca 5tkr/m<sup>2</sup> inkl. oförutsedda kostnader på ca 30% samt ca 36tkr/år för inspektion och underhåll) föreslås en samverkan mellan Solna stad, Trafikverket, Sundbyberg stad samt Stockholm stad då alla dessa ingår i avrinningsområdet och därmed gynnas av åtgärden. En samverkande finansieringsform ska även diskuteras vid det vidare utredningsarbetet med eventuell skärmbassäng vid Bergshamraleden och föreslagna dagvattenyta vid polska udden som båda skulle kunna omhänderta både trafikdagvatten samt dagvatten från uppströmsliggande Ulriksdals- och Bergshamraområdet.

Ambitionen är att föreslagna åtgärder så långt som möjligt ska vara genomförda till 2027 i enlighet vattendirektivet (2000/60/EG). Dock bedöms det att vissa åtgärder även kan komma att behöva genomföras efter 2027 då arbetet är komplext vilket kan innebära att tidsåtgången blir längre. En åtgärdsplan tas fram årligen i samarbete med samhällsbyggnadsförvaltningen, tekniska förvaltningen och Solna vatten så att beräknad kostnad kan lyftas in i budget.



Nyttorna med åtgärdsarbetet är dels en förbättrad vattenkvalitet som gynnar både människor, flora och fauna, dels ökade rekreativvärden. Flera av åtgärderna har tillgänglighet och besöksvänlighet i åtanke vid utformningen vilket leder till positiva effekter på människors välmående och hälsa.



# Solna stads åtgärdsprogram för Brunnsviken

## Innehåll

Solna stads åtgärdsprogram för Brunnsviken.....	1
Prolog.....	4
1. Inledning.....	5
1.1 Problemanalys .....	6
2. Metod.....	6
3. Förutsättningar .....	7
3.1 Avrinningsområden och markanvändning.....	7
3.2 Brunnsviken.....	8
3.2.1 Avrinningsområde och status .....	8
3.2.2 Föroreningsbelastning.....	9
3.2.3 Förbättringsbehov .....	10
3.2.3 Planerad bebyggelse.....	12
4. Befintliga åtgärder .....	13
5. Åtgärdsförslag.....	15
5.1 Reningseffekt för plats specifika åtgärder .....	16
5.2 Dagvattendammar.....	18
5.2.1 Utformning och funktion .....	18
5.2.2 Kostnad.....	24
5.2.3 Föreslagna lokaliseringar.....	24
5.3 Väg dagvatten .....	27
5.3.1 Bergshamravägen.....	29
5.3.2 Roslagsvägen .....	31
5.3.3 E4/E18 Norrifrån .....	33
5.3.4 E4 väster om Brunnsviken.....	34
5.3.5 Frösundaleden.....	35
5.3.6 Enköpingsvägen.....	36
5.3.7 Slutsatser .....	37
5.4 Alternativa platser för vidare utredning.....	37
5.5 Skärbassäng med flytande våtmark.....	38
5.5.1 Inledning.....	38
5.5.2 Utformning och funktion .....	39
5.5.3 Kostnad.....	42
5.5.4 Föreslagna lokaliseringar.....	43

5.6 Hydromorfologiska förbättringsåtgärder.....	50
5.6.1. Bakgrund .....	50
5.6.2 Mar vid Tivolihalvön, Solna .....	51
5.7 Övriga åtgärder.....	54
5.7.1 Infiltration i grönytor och diken.....	55
5.7.2 Genomsläpplig beläggning .....	56
5.7.3 Växtbäddar.....	57
5.7.4 Skelettjord .....	57
5.7.5 Byggnadsmaterial .....	58
5.7.6 Avsättningsmagasin med filter .....	58
5.7.7. Båtar och småbåtshamnar .....	59
5.7.8 Åtgärdsarbete med ledningssystemen.....	60
5.7.9 Fördröjning i befintliga sjöar och våtmarker .....	61
5.7.10 Fosforfällning Brunnsviken.....	62
5.7.11 Bottenscanning.....	63
5.7.12 Vidare utredningar.....	63
6. Bilagor.....	64
6.1 Beräkningar .....	64
6.1.2 Modell.....	64
6.1.3 Indata.....	64
6.1.4 Föroreningsbelastning.....	65
6.2 Tidigare åtgärdsförslag som utgår.....	70
6.2.1 Hagaparken skärmbassäng .....	70
6.2.1 Kraus väg Bergshamra .....	72
6.2.2 Hagaparken.....	74

## Prolog

Solna stads vattenområden är en ovärderlig resurs både som naturvärde och ur ett rekreations- och friluftsliv. Det är ett arv för oss att värna och förvalta. Allt levande är beroende av att rena friska vatten. Många arter gynnas av att vattendrag får flöda fritt och att vattenståndet kan variera naturligt. Vattenmiljöer har en naturlig produktionsförmåga. De används exempelvis för fiske, dricksvatten, för bad och båtturer.

Våra vatten präglas av förhållandena i avrinningsområdet. Idag är naturen i våra närområden under hård belastning av vårt sätt att leva. Vi behöver ta ansvar och genomföra både stora och små åtgärder för att värna våra vatten så att även kommande generationer ska kunna använda dem.

Syftet med detta åtgärdsprogram är att visa på aktuell status i Brunnsviken samt att presentera konkreta åtgärdsförslag för vattenförekomsten, med utgångspunkt i vattenmyndighetens åtgärdsprogram, för att miljökvalitetsnormerna (MKN) ska kunna uppnås.

För att möta kraven på god vattenstatus enligt lag (vattendirektivet, 5 kap 3 § MB) är det viktigt att Solna stad arbetar tvärsektoriellt med vattenfrågor. Lokalt omhändertagande av dagvatten i den befintliga bebyggelsen är ett exempel samt att ständigt beakta dagvattenfrågan i all ny- och ombyggnation. För att uppnå målen krävs samverkan mellan förvaltningar, bolag, enskilda aktörer och exploatörer.

# 1. Inledning

EU:s vattendirektiv (2000/60/EG), implementerat i Sverige via miljöbalken, har som mål att Europas vatten ska nå god ekologisk och kemisk status senast år 2027 med vissa undantag till 2033 och 2039 på grund av tekniska svårigheter. Vattenmyndigheten för Norra Östersjön har tagit fram ett övergripande åtgärdsprogram som omfattar Solnas samtliga vattenförekomster, men det finns ett behov att bryta ner åtgärderna ytterligare i lokala åtgärdsprogram för att bli operativt.

Brunnsviken är en vattenförekomst som delas med andra kommuner. Ett kommungemensamt lokalt åtgärdsprogram har därför tagits fram<sup>1</sup> 2021 med de berörda kommunerna Stockholm och Sundbyberg i samarbete med Stockholm vatten och Avfall. Det kommungemensamma åtgärdsprogrammet har legat till grund för de åtgärdsförslag som föreslås i Solnas egna åtgärdsprogram.

Brunnsviken är en kraftigt övergödd havsvik med höga halter av kväve och fosfor med syrefria förhållanden i bottenvattnet som följd och klassas därför med otillfredsställande ekologisk status enligt VISS<sup>2</sup>. Inte heller miljökravet för god kemisk status uppnås på grund av förhöjda koncentrationer av flera miljögifter i vatten, sediment och fisk. Att åtgärda bottenarnas läckage av fosfor, dagvattnets tillförsel av näringsämnen och miljögifter, ökad belastning från exploatering inom avrinningsområdet och båtklubbarnas miljöföroreningar, är de största utmaningarna.

Brunnsviken ska uppnå god ekologisk status senast år 2039 och god kemisk ytvattenstatus med tidsfrist för de prioriterade ämnen som uppmätts i förhöjda halter i vattenförekomsten, se sammanställning över miljö kvalitetsnormerna för Brunnsviken i Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Statusklassning i vattenförekomsten Brunnsviken (Viss, 2024)

Parameter	Statusklassning	Kvalitetskrav
Ekologisk status	Otillfredsställande	God ekologisk status 2039
Kemisk status	Uppnår ej god	God ytvattenstatus

Detta åtgärdsprogram är en revidering av det tidigare antagna åtgärdsprogrammet för Brunnsviken (2018) och redovisar de åtgärder som Solna stad avser att vidta för förbättrad vattenkvalitet i Brunnsviken. Nuvarande rapport redogör för sju platsspecifika åtgärdsförslag kopplat till dagvatten och vägdagvatten. Vidare redovisas ett nytt åtgärdsförslag för biologiska

<sup>1</sup>Stockholms stad et al., 2021. Lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken – Fakta och åtgärdsbehov.

<sup>2</sup> Vatteninformationsystem Sverige, <https://viss.lansstyrelsen.se/> Det är vattenmyndighetens webbplats där beslutade miljö kvalitetsnormer och bedömd statusklassning för alla vattenförekomster presenteras

kvalitetsfaktorer samt ett nytt åtgärdsförslag kopplat till tillvägagångssätt gällande båtar och småbåtshamnar.

Därtill presenteras ett antal vidare arbetsförslag för åtgärdsarbetet samt övriga åtgärder, främst lokala uppströmsåtgärder, att tillämpa löpande vid till-, om- och nybyggnation. I ny- och tillbyggnation ska alltid lokala uppströmsåtgärder prioriteras framför större samlande lösningar nedströms. En ny åtgärd för att gynna biologisk mångfald presenteras invid tivolihalvön. Övriga åtgärder inkluderar åtgärdsarbete med ledningssystemen, hantering av miljögifter från båtbottnenbehandlingar samt behovet av ett antal vidare utredningar, däribland skärmbassänger och dagvattenytor, för att förbättra vattenkvaliteten i Brunnsviken.

## 1.1 Problemanalys

Många faktorer påverkar förutsättningarna för att uppnå miljökvalitetsmålen för vatten och hur samhällsplaneringen och den kommunala fysisk planering utformas har betydelse för att nå dem. Även arbetet mot andra samhällsmål påverkar bebyggelseutvecklingen och därmed även miljön som bieffekt. Sedan år 2000 har Solnas befolkning växt med cirka 30 procent och den utvecklingen förväntas fortsätta. Utmaningen ligger i att möta befolkningstillväxten samtidigt som miljövärden säkras, så att Solna kan växa och utvecklas på ett miljömässigt hållbart sätt. Att uppnå den status som miljökvalitetsmålen uttrycker kräver därmed att effekter som främjar en hållbar bebyggelseutveckling vägs in i beslut som fattas inom ramen för flera olika sektorer. Även beslut som motverkar miljökvalitetsmålen är lika viktiga att analysera för att kunna bedöma vilka förändringar som är lämpliga för att Solna ska ha en hållbar stadsutveckling.

Åtgärdsbehovet (beting) för Solna stad i detta arbete är att betrakta som anvisningar om vilka ämnen som behöver minska och i vilken mängd. Möjligen kan beting för övriga källor, till exempel verksamheter på land och inom vattenområdet samt områden med förorenad mark, läggas fast i det fortsatta arbetet när det finns underlag som visar respektive källas betydelse. Att minimera belastningen på Brunnsviken från olika typer av verksamheter och förorenade områden på mark och i vatten genom tillsyn, miljövänlig drift och skötsel samt andra insatser är prioriterat oavsett om det finns beting eller ej för dessa källor.

## 2. Metod

Rapportens åtgärdsförslag fokuserar på åtgärder som erfordras i Brunnsvikens avrinningsområde inom Solna stad för att Solna stad ska bidra till det kommungemensamma arbetet med att förbättra Brunnsvikens ekologiska och kemiska status.

Som underlag har följande material använts:

- Underlag till lokalt åtgärdsprogram för akvatiska livsmiljöer i Strömmen och Lilla Värtan - Förslag till åtgärder (2023).

- Uppströmsåtgärder Brunnsviken (2024-06-18)
- Platsbesök i Brunnsvikens avrinningsområde för att studera potentiella lokaliseringar av åtgärder har genomförts under 2024, 2023 och 2017
- Grundkarta Solna Stad (dwg) (2017-08-01)
- Dagvattenledningar Solna Stad (dwg) (2017-08-01)
- Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken (WRS, 2016)
- Lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken – Fakta och åtgärdsbehov (2021)

Följande aspekter har tagits hänsyn till vid val av de platsspecifika åtgärderna som föreslås:

- avrinningsområde (storlek och markanvändningstyp)
- avrinningsområdets framtida exploateringsgrad
- förväntad föroreningshalt i inkommande dagvatten
- nivåer på markyta och ledningar
- förväntad reningseffekt jämfört med anläggningens markanspråk (både av partikelbundna och lösta halter)
- möjlig alternativanvändning av området
- eventuella konflikter med andra miljöintressen

Effekten av föreslagna åtgärder beräknas och den samlade effekten jämförs mot det förbättringsbehov som tagits fram för Brunnsviken som helhet.

### 3. Förutsättningar

En av Solna stads främsta utmaningar när det kommer till dagvattenhantering och uppströmsliggande dagvattenåtgärder är platsbrist. Detta har nu konstaterats efter framtagandet av inte mindre än tre konsultrapporter<sup>3</sup> som alla betonar utmaningen med platsbristen för åtgärdsbehovet kopplat till dagvattenanläggningar på land. Detta blir, såsom många andra frågor inom stadens verksamheter, en prioriteringsfråga.

#### 3.1 Avrinningsområden och markanvändning

Ytor inom Solna stad avrinner till någon av vattenförekomsterna Brunnsviken, Edsviken, Ulvsundasjön, Igelbäcken och Lilla Värtan. Stora delar av kommunen är exploaterad och flera större vägar går genom kommunen såsom E4:an, Enköpingsvägen, Frösundaleden och Bergshamravägen (E18). I kommunen finns även ett flertal större handels- och

---

<sup>3</sup> WRS, Water Revival Systems. (2016). Kostnadsberäkningar av exempellösningar för Dagvatten, Bjerking AB. (2022). Framtagande av nya åtgärdsförslag i Råstaåns avrinningsområde till Brunnsviken samt Ensucon AB. (2024). Uppströmsåtgärder Brunnsviken.

verksamhetsområden som Solna Business park, Arenastaden, Solna strand, Karolinska sjukhuset samt järnvägsområdet runt stambanan. Den täta exploateringen innebär stora utmaningar kopplat till dagvattenhanteringen både gällande flöden och föroreningar. Genomgående för alla vattenförekomster inom Solna stad är en övergödningssproblematik kopplade till näringsämnen och belastning med miljögifter såsom antracen (PAH), bly, kadmium, TBT och PFOS. Delavrinningsområdena inom Solna visas i Figur 2.



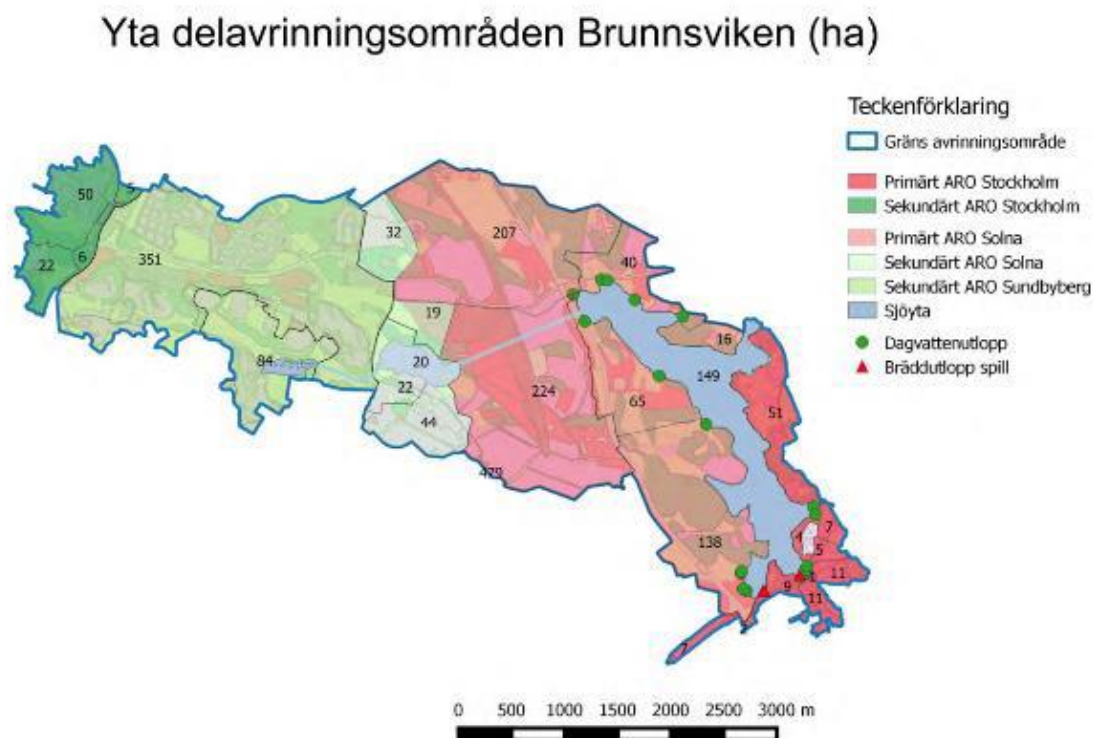
Figur 2. Delavrinningsområden till vattenförekomsterna inom Solna stad (Solna stad, 2017).

## 3.2 Brunnsviken

### 3.2.1 Avrinningsområde och status

Avrinningsområdet för Brunnsviken delas av tre kommuner där cirka 60 % ligger i Solnas kommun, 25 % i Sundbybergs kommun och 15 % i Stockholms kommun. Totalt avrinner cirka 920 hektar från Solna stad till Brunnsviken där 357 hektar avrinner via Råstaån och Råstasjön och 563 hektar med direktutlopp till Brunnsviken. För vattenförekomsten Brunnsviken tas ett

gemensamt åtgärdsprogram fram för att förbättra den ekologiska och kemiska statusen. Underlag till detta lokala åtgärdsprogram har tagits fram av WRS 2016, Bjerking 2022 samt Ensucon 2024 där nuvarande status och föroreningsbelastning till Brunnsviken utreddes. Delavrinningsområden till Brunnsviken karterades och visas i Figur 2.



Figur 2. Delavrinningsområden inom Stockholm, Sundbyberg och Solna med andel hektar till Brunnsviken (WRS, 2016a).

Brunnsviken är kraftigt övergödd och den ekologiska statusen bedömdes i det kommungemensamma lokala åtgärdsprogrammet för Brunnsviken<sup>4</sup> som ”dålig”, vilket är en klass sämre än den som anges i VISS (”otillfredsställande”). Den kemiska statusen är klassad som ”ej god”. Övergödningsproblematiken är främst kopplad till en för hög belastning av fosfor, den kemiska statusen är kopplad till miljögifter. Miljökvalitetsnormerna är satta med tidsundantag till 2039 för att nå god vattenstatus. De ämnena där förbättringsbehov av angetts omfattar fosfor, kväve, koppar, zink, antracen, kadmium, bly, TBT och PFOS.

### 3.2.2 Föroreningsbelastning

Brunnsviken belastas av föroreningar från landbaserade källor inom avrinningsområdet, genom vattenutbytet med Lilla Värtan, via atmosfäriskt nedfall och med de interna flödena av fosfor från Brunnsvikens sediment (internbelastning). Belastning och förbättringsbehovet (beting) för

<sup>4</sup> Stockholms stad et al., 2021. Lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken – Fakta och åtgärdsbehov

landbaserade källor i avrinningsområdet, vilket är relevant för denna utredning, för ämnen där statusklassningar indikerar sämre än god status har i tidigare utredningar beräknats<sup>5</sup>.

### 3.2.3 Förbättringsbehov

Föroreningsbelastningen har i tidigare utredning beräknats med schablonhalter per delavrinningsområde och kommun. Den schablonberäknade tillförseln av fosfor till Råstaån har beräknats till 465 kg/år. De uppmätta mängderna baserade på år 2011–2014 för samma avrinningsområde uppgår dock endast till 40% av de schablonberäknade, vilket indikerar att de schablonberäknade mängderna utan hänsyn till retention i uppströms sjöar eller befintliga reningsanläggningar medför en grov överskattning av föroreningsbelastningen. Förbättringsbehoven är framräknade för en situation utan pumpning av bottenvatten till Lilla Värtan. I framräkandet av förbättringsbehoven har även hänsyn tagits till befintliga reningsanläggningar och planerad nybyggnation<sup>6</sup>.

Cirka 60% av avrinningsområdet är beläget inom Solna stad och står för cirka 60%-65% av den avrunna volymen och mängden föroreningar på årsbasis enligt beräkningar<sup>7</sup>. Genom att jämföra den schablonberäknade belastningen av föroreningar i Solna stad och den totala schablonberäknade belastningen till Brunnsviken ges att Solna stad bidrar med cirka 65% av den totala föroreningsbelastningen via dagvatten, lite varierande för studerat ämne. Förbättringsbehovet för Solna stad kan därmed anses motsvara 65% av det totala förbättringsbehovet för Brunnsviken. Med hänsyn till detta har ett åtgärdsbehov för Solna stad beräknats för respektive ämnen.

Värt att nämnas är dock att det inte i samtliga fall är Solna stad som bör stå för 65 procent av minskningen av utpekade ämnen då det beror på hur tillförseln specifikt ser ut. Som exempel kan tillförseln av TBT via båtbottnfärger nämnas, där Solna endast omfattar en båtklubb medan majoriteten båtklubbar ligger i Stockholm stad.

Föroreningsbelastningen nedan har tagits fram av WRS<sup>8</sup>

#### Fosfor

Den totala fosforbelastningen från avrinningsområdet har beräknats till 320 kg/år justerat utifrån uppmätta halter. Åtgärdsbehovet för totalfosfor för en situation utan pumpning av bottenvatten till Lilla Värtan har uppskattats till 50 %. Reduktionsbehovet för Solna stad uppgår till 65 % av totala åtgärdsbehovet, vilket motsvarar cirka 104 kg/år. Den totala fosforbelastningen utan

<sup>5</sup> WRS, 2016a. Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken

<sup>6</sup> WRS, 2016a. Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken. WRS, 2016b. Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten.

<sup>7</sup> WRS, 2016a. Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken

<sup>8</sup> WRS, 2016a. Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken. WRS, 2016b. Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten

justering beräknades till 750 kg/år. Reduktionsbehovet för det alternativet för Solna stad uppgår cirka 244 kg/år.

### **Kväve**

Den totala kvävebelastningen från avrinningsområdet har beräknats till 7,7 ton/år.

Åtgärdsbehovet för totalkväve för en situation utan pumpning av bottenvatten till Lilla Värtan har uppskattats till 35 %. Reduktionsbehovet för Solna stad uppgår till 65 % av totala åtgärdsbehovet, vilket motsvarar cirka 1,8 ton/år.

### **Koppar**

Den totala kopparbelastningen från avrinningsområdet har beräknats till 110 kg/år.

Åtgärdsbehovet för koppar har uppskattats till 48 %, 53 kg/år. Reduktionsbehovet för Solna stad uppgår till 65 % av totala åtgärdsbehovet, vilket motsvarar cirka 34 kg/år.

### **Zink**

Den totala zinkbelastningen från avrinningsområdet har beräknats till 440 kg/år. Åtgärdsbehovet för zink har uppskattats till 85 %, 373 kg/år. Reduktionsbehovet för Solna stad uppgår till 65 % av totala åtgärdsbehovet, vilket motsvarar cirka 243 kg/år.

### **Bly**

Den totala blybelastningen från avrinningsområdet har beräknats till 57 kg/år. Åtgärdsbehovet för bly har uppskattats till 41 %, 23 kg/år. Reduktionsbehovet för Solna stad uppgår till 65 % av totala åtgärdsbehovet, vilket motsvarar cirka 15 kg/år.

### **Kadmium**

Den totala kadmiumbelastningen från avrinningsområdet har beräknats till 1,9 kg/år.

Åtgärdsbehovet för kadmium har uppskattats till 64 %, 1,3 kg/år. Reduktionsbehovet för Solna stad uppgår till 65 % av totala åtgärdsbehovet, vilket motsvarar cirka 0,8 kg/år.

### **Kvicksilver**

Den totala kvicksilverbelastningen från avrinningsområdet har beräknats till 0,18 kg/år.

Åtgärdsbehovet för kvicksilver har uppskattats till 60 %, 0,1 kg/år. Reduktionsbehovet för Solna stad uppgår till 65 % av totala åtgärdsbehovet, vilket motsvarar cirka 0,07 kg/år.

### **Antracen (PAH)**

Ingen information om separat belastning av Antracen till Brunnsviken finns att tillgå. Antracen är en del i gruppen ämnen kallade PAH. Den schablonberäknade mängden total PAH har beräknats till 1,4 kg/år. Totala åtgärdsbehovet av antracen har uppskattats till 75%. Antaget att 50% av PAH-föreningar består av antracen (vilket är en grov överskattning) kan reduktionsbehovet för Solna stad beräknas till 65 % av totala åtgärdsbehovet, vilket motsvarar cirka 0,35 kg/år.

### **TBT, PFOS, mikroplaster**

Ingen information om uppskattad belastning av TBT, PFOS eller mikroplaster till Brunnsviken fanns att tillgå när WRS utförde beräkningsmodelleringen. Totala åtgärdsbehovet av TBT har

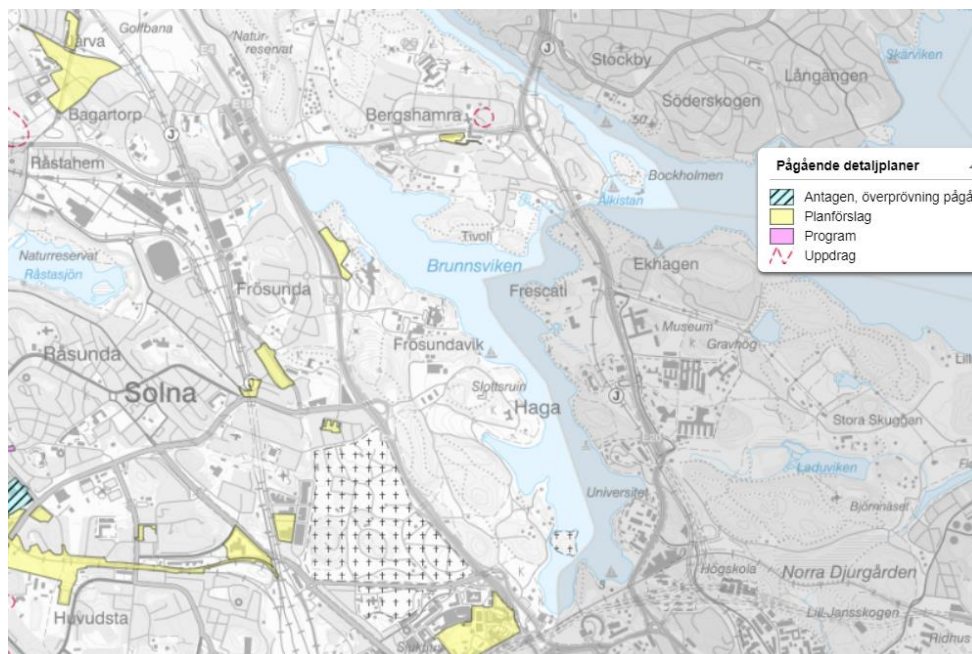
uppskattats till 99 %, 0,1 kg/år. Reduktionsbehovet för Solna stad uppgår till 65 % av totala åtgärdsbehovet, vilket motsvarar cirka 0,065 kg/år. Totala åtgärdsbehovet av PFOS har uppskattats till 50 %.

Tabell 2. Visar på det samlade reduktionsbehov för Solna stad av föroreningar som kan förekomma i dagvatten som leds till Brunnsviken.

Parameter	Reduktionsbehovet för Solna stad i kg/år
Totalfosfor	104
Totalkväve	1800
Koppar	34
Zink	243
Bly	15
Kadmium	0,8
Kvicksilver	0,07
(Antracen) PAHer	0,35
TBT	0,065

### 3.2.3 Planerad bebyggelse

Aktuell bild av planförslag och planuppdrag redovisas i Figur 3



Figur 3. Aktuella planförslag och planuppdrag (Solna.se 2024)

Utgångspunkten för Solna stads miljöarbete är den miljöpolicy<sup>9</sup> som Solna har antagit. I policyn pekas följande fokusområden ut:

- Hållbar stadsutveckling
- Effektiv resursanvändning
- God livsmiljö

För hållbar stadsutveckling pekas bland annat på att miljövärden ska säkras trots mer bebyggelse. För att uppnå en god livsmiljö ska utsläppen till mark och vatten minska. Stadens ambitioner inom miljö- och klimat och vilka förväntningar som finns på exploaterer gällande hållbart byggande och miljöprogram finns framtagna<sup>10</sup>.

Eftersom belastningen från dagvattnet idag är för högt, samtidigt som kommunen ytterligare ska förtätas, så måste det både vara en hållbar dagvattenhantering i nya områden samtidigt som förbättringar måste ske i befintliga områden. Denna förbättring måste vara så stor att det både tar bort den för stora belastning som nuvarande områden ger, inklusive den förbättring som behövs för att kompensera för den belastning som den nya bebyggelsen ger, trots bra dagvattenhantering.

## 4. Befintliga åtgärder

Majoriteten av dagvattenhanteringen inom Solna stad sker idag via dagvattenbrunnar och ledningar ut till recipienterna. Det finns ett par större samlande dagvattenanläggningar i kommunen där rening och fördröjning sker. Flera åtgärder såsom att vägdagvatten avleds diffust till gräsbeklädd vägslänt längs med de större vägarna finns också på ett par ställen inom kommunen.

Den enda anläggningen där aktuell uppmätt avskiljning finns är Eugeniamagasinet vid Stallmästargården och dagvattendammen vid Linnéaholm. I tidigare utredningar<sup>11</sup> uppskattas reningen av dessa anläggningar som avleds till Brunnsviken. Utöver denna reningseffekt tillkommer en avskiljning av föroreningar i Råstasjön och Lötsjön innan avledning till Brunnsviken. Denna reduktion uppskattades till 50% för alla ämnen. Följande anläggningar som redovisas i tabell 3 bidrar med rening och fördröjning:

---

<sup>9</sup> [Solna stads miljöpolicy](#)

<sup>10</sup> På väg mot ett hållbart Solna, 2024

<sup>11</sup> WRS, 2016a. Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken.

Tabell 3. Visar på följande reningsanläggningar för dagvatten i Solna stad inom Brunnsvikens avrinningsområde

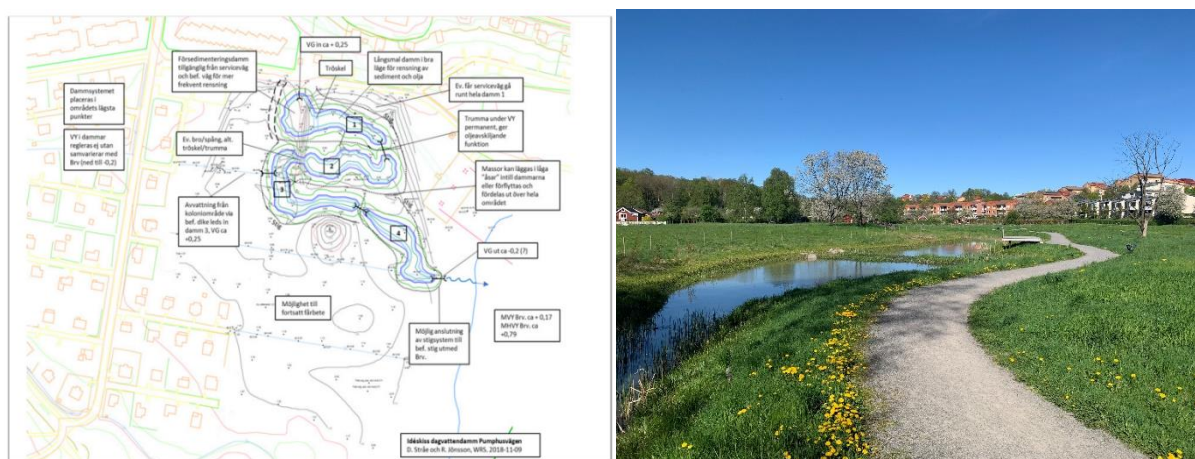
Åtgärd	Lokalisering	Ansvärlig	Recipient	P (kg/år)	N(kg/år)	Pb (kg/år)	Cd (kg/år)	Cu (kg/år)	Zn(kg/år)
Avsättningsmagasin	E4/E20 Stallmästargården	Trafikverket	Brunnsviken	11	40	3	0,029	3,3	20
Dagvattendamm	Linnéaholm	Trafikverket	Brunnsviken	0,03	260	0,8	0,004	2	8
Infiltrationsyta	Linvävartorpet	Trafikverket	Brunnsviken						
Makadamdike	Frösundaleden	Solna stad	Brunnsviken						
Magasin och Dagvattendamm	Råsundavägen	Solna stad	Brunnsviken						
Dagvattenkassetter	Lottagatan, Bagartorp	Solna stad	Brunnsviken						
Skelettjordar	Järvastaden	Solna stad	Brunnsviken						
Dagvattendamm	Järvastaden	Solna stad	Brunnsviken						
Dagvattendamm	Ulriksdalsfältet	Solna stad	Brunnsviken						
Dagvattendamm	Råsta Strandväg	Solna stad	Brunnsviken						
Dagvattendamm	Lilla Frösunda	Solna stad	Brunnsviken						
Dagvattendamm	Norra Frösunda	Solna stad	Brunnsviken						
Dagvattendamm	Pumphusvägen/Tivolialvön	Solna stad	Brunnsviken						
Fosforfällning	Brunnsvikens djuphål	Stockholm Vatten och Avfall	Brunnsviken						

Belastningen har justerats för de två anläggningarna med uppmätt reningseffekt. Effekten av de övriga befintliga anläggningarna och omfattningen av anläggningarnas tillrinningsområden (vilket i många fall troligen är små) är svår att uppskatta utan mer indata och har därför inte inkluderats i

beräkningarna. Detta innebär att det finns en viss marginal i det beräknade förbättringsbehovet för Solna.

Under sommaren 2020 anlades dagvattendammen vid Pumphusvägen på Tivolihalvön. Arbetet skedde i samarbete med Solna stad, WRS, Ekologigruppen, Geomind, Atrax Energi och Miljö samt JVAB. Syftet med dagvattendammen är att rena dagvattnet på övergödande ämnen och miljögifter innan det släpps ut i Brunnsviken. Platsen pekades ut redan 2016 i underlagsarbetet till Brunnsvikens lokala åtgärdsprogram i samarbete med Stockholms stad och Sundbybergs kommun<sup>12</sup>.

Dammens vattenyta är cirka 3 500 m<sup>2</sup> och den renar dagvatten från ett cirka 48 ha stort område med främst flerfamiljshus, men även handelsområden och del av E18. Dagvattnet rör sig slingrande genom dammen och på dammens djupaste platser (som mest 1,5 meter) sjunker olika föroreningar till botten. Föroreningarna samlas sedan upp och tas om hand. För att göra platsen tillgänglig och attraktiv som rekreationsområde har staden byggt en brygga och en ny gångbro över utloppet.



Figur 4. Dagvattendammen vid Pumphusvägen anlades 2020 och renar dagvatten från Bergshamraområdet. Idéskiss: WRS, foto: Marie Amid.

## 5. Åtgärdsförslag

För att nå en god status i Brunnsviken erfordras en hållbar dagvattenhantering i form av lokala uppströmsåtgärder som tillämpas vid till-, om- och nybyggnation och mer specifika samlande reningsåtgärder som hanterar dagvatten från ett större avrinningsområde. Vidare erfordras exempelvis att felkopplade och bräddade spillvattenflöden spåras, vandringshinder i vattendragen åtgärdas (hydromorfologiska förbättringsåtgärder) och spridning av miljögifter från exempelvis

<sup>12</sup> Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken, 2016

båtbottenbehandlingar minimeras. Därtill har behov av ett antal vidare utredningar identifierats. Åtgärderna beskrivs i delkapitlen nedan.

För att förbättra dagvattenkvaliteten i en större omfattning och nå målen i vattendirektivet på utsatt tid erfordras i befintlig bebyggelse ofta samlande nedströms lösningar såsom dammar och bassänger då implementering av lokala åtgärder i dessa områden tar längre tid än i ny- och tillbyggnation då de sker i samband med ombyggnation. I ny-, om- och tillbyggnation ska alltid lokala uppströmsåtgärder prioriteras framför större samlande lösningar nedströms. Lokalisering av åtgärderna och val av reningsmetod i åtgärdsförslagen nedan har gjorts utifrån aspekterna som presenteras under metodkapitlet. En översikt med numrerade större samlande platsspecifika åtgärder med avrinningsområden och markanvändning från den tidigare versionen av åtgärdsprogrammet (2018) presenteras i bilagorna.

Solna stads kommunstyrelse beslutade om det tidigare åtgärdsprogrammet för Brunnsviken (2018). Några av de beslutade åtgärderna som togs fram då är redan genomförda och andra är planerade. I åtgärdsprogrammet föreslogs en skärmbassäng som beräknades kunna fånga upp cirka 90 kg fosfor. Då skärmbassänger i en del fall är en omtvistad åtgärdsmetod som är belägen i recipienten ville staden gå vidare och undersöka andra alternativa reningsmetoder på land, såsom åtgärder uppströms som skulle kunna ersätta föreslagna skärmbassänger. Under 2022 tog Bjerking AB fram ett underlag för flera uppströmsåtgärder för Brunnsviken<sup>13</sup>. Av dessa kunde staden gå vidare med fem områden som utreddes vidare av konsultbolaget Ensucon AB (2024)<sup>14</sup>. Resultatet av utredningen 2024 visade återigen på platsbristen och den låga reningsfunktionen relativt kostnaden för åtgärder på land. Skärmbassängslösningarna har därför återaktualiserats som de mest rekommenderade åtgärdslösningarna, tillsammans med nedan föreslagna åtgärder, för att uppnå god vattenstatus i Brunnsviken.

## 5.1 Reningseffekt för platsspecifika åtgärder

Beräkningarna (se kapitel 6 för vidare information) visar att med föreslagna platsspecifika åtgärder så uppfyller Solna stad sitt förbättringsbehov för Brunnsviken för alla ämnen förutom kväve, koppar, zink och kadmium. För flertalet ämnen finns god marginal till förbättringsbehovet. Se tabell 4 och 5 nedan.

Den totala belastningen på Brunnsviken är föremål för kontinuerlig revision då belastningsparametrar varierar med väderlek och tillkommande avrinningskällor. Därutöver har åtgärd 2 *Dagvattedamm vid Pumpubusvägen* (grönmarkerat i tabell 4) genomförts under 2020 vilket också föranleder att parametrarna *betning för Solna* och *total avskild* behöver uppdateras regelbundet.

<sup>13</sup> Bjerking AB. (2022). Framtagande av nya åtgärdsförslag i Råstaåns avrinningsområde till Brunnsviken.

<sup>14</sup> Ensucon AB. (2024). Uppströmsåtgärder Brunnsviken

För kväve, koppar, zink och kadmium krävs komplettering med lokala uppströms lösningar med egenskaper såsom infiltration och adsorption behövs för att kunna nå förbättringsbehovet, då dessa ämnen inte avskiljs tillräckligt i anläggningar såsom dagvattendammar och skärmbassänger. Den ekologiska och kemiska statusen är undantaget kvicksilver, schablonhalter och reningseffekt av kvicksilver är också mycket osäkert.

Tabell 4. Föreslagna platsspecifika åtgärder med dess avskildhet i procent.

Åtgärd	Enhet	Fosfor (P)	Kväve (N)	Bly (Pb)	Koppar (Cu)	Zink (Zn)	Kadmium (Cd)	Krom (Cr)	Nickel (Ni)	Kvicksilver (Hg)	Suspenderade partiklar (SS)	Olja	PAH
1 - Råstasjön dagvattendamm	Avskild (%)	40	20	50	40	45	35	55	40	25	50	80	55
2 - Pumphusvägen dagvattendamm	Avskild (%)	50	25	65	50	60	45	70	55	40	65	80	65
3 - Järva krog skärmbassäng	Avskild (%)	45	25	60	45	55	40	65	50	35	60	80	60
4 - Bergshamravägen skärmbassäng	Avskild (%)	50	25	65	50	60	45	70	55	40	65	80	65

Tabell 5. Avskild mängd föroreningar (kg/år) för respektive anläggning samt jämförelse med reduktionsbehovet

Åtgärd	Enhet	Fosfor utan justering (P)	Fosfor (P)	Kväve (N)	Bly (Pb)	Koppar (Cu)	Zink (Zn)	Kadmium (Cd)	Krom (Cr)	Nickel (Ni)	Kvicksilver (Hg)	Suspenderade partiklar (SS)	Olja	PAH
1 - Råstasjön dagvattendamm	Kg/år	12,8	5,1	46	0,8	1,4	5,9	0,02	0,72	0,44	0,001	4100	62	0,037
3 - Pumphusvägen dagvattendamm	Kg/år	19	7,6	60	1,3	2,1	9	0,04	1,05	0,72	0,001	6175	75	0,051
5 - Järva krog skärmbassäng	Kg/år	222,8	89,1	942,3	17,6	26,5	140,6	0,49	12,27	8,9	0,029	90 780	1346	0,678

6 - Bergshamravägen skärbassäng	Kg/år	7,5	3	35	0,7	1,2	6,6	0,02	0,5	0,36	0,001	3250	36	0,026
<b>Total avskild</b>	<b>Kg/år</b>	<b>262,1</b>	<b>104,8</b>	<b>1083,3</b>	<b>20,4</b>	<b>31,2</b>	<b>162,1</b>	<b>0,57</b>	<b>15,11</b>	<b>10,42</b>	<b>0,032</b>	<b>104 305</b>	<b>1519</b>	<b>0,792</b>
Beting Solna	Kg/år	244	104	1800	15	34	243	0,8			0,7			0,7
Beting totalt Brunnsviken	Kg/år	375	160	2700	23	53	373	1,3			1			1

## 5.2 Dagvattendammar

### 5.2.1 Utformning och funktion

En dagvattendamm har en permanent vattenyta där rening sker genom sedimentering, växtupptag och med hjälp av bakterier och mikroorganismer. Faktorer som påverkar reningseffekten är dammens storlek i förhållande till avrinningsområdets storlek, föroreningskoncentration i inkommande dagvatten, ytbelastningen, andel växter, bypass (förbikoppling), reglervolym utöver permanent volym, temperatur och längd/breddförhållande. Dessa faktorer påverkar reningseffekten i olika grad där dammens storlek i förhållande till avrinningsområdet har visats sig vara en av de viktigaste.

Den största delen av reningen i en dagvattendamm sker på årsbasis mellan regnen och det är därför viktigt att dimensionera dammens permanenta vattenvolym och yta så att den blir tillräckligt stor för avrinningsområdet. Damarna kommer att vara relativt små i förhållande till avrinningsområdet. För att erhålla en god rening och för att undvika en allt för snabb sedimentuppbyggnad föreslås de utföras 1,5 meter djupa. Om dammarnas permanenta volym är för djup finns dock risk för anaeroba bottenförhållanden vilket leder till frigörande av föroreningar från bottensedimenten. Det är därför positivt med en extra reglervolym som tillfälligt skapar en djupare vattenvolym för att erhålla en bättre reningseffekt. En reglervolym leder till främst ökad sedimentering och att en större del av dammen nyttjas för rening under regntillfället. Den största delen av reningen i dammen sker dock som sagt mellan regnen.

Sensommar, tidig höst alternativt kalla vintermånader är lämpliga tider på året för rensningsinsatser med hänsyn till djur- och växtliv i dammen och recipienten. Tillrinningen och grundvattennivåerna kan förväntas vara låga och kringliggande ytor förväntas ha bättre bärighet<sup>15</sup>.

Skötselrutinerna bör omfatta att inloppen och utloppen rensas och ses över, vegetationen vid slänterna underhålls och slänter, makadamvallar och inlopp/utlopp undersöks med avseende på erosion.

Dagvattendammar behöver vanligtvis tömmas på sediment var 10–20 år för att bibehålla sin funktion och inte växa igen. Sedimentet kan avlägsnas med sugmuddring och grävuddring. Vid

<sup>15</sup> WRS, 2013. Skötsel av dagvattendammar – en handbok

sugmuddring sugt sedimentet upp från botten till en avvattningsplats. Metoden innebär mindre grumling än grävuddring och ger god åtkomlighet. I strandnära områden kan krävas grävuddring. En tumregel är att sedimentet bör tömmas då sedimentet utgör cirka 30 cm, djupare dammar behöver tömmas mer sällan. Ju större sedimentdjup desto sämre reningseffekt erhålls i dammen då sedimentationseffekten avtar och uppvirvlingsgraden av sedimentet tilltar<sup>16</sup>.

Sedimenten provtas innan rensning påbörjas med avseende på föroreningar och halterna jämförs med Naturvårdsverkets riktvärden för förorenad mark. Ligger halterna under riktvärdena för mindre känslig markanvändning bör sedimentet utan risk kunna användas i sådana sammanhang. Överskrider riktvärdena bör massorna tas omhand, exempelvis genom deponering. Efter tömning av sediment kan växter behöva nyetableras<sup>17</sup>.

Dagvattendammar kan anpassas efter omkringliggande miljö och utföras för att bli estetiskt tilltalande eller bara fylla sin funktion.

Djupzoner placerade tvärs flödesriktningen ger en bra spridning av vattnet i en damm. Rekommendationen är att det finns en djupzon i den inledande delen av dammen. Vattnets hastighet minskar i djupzonen vilket främjar sedimentation av fasta föroreningar. Följs djupzonen av en grundare, gärna vegetationsbärande del, ökar möjligheterna att avskilja en större mängd föroreningar. Dessa vallar kan antingen bestå av makadam för filtrering eller en större yta anpassad för växtetablering. Växterna bromsar vattnets strömningshastighet. Det bidrar till att finare partiklar kan sedimentera. Vegetationen skapar också livsrum för en mängd mikroorganismer som kan bidra med biologisk rening och reducera halterna av lösta föroreningar. Ett grunt vatten som är solbelyst ger högre vattentemperatur, vilket höjer hastigheten på de biologiska processerna. Avskiljningen av lösta föroreningar blir bättre i anläggningar som innehåller minst ett våtmarkssteg. En våtmarksanläggning innehåller som regel flera områden med vegetation.

En damm är oftast som mest kostnadseffektivast att anlägga i naturmarksmiljö och de blir ofta mindre om de ska anpassas till stadsmiljö där det finns färre lediga ytor och fler andra ledningar mm.

En djup damm med branta slänter kan vara en säkerhetsrisk, liksom ett svagt istäcke på delar av en djup damm. Riskerna kan förebyggas eller minimeras genom val av släntmaterial, växter, stängsling, varningsskyltar med mera. Tät vegetation i strandlinje kan exempelvis stänga av möjligheterna att komma i kontakt med själva vattenvolymen i dammen.

En dagvattendamm (och även andra dagvattenanläggningar såsom växtbäddar) behöver utföras tät då den anläggs innanför vattenskyddsområde, och om det är osäkert hur rent dagvattnet är innan det når grundvattnet och vattenförekomsten. Dammen blir också mer kontrollerbar då föroreningarna stannar i dammen i stället för att spridas över en större markyta. Om

---

<sup>16</sup> WRS, 2013. Skötsel av dagvattendammar – en handbok

<sup>17</sup> WRS, 2013. Skötsel av dagvattendammar – en handbok

anläggningen är genomsläpplig kan kontroller på mark och grundvatten runtomkring behöva ske för att säkra att föroreningarna inte sprids för långt. Då grundvattenytan är lägre än dammen kommer dammen att torrläggas under delar av året om den inte är tätad. En tät dagvattendamm med konstant vattenyta är troligtvis mer estetiskt tilltalande och främjar i högre grad vattenlevande organismer och växter. Om dammen tätas med gummiduk måste förhållandena med bottenuppträckning och gas i marken undersökas. Även om dammen inte anläggs tät kan botten inom ett par år komma att sätta igen av de finare partiklarna om inte dammen specifikt utformas för infiltration som en del av reningen. En sådan damm kan erhålla god reningsgrad så länge som inlopp och utlopp är upphöjda från botten och estetiken spelar mindre roll.

Det vanligaste sättet att dimensionera en dagvattendamm och där mest underlag finns för hur reningseffekten påverkas är med areaförhållandet mellan anläggningsyta och avrinningsområde. Det beskrivs som

$$A_{anläggning} = \varphi A_{avrinning} K A \varphi \quad (\text{Larm, 2000})$$

*Aanläggning* = area permanent vattenyta (m<sup>2</sup>)

$\varphi$  = avrinningskoefficient

*Aavrinning* = area avrinningsområde (m<sup>2</sup>)

*KA* $\varphi$  = specifik anläggningsarea

En dagvattendamms specifika anläggningsarea för att få mest rening per anläggningsyta rekommenderas vara 100–200 m<sup>2</sup>/red ha. Högre kvot ger högre reningseffekt. I dagvattenmodelleringsprogrammet StormTac<sup>18</sup> utförs dimensionering av dammar med detta samband där även parametrar såsom andel växter, reglervolym, hydraulisk effektivitet och inloppshalt tas hänsyn till. En  $A_p/A_{red}$  på 100 ger cirka 70% reningseffekt för suspenderat material.

Att dimensionera dammen eller våtmarken efter ett volymförhållande bedöms vara ett bra komplement till att beräkna efter areaförhållandet. Dammens permanenta vattenvolym beskrivs som<sup>19</sup>:

---

<sup>18</sup> [Stormwater Solutions - StormTac](#)

<sup>19</sup> Larm, T., 2000. Watershed-based design of stormwater treatment facilities: Model development and applications. Doctoral Thesis. Division of Water Resources Engineering. Dept. of civil and environmental engineering. KTH, Stockholm

$$A_{anläggning} = \frac{N_{dap} 10 \varphi A_{avrinning} r_{da}}{d_{anläggning}} \quad (\text{Larm, 2000})$$

$A_{anläggning}$  = area permanent vattenyta (m<sup>2</sup>)

$d_{anläggning}$  = djup permanent vattenyta (m)

$N_{dap}$  = regressionskonstant för volymberäkning

$\varphi$  = avrinningskoefficient

$A_{avrinning}$  = area avrinningsområde (m<sup>2</sup>)

$r_{da}$  = regndjup för ett medelregn (Stockholm 7,3 mm under 6,7 tim)

En dagvattendamms regressionskonstant för volymberäkning få mest rening per anläggningsvolym rekommenderas vara 1–3. Högre kvot ger högre reningseffekt.

För att nå en bra reningseffekt bör anläggningen utformas så dagvattnet sprids väl i hela bassängen. Med vallar av makadam styrs vattnet i anläggningen och minskar samtidigt risken för kortslutningsströmmar samt förekomst av döda zoner i bassängen. Detta är avgörande för att nå en bra avskiljning av artikelbundna föroreningar genom sedimentering. Vid utformning av dammar och våtmarker bör därför hänsyn tas till den så kallade hydrauliska effektiviteten ( $\lambda$ ). Hydraulisk effektivitet är ett mått på hur väl det inströmmade vattnet sprids ut i dammen<sup>20</sup>. Det vill säga hur stor del av ytan som utnyttjas för rening. Desto högre  $\lambda$  är, desto högre reningspotential finns i anläggningen. Hydraulisk effektivitet påverkas bland annat av formen på dagvattenreningsanläggning, bottenstruktur och förekomsten av vegetation. Utformningen och placeringen av inloppet och utloppet är också viktigt. Den hydrauliska effektiviteten kan beräknas antingen genom empiriska metoder eller genom bedömning utifrån typfall. Den hydrauliska effektiviteten bör vara minst 0,7.

Frekvensen för sedimenttömning kan uppskattas i StormTac genom att beräkna djup på sediment innan tömning bör ske och belastningen av suspenderat material från avrinningsområdet.

Ett annat sätt för att beräkna erforderlig storlek är att använda ytbelastningsmetoden med hänsyn till anläggningens hydrauliska effektivitet på samma sätt som bassänger på reningsverk dimensioneras för att en viss partikelstorlek ska kunna sedimentera i bassängen vid ett dimensionerande flöde. Med denna metod bestäms först en önskvärd reningseffekt av den sedimenterbara fraktionen och en uppskattning av reningen av den lösta fraktionen måste därefter göras. Reningseffekten av suspenderat material kan extrapoleras till att omfatta de andra berörda ämnena genom att undersöka sambandet mellan bundna och lösta fraktioner. Det dimensionerande flödet bestäms så att denna egenskap nås vid tillräckligt många regntillfällen per år, exempelvis 90%. Detta innebär att vid de kraftigaste regnen per år kommer andelen

<sup>20</sup> Persson, J., 1999. The hydraulic performance of ponds of various layouts. Urban Water 2 (2000) 243-250. Dept. of Hydraulics, Chalmers University of technology.

sedimenterade partiklar och därmed reningseffekten vara något lägre. Ytbelastningen kan även undersökas för det årliga genomsnittliga flödet.

Följande ekvation används då<sup>21</sup>

$$R = 1 - \left[ 1 + \frac{1}{n} * \frac{Vs}{\frac{Q}{A}} * \frac{(de + dp)}{(de + d)} \right]^{-n}$$

där

$R$  = andel av sedimentmängden som avlägsnas

$n$  = Turbulens och kortslutningsströmningsparameter

$A$  = area permanent vattenyta (m<sup>2</sup>)

$Vs$  = sedimenteringshastighet (m/s)

$Q$  = dimensionerande flöde (m<sup>3</sup>/s), 90 % av årsflöde eller årligt genomsnittligt flöde

$de$  = reglernivå

$dp$  = permanent vattendjup

$d$  = djup som är tillräckligt för att hålla sediment (1m)

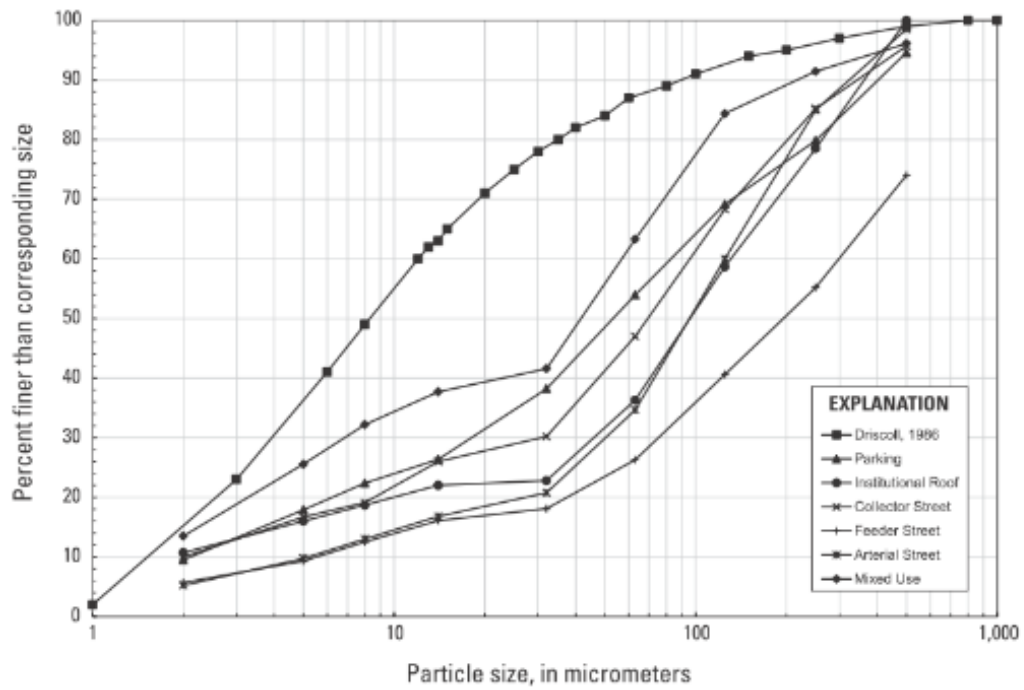
Partiklars sjunkhastighet samt fördelning av partiklar i dagvatten enligt olika undersökningar visas i Figur 5 och Figur 6.

Fraktion	Benämning	Partiklar diameter µm	Sedimenterings hastighet m/h
Sand	Mycket grov sand	2000	720
	Grovsand	1000	360
	Mellansand	500	190,8
	Finsand	200	93,6
Silt	Grovsilt	62	8,28
	Mellansilt	31	2,376
	Finsilt	16	0,648
Ler	Lera	< 2	≥ 0,396

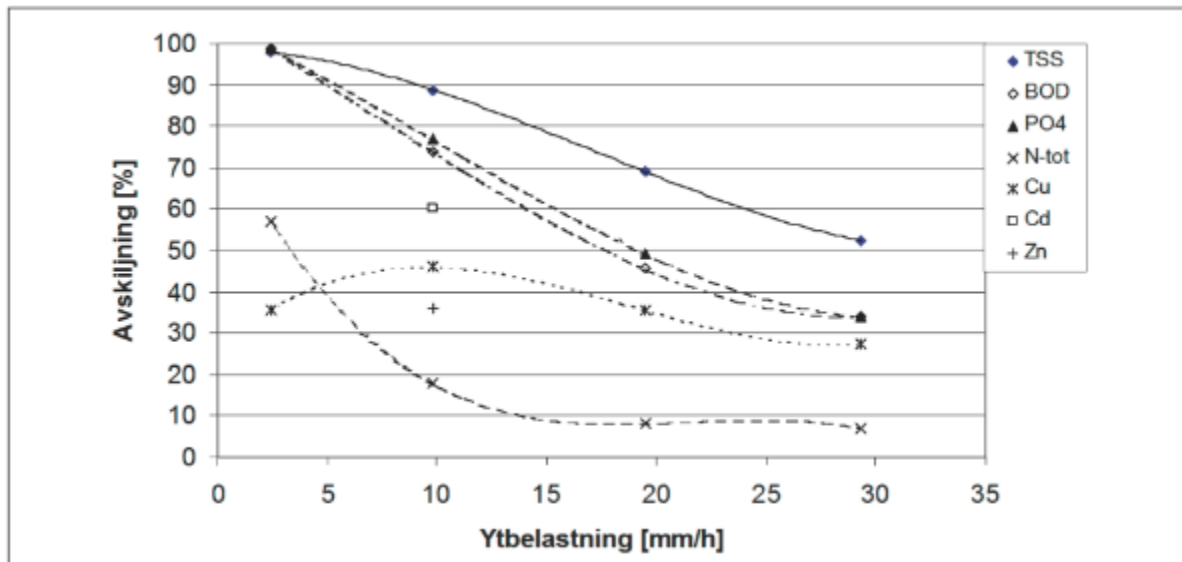
Figur 5. Sedimenteringshastighet hos olika jordarter<sup>22</sup>

<sup>21</sup> Svenskt Vatten, 2004. Dagvattendammars avskiljningsförmåga

<sup>22</sup> WSUD, 2006. Technical design guidelines



Figur 6. Fördelningen av partikelstorlek i dagvatten<sup>23</sup>



Figur 7. Reningssefekt med ytbelastning för det årliga genomsnittliga flödet för fyra undersökta dagvattendammars<sup>24</sup>.

<sup>23</sup> WSUD, 2006. Technical design guidelines

<sup>24</sup> Svenskt Vatten, 2004. Dagvattendammars avskiljningsförmåga.



Solna stad undersökte därför en annan lokalisering för rening av dagvatten<sup>28</sup>. Den lösning som utreddes var underjordiska magasin (både sedimentationsmagasin och kassetmagasin) under en befintlig parkering som ligger utanför naturreservatet söder om Råstasjön. Ytan som avsågs bestod av två parkeringsytor.

Slutsatsen blev att det ändå vore mer fördelaktigt att utreda andra lösningar på grund av höga kostnader i förhållande till föroreningsbelastningen i de underjordiska magasinerna. De platsspecifika förutsättningarna gör det svårt att anlägga underjordiska magasin. Solna stad rekommenderas därför att fortsätta utreda en öppen lösning på nytt i området intill Råstasjön.

#### Föreslagen lösning

Ett 41 hektar stort område med flerfamiljsbostäder och villor avrinner via en D800-ledning till sydöstra Råstasjön. Ledningen går genom en grön parkyta och ligger på mellan 1,5 och 1 meters djup. Det är begränsat med gröna parkytor i området runt Råstasjön och dammens storlek och utformning behöver därför anpassas för övriga behov och den befintliga miljön.

På grund av att ytan lutar något mot sjön och den korta sträckan är den tillgängliga ytan för dammen något mindre än optimalt.



Figur 8. Parkyta vid aktuell plats för dagvattendamm.

---

<sup>28</sup> Ensucon AB. (2024). Uppströmsåtgärder Brunnsviken

Tabell 6. Södra Råstasjöparken dagvattendamm

Södra Råstasjöparken dagvattendamm	
Avrinningsområde	9
Area permanent vattenyta (m <sup>2</sup> )	1000
Dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (l/s)	220
Årligt medelflöde (l/s)	3,55
Avrinningsområde reducerade area (ha)	17,60
Ap/Ared (rek. 100-200)	57
Ndap (rek. 1-3)	1,17
Ytbelastning årligt genomsnitt (rek. <0,02) (m/h)	0,013
Ytbelastning vid dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (rek. <0,6) (m/h)	0,79
Djup permanent vattenvolym (m)	1,50
Reglerhöjd (m)	0,5–1,0
Omkringliggande mark (RH2000)	+3 till +2,5
VG befintlig ledning inlopp (RH2000)	+2,1
VG befintlig ledning utlopp (RH2000)	+1,6

En dagvattendamm med 1000 m<sup>2</sup> permanent vattenyta föreslås. Vattnet måste styras genom dammen med grundare zoner och makadamvallar så inga döda zoner skapas och en lång rinnsträcka erhålls på den begränsade ytan. Den första tredjedelen utgörs av en djupare sedimentationsbassäng med efterföljande makadamvall för filtrering och flödesspridning. Ett strypt utlopp och en ovanliggande översvämningsszon med flacka växtbevuxna slänter föreslås ovanför den permanenta vattennivån där vattnet kan ställa sig en tid under och efter regn för rening. Denna reglerzon blir dock relativt grund då det finns begränsat med utrymme.



Figur 9. Dagvattendamm vid södra Råstasjöparken som ett planschförslag i samarbete med Ekologigruppen 2019.

### 5.3 Väg dagvatten

En stor del av belastningen av föroreningar och näringsämnen som följer med dagvattnet till Brunnsviken kommer från de större vägarna inom Brunnsvikens avrinningsområde. De asfalterade vägarna står för omkring 13 procent av markanvändningen inom avrinningsområdet för Brunnsviken. Om övriga asfalterade ytor inkluderas i beräkningen står ytan för 34 procent av markanvändningen. Vägarna i området kring Brunnsviken är dessutom tungt trafikerade, vilket leder till högre föroreningshalter i dagvattnet<sup>29</sup>. Behovet av åtgärder för dagvattnet vid de större vägarna som omger Brunnsviken bedöms därför som stort.

Vid de högst trafikerade vägarna har sex områden identifierats som möjliga områden för nya dagvattenlösningar. Åtgärderna inkluderar svackdiken, filterbrunnar, skelettjordar, växtbäddar och infiltration i grönyta (för ytterligare information om gröna lösningar se 5.7 *Övriga åtgärder*) och kan rena dagvattnet från ca 8,7–11 kg fosfor per år. De områden som avgränsats belastar Brunnsviken med totalt 15 kg fosfor per år.

Det naturliga avrinningsområdet har tagits fram genom Scalgo och kan ses i Figur 10. Utan information om ledningsnäten från dagvattnet i alla stadsdelar som ingår går det inte att avgränsa det tekniska avrinningsområdet till Brunnsviken. Det faktiska avrinningsområdet för dagvatten till Brunnsviken kan därför skilja sig från området i figuren.



Figur 10. Vägarna och hårdgjorda ytor inom Brunnsvikens avrinningsområde., ramtaget utifrån kartmaterial från Scalgo. Källa: Ensucon AB.

<sup>29</sup> Svenskt Vatten. (2011). Hållbar dag- och dränvattenhantering, råd vid planering och utformning, publikation P105.

Utifrån vägarna och det hårdgjorda ytornas area inom avrinningsområdet till Brunnsviken, och årsmedelnederbörden i Solna stad har den årliga mängden av föroreningar i dagvattnet som tillförs Brunnsviken beräknats. Den årliga regnmängden som användes var 537 mm<sup>30</sup>. Resultaten som presenteras i tabellen nedan är baserade på schablonhalter för en specifik typ av markanvändning i StormTac. Arealläckaget för en specifik markanvändning har beräknats enligt formeln:

$$\text{Nederbörd} * \text{Avrinningskoefficient} * \text{Schablonhalt}$$

Avrinningskoefficienten är en uppskattning av den andel vatten som rinner från ytan utan att infiltreras i marken. Den är således högre från hårdgjorda ytor och lägre för naturliga områden som kan infiltrera större del av nederbörden. Belastningen av olika föroreningar presenteras i Tabell 7. Föroreningsbelastning från vägar beror också på trafikmängder. I svenskt vattens publikation P105 presenteras planeringsunderlag från Malmö stads dagvattenhantering. I underlaget har åtgärdsbehov för dagvatten från olika ytor bedömts. Där undersöks även reningsbehovet av dagvatten vid vägar med olika trafikflöden. Undersökningen visade att vägar där över 15 000 fordon passerar per dygn ger föroreningshalter i dagvattnet som är måttliga till höga. Är trafikflödena över 30 000 fordon/dygn bedöms föroreningshalter vara höga. De större vägarna som omger Brunnsviken faller därmed in i kategorin stora vägar med hög föroreningshalt där det finns behov av rening av dagvattnet.

Tabell 7. Belastning från vägar och hårdgjorda ytor inom Brunnsvikens avrinningsområde. Belastningen ges i kg/år.

Markanvändning	Area hektar	Avrinningskoefficient	Nederbörd	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja
Vägar	200	0,8	537	230	1600	26	36	180	0,48	10	11	0,09	87000	3100
Hårdgjord yta	310	0,8	537	110	2400	8	20	31	0,36	9,3	5,3	0,07	9900	1000
Totalt:	510	-	-	350	4000	34	55	212	0,84	20	17	0,15	96000	4100

För att minska belastningen från de mest trafikerade vägarna med höga föroreningshalter i dagvattnet till Brunnsviken föreslås åtgärder. Förslagen fokuserar på åtgärder både kopplat till de statliga vägarna samt till det kommunägda vägnätet inom avrinningsområdet:

- E18/Bergshamravägen, med 51 000 fordon/dygn\*
- Roslagsvägen med 70 000 fordon/dygn\*
- E4/E18 norrifrån med 145 000 fordon/dygn\*även
- E4 väster om Brunnsviken med 144 000 fordon/dygn\*
- Frösundaleden med 49 000 fordon/dygn\*
- Enköpingsvägen, med 20 000 fordon/dygn\*

\* enligt Solna stads basprognos för 2040<sup>31</sup>

<sup>30</sup> SMHI, Normal uppskattad årsnederbörd, medelvärde för perioden 1990–2020 var 537 mm.

<sup>31</sup> <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1780076/FULLTEXT01.pdf>

Detaljer om samtliga åtgärdsförslag kopplat till vägtrafiken finns att ta del av i utredningsarbetet från 2024<sup>32</sup>

### 5.3.1 Bergshamravägen

Bergshamravägen går norr om Brunnsviken och har i nuläget ledningssystem för dagvattnet från vägen som leder direkt ut i viken. Här bedöms därför behovet för åtgärder för rening av dagvattnet som stort. Ledningsnätet som avvattnar vägen går från korsningen med Ulriksdalsvägen till en sträcka öster om korsningen med Björnstigen, se pilar i Figur 11.



Figur 11. Visar naturliga rinnvägar, översvämning vid 20 mm regn samt pilar för att visa på dagvattenledningar. Illustration: Ensucon AB

Öppna lösningar för att fördröja dagvattnet föreslås här. Ett fördröjningsdike/infiltrationslösning skulle kunna anläggas mellan vägarna där dagvattnet kan brädda till befintliga brunnar vid höga vattennivåer. Lösning utformas för att kunna hantera samma eller större flöden än nuvarande ledningssystem.

Området som avvattnas enligt Figur 32 består av omkring 820 meter väg som är cirka 17 meter bred. Det ger en area väg på 13 040 m<sup>2</sup>. Belastningen är beräknad baserad på StormTacs schablonhalter för vägar med 50 000 fordon/dygn. Se föroreningsbelastning före och efter åtgärd i Tabell 8 samt avskild mängd föroreningar vid de olika åtgärderna.

<sup>32</sup> Ensucon AB. (2024). Uppströmsåtgärder Brunnsviken.

Tabell 8. Föroreningsbelastning före och efter åtgärd vid Bergshamravägen.

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja
Belastning före åtgärd Bergshamravägen (kg/år)	1,9	14	0,26	0,54	3,4	0,0036	0,22	0,13	0,00078	840	6,7
Belastning efter åtgärd (nedsänkt växtbädd eller infiltrationsstråk) (kg/år)	0,65	8,4	0,052	0,19	0,51	0,00055	0,17	0,034	0,000392	168	1,3
Belastning efter åtgärd (filterbrunn) (kg/år)	1,4	14	0,10	0,35	1,9	0,0022	0,10	0,061	-	798	6,7
Avskild mängd vid åtgärd (nedsänkt växtbädd, infiltrationsstråk) (kg/år)	1,2	5,6	0,21	0,35	2,9	0,0031	0,06	0,10	0,00039	672	5,4
Avskild mängd vid åtgärd (filterbrunn) (kg/år)	0,46	-	0,15	0,19	1,5	0,0015	0,12	0,07	-	42	-

Växtbäddar föreslås undersökas som ett förslag på åtgärds metod och går att läsa mer om under avsnitt 5.3.3 under Övriga åtgärder/Växtbäddar. Växtbäddar kostar i snitt 3500 kr/m<sup>3</sup> att anlägga, eller omkring 3200 kr/m<sup>2</sup> om den kan ta emot uppemot 40 cm vatten. För en anläggning längsmed hela sträckan, 1\*820 m<sup>2</sup> blir kostnaden omkring (3200\*820) 2 624 000 kr. Skötsel av anläggningen kan uppskattas till 25 kr/m<sup>2</sup>, vilket ger en total kostnad på 20 500 kr/år<sup>33</sup>

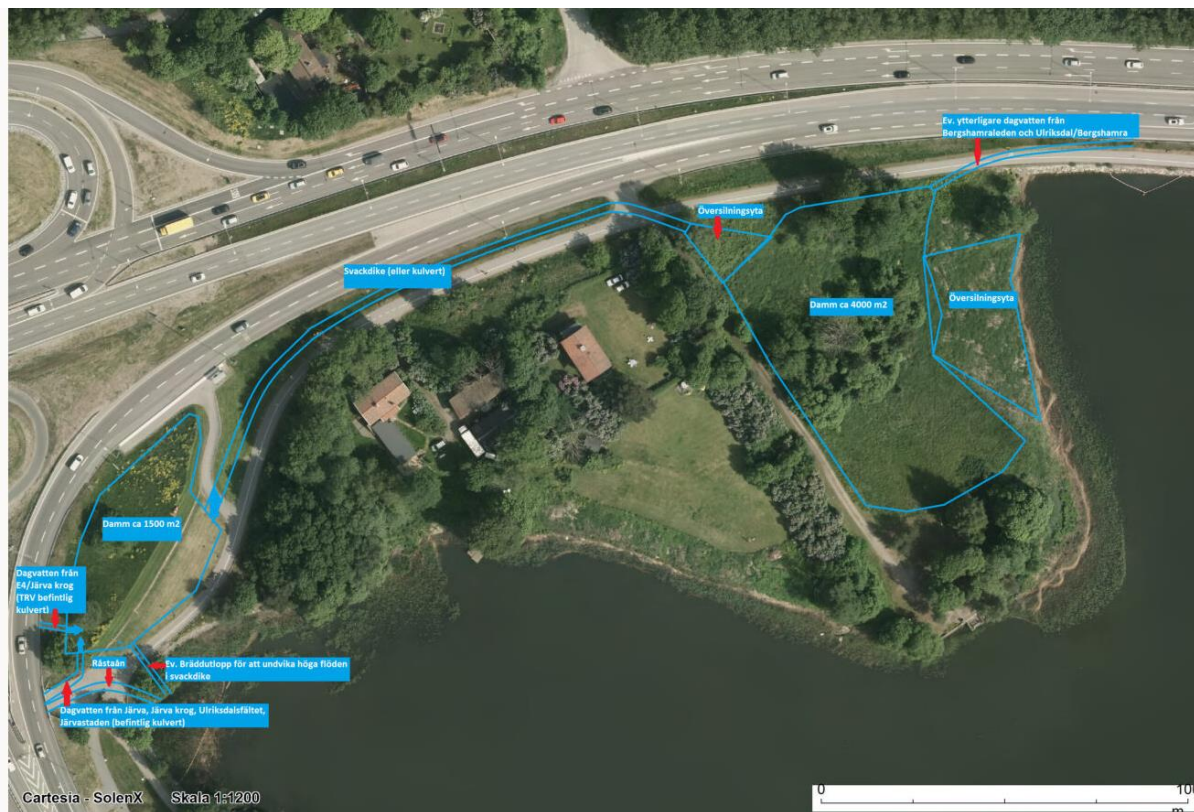
Det finns 12 nedstigningsbrunnar som omhändertar vägdagvatten från Bergshamravägen mellan Ulriksdalsvägen i väst och Björnstigen i öst. Ytterligare fyra nedstigningsbrunnar finns i närheten av utloppen till Brunnsviken, där Bergshamraleden går närmast vattnet. En utredning för att undersöka möjligheten att installera filterbrunnar här skulle ge underlag för åtgärder som kan minska föroreningsbelastningen till Brunnsviken.

Fördelen med filterbrunnar är att de installeras i befintliga brunnar och att ingen ytterligare yta därför behöver tas i anspråk. De lämpar sig väl i områden med höga föroreningshalter i dagvattnet och mindre utrymmen för en åtgärd. Reningen sker genom ett filter som installeras i brunnen. När dagvattnet går genom filtret fångas föroreningar upp. Filterbrunnar behöver dock underhållas regelbundet. Lämpligheten på platsen bör dock utredas vidare med avseende på trafikmängder och dagvattenflöden.

Brunnsfilter kostar omkring 5000 kr per brunn vilket ger en initial investering på (5000\*16) 80 000 kr. Underhållskostnader tillkommer.

Ett annat möjligt område för en ny reningsdamm finns vid och i anslutning till polska udden (Figur 12) Områdets lämplighet bör utredas vidare. Solna stad är markägare och har påbörjat en dialog med Trafikverket gällande upplåtelse av mark för dagvattenhantering på platsen. Idag rinner dagvatten från platsen orenat ut i Brunnsviken.

<sup>33</sup> WRS, Water Revival Systems. (2016). Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten.



Figur 12. Föreslagen yta och omhändertagande av dagvatten från den statligt ägda E18/Bergshamraleden, Ulriksdal/Bergshamra samt delar E4/Järva krog.

### 5.3.2 Roslagsvägen

De delen av Roslagsvägen som presenteras nedan ligger inom Stockholm stad. För att detta åtgärdsförslag ska kunna realiserats krävs i första hand fortsatta dialoger med Stockholm om möjligheterna för en samverkad dagvatteninsats på platsen.

Vid Roslagsvägen sker den naturliga avrinningen från vägen till en närliggande gräsyta, i anslutning till gräsytan vid sidan om vägen finns goda förutsättning för en öppen lösning längsmed vägen, eller upprustning av ett befintligt dike. Ledningsnätet här är okänt men skulle med fördel kunna ledas upp för att fördröja dagvattnet längsmed vägen och på gräsytan intill.



Figur 13. Område för föreslagen åtgärd vid Roslagsvägen inom Stockholm stad.

Belastningen är beräknad baserad på StormTacs schablonhalter för vägar med 50 000 fordon/dygn. Vägen är omkring 17 m bred och sträckan som avvattnas till området är cirka 400 m. Area väg som avvattnas är därmed 6800 m<sup>2</sup>. Den åtgärd som föreslås här är infiltration i grönyta, eftersom det ger hög reningseffekt och det finns större ytor här som kan utnyttjas till att fördröja och infiltrera dagvattnet.

Tabell 9. Belastning före och efter åtgärd Roslagsvägen

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja
Belastning före åtgärd Roslagsvägen kg/år	0,96	7,30	0,13	0,28	1,8	0,0019	0,12	0,070	0,00041	440	3,5
Belastning efter åtgärd (infiltration i grönyta) kg/år	0,14	0,73	0,13	0,09	0,27	0,0019	0,12	0,070	0,00041	22	0,35
Avskild mängd vid åtgärd (infiltration i grönyta) kg/år	0,82	6,6	-	0,20	1,5	-	-	-	-	420	3,2

### 5.3.3 E4/E18 Norrifrån

Strax norr om Brunnsviken går E4/E18, också kallad Uppsalavägen, se Figur 14. Området är det mest trafikerade i den basprognos som delgivits Solna stad. Här uppskattas 145 000 fordon passera per dag år 2040.

I området längsmed vägen på vardera sidor finns utrymme för fördröjning av dagvatten. För att undersöka möjligheter för att anlägga åtgärd för dagvatten här behöver dock ledningsnätet kartläggas.



Figur 14. Område E4/E18 Norrifrån där åtgärd föreslås i orange, naturlig vattendelare för Brunnsvikens avrinningsområde visas i gult.

Föroreningsbelastningen är beräknad för väg med 150 000 fordon/dag. Vägen är omkring 30 m bred och sträckan som avses för åtgärden är cirka 550 m lång, vilket ger en area väg på 16 500 m<sup>2</sup>. Det åtgärdsförslag som föreslås här är en nedsänkt växtbädd, alternativt infiltrationsyta på båda sidor om vägen.

Tabell 10. Belastning före och efter åtgärd E4/E18 norrifrån.

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja
Belastning före åtgärd E4/E18 norrifrån kg/år	5,5	30	0,85	1,8	13	0,010	0,63	0,40	0,0018	2200	11
Belastning efter åtgärd (nedsänkt växtbädd eller infiltrationsstråk) kg/år	1,9	18	0,30	0,64	1,9	0,0035	0,22	0,14	0,00062	440	2,1
Avskild mängd vid åtgärd kg/år (nedsänkt växtbädd, infiltrationsstråk) kg/år	3,5	12	0,55	1,2	11	0,0065	0,41	0,26	0,0012	1800	8,5

### 5.3.4 E4 väster om Brunnsviken

Vid E4 väster om Brunnsviken avrinner dagvattnet från vägen norrifrån i ledningsnät för dagvatten med utlopp i markerat område i Figur 14, och söderifrån med utlopp i damm. Vid det norra utloppet har ett åtgärdsbehov för dagvatten identifierats. Hit avleds vatten från E4:an norrifrån och till viss del från den västra sidan om vägen, se Figur 14.



Figur 15. Möjliga områden för åtgärd vid E4, i samband med utlopp för dagvattenledningar.

En annan möjlig åtgärd som bör utredas vidare är möjligheten att utöka Trafikverkets redan befintliga dagvattendamm som ligger mellan de två utloppspunkterna för att även kunna ta hand om vatten från ledningsnätet norrifrån.

Här föreslås skelettjordar anläggas. Ett alternativ för att öka reningsgraden och samla upp föroreningar kan vara att anlägga ett sedimentationsmagasin i botten av skelettjorden.

Tabell 11. Uppskattad belastning före och efter åtgärd vid E4 väster om Brunnsviken

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja
Belastning före åtgärd E4 väster norr om utlopp kg/år	5,3	2,9	0,82	1,8	12	0,0076	0,61	0,38	0,0017	2100	10
Belastning efter åtgärd: skelettjord kg/år	1,9	1,3	0,16	0,5	2,5	0,0011	0,18	0,08	0,0008	320	2,6
Avskiljd mängd vid åtgärd kg/år skelettjord kg/år	3,4	1,6	0,66	1,3	9,9	0,0064	0,43	0,3	0,0008	1800	7,7

### 5.3.5 Frösundaleden

Vid Frösundaleden passerar 49 000 fordon per dygn enligt Solnas basprognos för 2040. Delområdet som presenteras i Figur 15 avrinner främst på södra sidan om vägen för att sedan samlas upp i en ledning längsmed Kolonnvägen. Här föreslås att undersöka möjligheter vid T-korsningen mot Kolonnvägen på den södra sidan om Frösundaleden där det finns ytor mellan Frösundaleden och en gångväg som skulle kunna utnyttjas till en ny dagvattenlösning. Avrinning från vägen sker idag till största del söderut och samlas upp via brunnar till ledningsnätet.



Figur 16. Område för dagvattenlösning, rinnvägar och ansamling av vatten vid 20 mm regn vid Frösundaleden. Källa: Ensucon AB.

Föroreningsbelastningen från området är beräknat baserat på belastning vid en väg med 50 000 fordon/dygn. Med en växtbädd skulle 0,51 kg/fosfor per år kunna avskiljas från dagvattnet, förutsatt lämplig dimensionering.

Tabell 12. Uppskattad belastning före och efter åtgärd vid Frösundaleden.

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja
Belastning före åtgärd Frösundaleden kg/år	0,78	5,9	0,11	0,23	1,4	0	0,090	0,060	0,00033	354	2,8
Belastning efter åtgärd: växtbädd kg/år	0,27	3,5	0,039	0,081	0,22	0	0,032	0,021	0,00012	71	0,57
Avskiljd mängd vid åtgärd växtbädd kg/år	0,51	2,4	0,072	0,15	1,2	0	0,059	0,039	0,00021	284	2,3

### 5.3.6 Enköpingsvägen

Enköpingsvägen passerar strax före Bagartorpsringen lite mindre än en kilometer från recipienten Brunnsviken ett möjligt område för en ny dagvattenlösning. Norr om vägen finns ett lite större skogsområde med tät växtlighet på en höjd. Längs med den södra vägkanten finns ett mindre grönområde mellan vägen och ett anslutande bostadsområde med enfamiljshus och trädgård.



Figur 17. Rinnvägar och översvämmade områden invid Enköpingsvägen vid 20 mm nederbörd (Scalco Live, 2024).

Längs med Bagartorpsringen norr om Enköpingsvägen finns eventuellt utrymme för en ny dagvattenlösning. Områdena är idag grönområden med underliggande jordlager av fyllning med en mäktighet på mellan 0–3 meter. Det faktiska djupet ned till berg är okänt men har betydelse

för vilken lösning som är möjlig. Dagvattenlösningar här skulle möjliggöra avledning av vatten som enligt modellering i Scalgo ansamlas på Bagartorpsringen vid ett 20 mm regn.

Tabell 13. Belastning till recipient av olika ämnen i kg/år, utan åtgärd och efter olika åtgärder för fördröjning av dagvattnet vid Enköpingsvägen.

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja
Belastning före åtgärd	2,0	22	0,21	0,35	1,5	0,0059	0,10	0,10	0,00075	670	23
Belastning efter åtgärd: infiltration i grönyta	0,30	2,2	-	0,10	0,22	-	-	-	-	34	2,3
Belastning efter åtgärd: svackdike	1,4	13	0,06	0,12	0,52	0,0021	0,041	0,051	0,00064	200	4,6
Belastning efter åtgärd: nedsänkt växtbädd	0,71	13	0,07	0,12	0,22	0,0021	0,036	0,036	0,00026	140	4,6
Avskiljd mängd vid åtgärd kg/år infiltration i grönyta	1,7	20	-	0,24	1,3	-	-	-	-	640	21
Avskiljd mängd vid åtgärd kg/år svackdike	0,60	8,8	0,14	0,22	1,0	0,0038	0,1	0,05	0,00011	470	18
Avskiljd mängd vid åtgärd kg/år nedsänkt växtbädd	1,3	8,8	0,13	0,22	1,3	0,0038	0,066	0,066	0,00049	540	18

### 5.3.7 Slutsatser

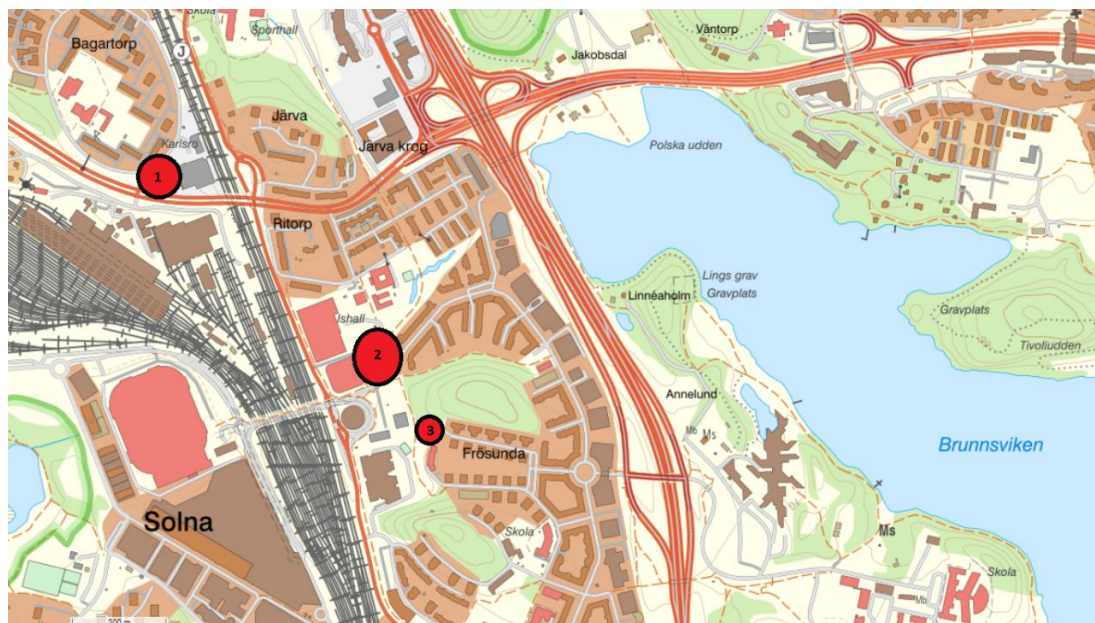
Trafikverket behöver minimera sin påverkan från sina statliga vägar inom tillrinningsområdet. Prioriterade vägsträckor, befintliga anläggningar, behov av nya anläggningar samt ansvarsfördelning bör diskuteras med Trafikverket i samverkan med kommunernas VA-huvudmän och tillsynsmyndigheten på kommunerna. Eventuellt bör även frågan lyftas regionalt, till exempel Länsstyrelsen.

Vid de stora vägarna som går i närheten av Brunnsviken passerar hundra tusentals fordon per dygn och åtgärdsbehovet för dagvattnet bedöms som stort. Från de vägsträckor som undersökts i avsnittet belastas Brunnsviken med omkring 15 kg fosfor per år. Med de åtgärder som föreslås kan ca 8,7–11 kg fosfor avskiljas per år. Vidare utredningar för lösningar vid de mest trafikerade vägarna i Brunnsvikens avrinningsområde rekommenderas för att utreda genomförbarhet, flöden och kapacitet i de områden som identifierats. Därutöver bör fler områden identifieras så att dagvatten med höga föroreningshalter kan renas innan det når recipienten.

## 5.4 Alternativa platser för vidare utredning

Solna stads miljö- och klimatenhet har tillsammans med Tekniska förvaltningen samt Solna vatten under 2024 undersökt nya alternativa ytor för vidare utredning gällande dagvattenhantering. I Figur 18 redovisas dessa tänkbara platser som skulle kunna ingå i det fortsatta utredningsarbetet med dagvattenytor samtidigt som andra åtgärder, såsom

skärmbassänger, undersöks. Ytorna i fråga är en grässlänt invid Bagartorpsringen (nr 1), parkeringsplats vid kvarteret Poolen som idag består av en grusad yta, ca 2900 m<sup>2</sup> (nr 2) samt ytterligare en gräsyta i Frösunda, invid GC-vägen, ca 1400 m<sup>2</sup> (nr 3). Förutsättningarna för öppna dagvattenlösningar på dessa ytor planeras utredas vidare under 2024/2025.



Figur 18. Visar alternativa platser för kommande utredningsarbete för omhändertagande av dagvatten inom Brunnsvikens avrinningsområde. 1) Gräsyta invid Bagartorp/Enköpingsvägen, 2) Kvarteret Poolen/grusad parkeringsyta, 3) Gräsyta invid GC-väg, Frösunda.

## 5.5 Skärmbassänger med flytande våtmark

### 5.5.1 Inledning

Den externa belastningen till Brunnsviken behöver minska för att recipienten ska kunna uppnå god miljöstatus. I dagsläget finns det inga uppströmslösningar som kan ersätta tidigare föreslagna skärmbassänger i effektivitet och kostnad. För att kunna förbättra statusen i Brunnsviken på kort sikt är bedömningen att skärmbassänger behövs. På grund av bristen på tillgängliga landytor för större dagvattenanläggningar som kan avskilja mer fosfor, kan skärmbassänger bli en nödvändig lösning för att uppnå bättre vattenkvalitet i Brunnsviken.

Solna stad bör därför se över möjligheterna att anlägga skärmbassänger i enlighet med nuvarande och tidigare beställda konsultrapporter<sup>34</sup> som behandlat uppströmsåtgärder för Brunnsvikens status. Det innebär att den skärmbassäng vid Järva krog som tidigare föreslagits i Solna Stad

<sup>34</sup> WRS, Water Revival Systems. (2016). Kostnadsberäkningar av exempellösningar för Dagvatten; Ensucon AB. (2024). Uppströmsåtgärder Brunnsviken

2016<sup>35</sup> som enligt beräkningar kunde fånga cirka 90 kg fosfor utgör ett bättre alternativ än flertalet föreslagna uppströmsåtgärder som tagits fram 2016, 2022 och 2024.

Att anlägga en skärmbassäng är likställt med att anlägga grävda dammar på land vad avser reningseffekt i förhållande till nyttoeffekt. En skärmbassäng har bättre retentionseffekt av partikelbundna föroreningar på grund av att de hydrauliska förhållandena optimeras genom inre styrskärmar som reglerar vattengången. Reningseffekten kan idag dimensioneras och verifieras i mjukvaror så som till exempel dagvattenmodelleringsprogrammet StormTac där retentionseffekt kan visualiseras (Tecomatic AB, personlig kommunikation, 16 oktober, 2024).

En viktig aspekt i anläggandet av en av två föreslagna skärmbassänger är att det inte får förhindra fiskvandringen i Råstaån. Att möjliggöra vandring under utvalda perioder för fisk och fauna är fullt möjligt. Detta kan lösas med förbi-passage och perioder där valda delar hålls öppna för att möjliggöra vandring. Även möjligheten att skapa en öppen konstruktion finns där ett artificiellt rev och utvalda bassängväggar kan skapa renande effekt. Anläggningen skulle då vara öppen för vandring av fisk och fauna under hela året (Tecomatic AB, personlig kommunikation, 16 oktober, 2024)

Anläggande av en skärmbassäng kräver tillstånd för vattenverksamhet från Länsstyrelsen. Då en skärmbassäng är en reningsanläggning i själva recipienten kan detta innebära försvårande omständigheter från idé till anläggande jämfört med en reningsanläggning på land. Ytan som avses för skärmbassängen i Brunnsviken ligger dessutom inom Kungliga nationalstadsparken vilket kan försvåra vid en eventuell prövning för vattenverksamhet. En utökad hänsyn behöver här tas till utformning och estetik.

### 5.5.2 Utformning och funktion

En skärmbassäng anläggs ofta i anslutning till eller utanför dagvattenledningars mynning i recipienten där landbaserade lösningar inte är lämpliga. Bassängens skärmar (väggar) består av vertikala dukar som fästs på flytande läns eller flytbryggor. Skärmarna förankras mot botten med tyngder för att hålla det tätt mot bottenpografien. De konstrueras så att duken följer bottenmorfologin vilket gör att den sluter tätt hela vägen. Dukens mått tas fram för att klara vattenståndsvariationerna. Utloppshålen i skärmarna, som vattnet flödar igenom, är placerade under vattenytan. Reningen sker främst genom sedimentering av partikelbundna föroreningar, och avskiljning av oljor som lägger sig på ytan i bassängerna. Däremot är reningen av lösta föroreningar som finns i dagvattnet begränsad i denna typ av anläggning. För att ta hand om de lösta föroreningarna krävs att det finns ett betydande inslag av vegetation i anläggningen såsom flytande våtmarker.

Skärmbassängens vattennivå kommer att kommunicera med nivån i viken. Detta innebär att vatten från viken periodvis kommer att strömma in i anläggningen då tillrinningen via

---

<sup>35</sup> WRS, Water Revival Systems. (2016). Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten.

dagvattenledningarna inte blir tillräckligt hög. Uppehållstiden kommer att variera beroende på flöden från dagvattnet. Därutöver så kräver skärmbassänger inte någon pumpning eller särskild styr- och reglerteknik varpå skötsel- och energibehovet minskas. En oljeavskiljande funktion i anläggningen erhålls genom att utloppen är sänkta under vattenytan. På så vis kommer olja att stanna kvar på ytan och innanför de flytande skärmväggarna. Är det önskvärt att eventuell olja fångas upp så kan en absorberande oljeläns placeras i nedströmsänden av respektive anläggning. Oljelänsor utgörs av absorberande rullar av varierande längd som flyter på vattenytan och som även motverkar eventuellt oljeskimmer. En oljeläns kan behöva bytas en till två gånger per år beroende på belastning och huruvida en oljespegel skapas eller inte. Grövre och tyngre partiklar sedimenterar nära inloppet och för att förenkla driftinsatser utformas inloppsdelarna så att sedimentupptag kan ske från land med slamsugningsfordon eller grävmaskin. Det kräver att tillfartsväg med bärighet för tyngre trafik anläggs till dessa platser. För övriga delar av anläggningen kommer sediment att tas upp mer sällan och utförs med flytande aggregat.

Flytande växtbäddar kan användas för att förstärka reningseffekten i både skärmbassänger och vanliga dammar. En flytande våtmark är uppbyggd med växtbäddsmoduler som har en porös stomme med stor flytkraft och täta fibrer. På stommen planteras vegetation som tillsammans med den porösa stommen bildar en gynnsam livsmiljö för mikroorganismer. Organismerna binder till stommens struktur men även växternas rotgardin. När partiklar i vattnet, så som näringsämnen och vattenburna föroreningar, kommer i kontakt med rotgardinen bromsas en del upp och sedimenteras. Partiklarna kan även tas upp av rotgardinen och/eller brytas ned av mikroorganismerna. Cirka 80 procent av vattenreningen sker på stommen och cirka 20 procent via växtupptag. Stommen ger en koncentrerad våtmarkseffekt på grund av dess stora vattenkontakt. En kvadratmeter stomme av märke BioHaven® motsvarar en ytareal på 180 m<sup>2</sup>.

Dukarna i en skärmbassäng har en livslängd på ca 10–15 år och kräver därför, precis som andra dagvattenlösningar, en tydlig drift-och skötselplan för att fungera optimalt. I samband med byte av dukar brukar det vara lämpligt att byta ut delar av ev. brygganläggning. Även för flytande våtmark kan man räkna med en livslängd på ca 15 år. Vegetationen behöver förnyas kontinuerligt, och tidsintervallet varierar mellan olika växter. Ett skifte av skärmar är inget ingrepp som skapar vare sig grumling eller skadar botten-/vattenmiljön (Tecomatic AB, personlig kommunikation, 16 oktober, 2024).

Att anlägga en skärmbassäng rekommenderas göras parallellt med att undersöka andra lösningar uppströms (se exempel 5.4). I bästa fall kanske en skärmbassäng inte behövs på sikt, men bedöms behövas i dagsläget för att uppnå bättre vattenkvalité i enlighet med miljö kvalitetsnormerna för vatten.

Skärmbassängernas utlopp förses vanligtvis med backventil vilket hindrar inströmningen av vatten från sjön till bassängen. Vid vissa tillfällen såsom vid låg tillrinning från avrinningsområdet och mycket höga nivåer i sjön kommer ventilen att släppa vatten i alla fall, tills trycket minskar. För att möjliggöra fiskvandring vid vissa säsonger installeras en fällbar skärm som fälls ner under fiskens vandringssäsong. Vid normal funktion ska sektionen vara stängd.

Skötsel av skärmbassäng omfattar följande:

- Rensning av skräp och kontroll av in- och utlopp
- Kontroll av vallar, dämmningsanordningar, bryggor, dukar, staket mm
- Kontroll och skötsel av vegetation på land och i vatten
- Kontroll av slamtillväxt och tömning av slam
- Tömning sandfång i uppströms brunnar
- Kontroll så att naturlig och etablerad vegetation utvecklas på avsett vis
- Oönskad biologi, växter, fiskar, fåglar ska observeras och åtgärdas om det kan påverka anläggningen negativt.
- Brygganläggningen behöver inspekteras så eventuella skador uppmärksammas. I första hand är det säkerhetsmässiga funktionen som behöver kontrolleras, som förankring/landfästen, räcken och bryggdäckets kondition. En gång per år bör dukarna kontrolleras. En gång per år kontrolleras sedimenttillväxten, dels vid inloppen, dels i anläggningen centrala delar. Vid en sedimenttjocklek på 20–30 cm bör sedimenten avlägsnas.
- Täckning av stommen kontrolleras: Stommen ska ha en bra täckningsgrad. (Minst 95 % av ytan bör vara vegetationstäckt). Ifall det förekommer fläckar skall dessa täckas snarast.
- Fästpunkter: Fästpunkterna ska kontrolleras 2 gånger per säsong. Växtbestånd: Återplanterings krävs vid dålig etablering. (Minst 95 % av växterna bör överleva etableringsperiod).
- Klippning av växter: Att ta bort restmaterial från anläggningen har en stor betydelse då växterna tar upp mycket näring under sommaren, men på hösten och vintern sker näringstransport till rotsystem samt nedbrytning av grönmassa (80–90 % av den upptagna näringen frigörs igen). Därför rekommenderas det att klippa växterna 10 cm över stommen. Vid behov och för att gynna näringsupptag rekommenderas därför att klippa växtlighet 1 gång per år slutet augusti eller början av september. Klipp höjden ca 10 cm. För att öka effektiviteten av växternas upptag rekommenderas det att den gröna biomassan skördas på sommaren och materialet förs bort.

Vid muddringsarbeten i sediment där massor grävs ur skall dessa omhändertas vid en godkänd mottagningsanläggning. Muddring är en tillståndspliktig vattenverksamhet som prövas enligt Miljöbalken, detsamma gäller schakt och byggande i vatten. Även åtgärder i förorenade sediment prövas enligt Miljöbalken. Oavsett om sedimenten är förorenade eller inte måste spridningen av uppgrumlade sedimentpartiklar begränsas eftersom en ökad grumlighet i sig leder till sämre ljusförhållanden och därför kan påverka det akvatiska livet negativt. Vid schaktningsarbeten eller liknande i vatten eller strandkant bör därför arbetsområdet avgränsas med en bottengående skyddsskärm av geotextil. Förslagsvis sker sådana arbeten innanför den yttre skärmbassängen, som då kan fungera som skyddsskärm. För att reducera kostnaderna för borttransport av upptagna sediment bör möjligheten att lokalt avvattna sedimentmassorna utredas. Även omhändertagandet av upptagna massor behöver redovisas för länsstyrelsen. Efter att

anläggningen är tagen i drift kommer nya sediment att ansamlas och så småningom blir det aktuellt att avlägsna dessa. Det sker också genom muddring. Detta är en skötselinsats som redovisas i tillståndsansökan och behöver inte prövas senare.

Precis som för dagvattendammar är det viktigt att vattnet får en tillräcklig uppehållstid i bassängen så att partiklarna kan sedimentera och de lösta föroreningarna tas upp av flytande våtmarker och brytas ned av organismer. Precis som för dammar är den hydrauliska effektiviteten viktig för skärmbassänger och bör vara minst 0,7. I en skärmbassäng styrs vattnet effektivast med flytväggar och sektionering av bassängen vilket förbättrar den hydrauliska effektiviteten och genomströmningstiden.

En skärmbassäng kan dimensioneras genom att använda samma metod som för dagvattendammar med utgångspunkt i avrinningsområdets area och skärmbassängens area, volym på medelregn och skärmbassängens volym och med hänsyn till parametrar såsom växter (i detta fall flytande våtmarker) och inloppshalter. Inga säkra reningseffekter finns dock specifikt för skärmbassänger. En skärmbassängs erfordrade area kan då antas ligga inom samma storlek som en dagvattendamm vid dimensionering enligt  $A_p/A_{red}$ , 100–200 m<sup>2</sup>/red ha och volymregressionskonstanten 1–3. Upphållstiden mer än 12 timmar för 90 % av årsflödena och en så lång strömningsväg genom anläggningen som möjligt bör eftersträvas för att erhålla en god reningseffekt. Medeldjupet för att undvika uppvirvling av sediment och en tillräcklig volym för sedimentering är 1,5–2 meter.

En skärmbassäng tar en del av recipienten i anspråk för rening. Anläggningen måste därför anpassas så att den anläggs på redan exploaterade platser där den inte förstör några eventuella befintliga naturvärden längs med strandkanten, utan i stället bidrar med positiva effekter. Muddring bör undvikas där det finns möjlighet. Genom att anlägga gångbryggor och flytande våtmarker bidrar anläggningen, förutom till bättre rening av lösta ämnen och en lättare skötsel, till rekreationella och gestaltningsmässiga positiva effekter. Genom att anlägga bassängerna med flytande våtmarker bidrar anläggningarna i viss mån till att återskapa de bevuxna sjö- och havsvikar som tidigare funnits på plats. Med information bidrar de även till att lyfta fram och visa dagvattenhantering och varför den är viktig för att recipienterna ska må bra. En viktig del i att dessa mål uppnås är dock att anläggningen utformas så den är lättskött och att skötsel utförs rutinmässigt i enlighet med den samtidigt framtagna skötselplanen.

### 5.5.3 Kostnad

Kostnader för en skärmbassäng omfattar utredning och projektering, anläggande, muddring, skötsel och provtagning. Kostnaderna varierar beroende på anläggningsförhållandena, eventuell flytt av befintliga ledningar, om muddring behöver ske och de massorna är förorenade eller ej. Den schablonmässiga kostnaden för en skärmbassäng med viss muddring utan förorenade massor eller komplicerade anläggningsförhållanden uppskattas till cirka **10 000 – 15000 kr/m** för en brygga med skärm. I tidigare åtgärdsutredningen som WRS tog fram 2016 har en 20 000 m<sup>2</sup> anläggning föreslagits, som beräknas kunna avskilja 90 kg fosfor. Ytterligare en skärmbassäng på

1200 m<sup>2</sup> föreslås anläggas invid Bergshamravägen. Flytande våtmarker monterade och klara kostar **cirka 4500 kr/m<sup>2</sup>**. Till denna kostnad tillkommer projektering, bygglösning och oförutsedda kostnader om cirka 30%<sup>36</sup>. Skärmbassängen är ett effektivt alternativ för att minska mängden fosfor i Brunnsviken och därmed uppnå bättre vattenkvalitet.

Den kontinuerliga skötseln av en skärmbassäng antas vara liknande som för en damm och uppskattas till 36 000 kr/år (inspektion, underhåll). Till detta tillkommer mer sällan utfört skötselarbete såsom kontroll av slamtillväxt (uppskattat till 15 000 kr var 5:e år) och slamsugning (300 000 kr var 15:e år). Skötselinsatserna varierar såklart med anläggningens storlek.

Finansieringen för denna typ av åtgärd behöver ses över. Delvis bör det undersökas huruvida åtgärden går att finansiera med statliga bidragsmedel och även med eventuella exploateringsmedel beroende på hur den framtida staden utvecklas.

Gällande förslag på fortsatt utredning av skärmbassäng vid Råstaåns utlopp till Brunnsviken så bör dialoger om delade kostnader för eventuellt anläggande eftersträvas med övriga kommuner inom tillrinningsområdet. Detta då avrinningsområdet och föroreningsbelastningen till denna anläggning delas av Stockholm (10%), Sundbyberg (50%) och Solna (40%). En samverkansinsats bör därför undersökas vidare.

Även gällande föreslagen skärmbassäng vid Bergshamravägen så bör dialoger om delade kostnader för eventuellt anläggande eftersträvas tillsammans med främst Trafikverket som är ansvariga för rening av trafikdagvatten från Bergshamravägen.

#### **5.5.4 Föreslagna lokaliseringar**

Nedan presenteras förslag på lokaliseringar av skärmbassänger med flytande våtmark.

##### *5.5.4.1 Trafikplats Järva krog*

Vid Råstaåns utlopp till Brunnsviken avleds ett 1100 hektar stort område. Området består av delavrinningsområdena Råstaån från Stockholm och Sundbyberg, Järva, Råsunda och Annelund. Råstaåns avrinningsområdet är mycket stort och sträcker sig från Rinkeby i väster genom Sundbyberg och vidare via Lötsjön och Råstasjön till utloppet vid norra Brunnsviken via en D1600-ledning. 40% av avrinningsområdet med Råstaån ligger inom Solna stad.

Delavrinningsområdet vid Järva avleds via en D1600-ledning och en D1400-ledning. En reningsåtgärd för detta avrinningsområde är mycket viktig då en stor andel av Solnas och uppströms kommuner Sundbyberg och Stockholms dagvatten avleds till denna punkt. Där ledningarna mynnar öster om Uppsalavägen ligger de på cirka 3–4 meters djup och det anses svårt höjdmässigt att anlägga någon landsbaserad lösning på den cirka 1500 m<sup>2</sup> stora grönytan intill trafikplatsen. Det är också mycket komplicerat och dyrt att leda om de befintliga ledningarna

---

<sup>36</sup> Järven, 2016. Skärmbassäng integrerat i kajkonstruktion – kostnadsberäkning. Järven, 2015. Skärmbassäng kombinerat med gångstråk – kostnadsberäkning

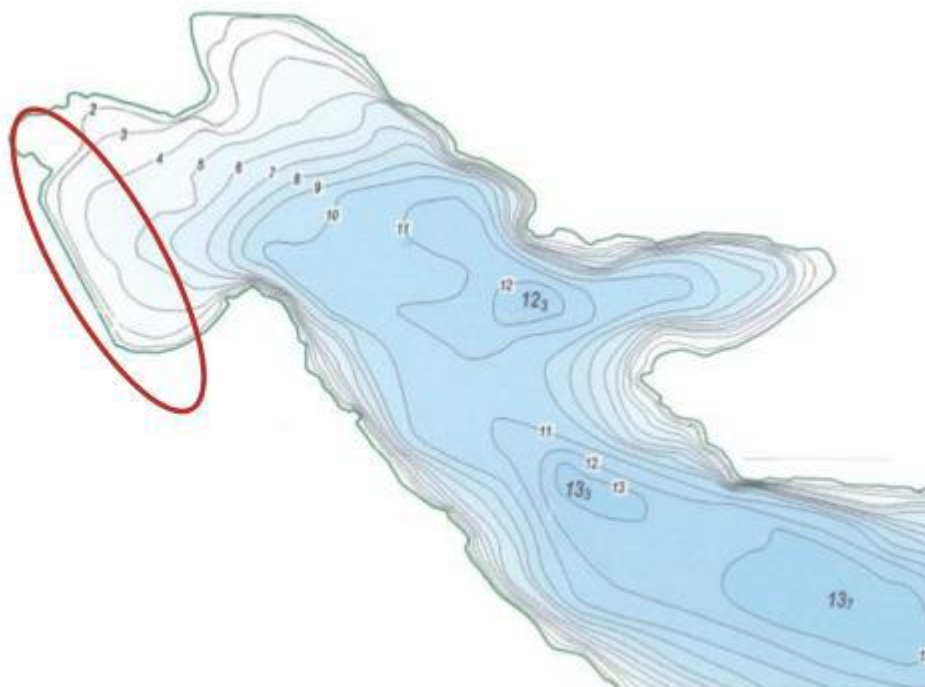
till någon annan yta. En skärmbassäng med flytande våtmark anses därför som den bästa lösningen för detta område.

En inmätning av bottennivåer i viken bör ske för att kunna avgöra möjligt djup för skärmbassängen och om muddring av botten närmast strandkanten krävs. Enligt djupkartan är medeldjupet vid aktuellt område cirka 1–4 meter. De översiktliga beräkningarna nedan har utgått från en 2 meter djup skärmbassäng.

Uppsalavägen söder om utloppet avvattnas via en befintlig dagvattendamm till ett utlopp i södra kanten av den stensatta kanten av viken. Även fast vattnet från denna del redan renas i en damm och inte kommer få någon längre rinnsträcka i skärmbassängen föreslås det att även detta område kan avledas via skärmbassängen för ytterligare rening, då reningsgraden i den dammen är låg.



Figur 19. Gång- och cykelbana och stensatt strandkant vid trafikplats Järva krog (WRS, 2016a).



Figur 20. Djupkarta över norra Brunnsviken (WRS, 2016a) med aktuellt område rödmarkerat.

Tabell 14. Information om Järva krog skärmbassäng

<b>Järva krog skärmbassäng</b>	
Avrinningsområde	1, 5, 6, 7, 8, 9, Råstaåns avrinningsområde i Stockholm och Sundbyberg
Area permanent vattenyta (m <sup>2</sup> )	20 000
Dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (l/s)	3500
Årligt medelflöde (l/s)	84
Avrinningsområdets reducerade area (ha)	415
Ap/Ared (rek. 100-200)	50
Ndap (rek. 1-3)	1,65
Ytbelastning årligt genomsnitt (rek. <0,02) (m/h)	0,015
Ytbelastning vid dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (rek. <0,6) (m/h)	0,6
Djup permanent vattenvolym (m)	2
Medelvattenyta Saltsjön (m)	+0,16
VG befintlig ledning inlopp (RH2000)	-0,2?

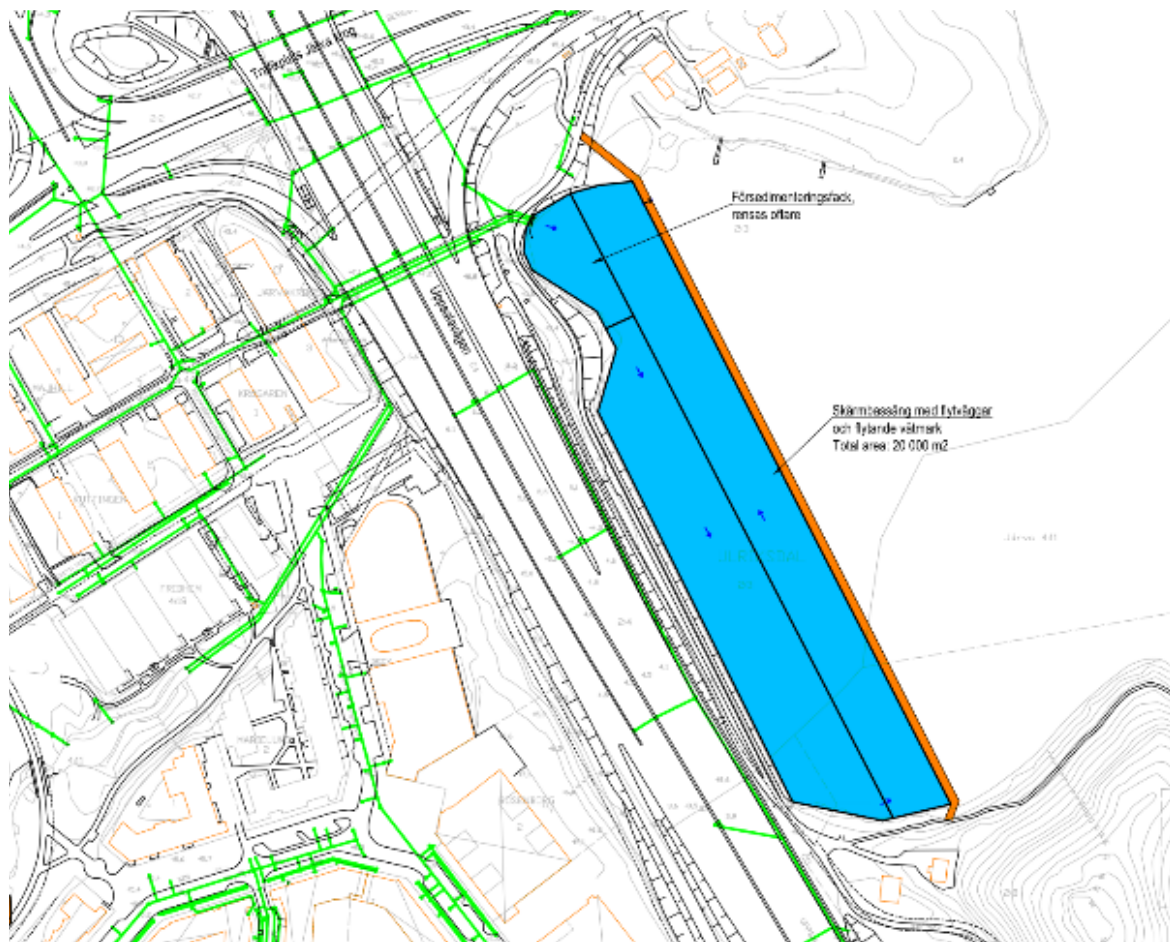
En 20 000 m<sup>2</sup> stor anläggning anses som en passande storlek för en god rening och är ett medelvärde av de tre använda metoderna för dimensionering där  $A_p/A_{red}$  är lägre än rekommenderad. Ju större anläggning desto högre kommer reningsgraden att vara. Om storleken framöver ändå visar sig för stor p.g.a. anläggningskostnader beroende på exempelvis stora mängder förorenade massor, behov av att bevara specifika ytor eller andra aspekter kan anläggningens storlek reduceras med minskad rening som följd. Beräkningarna på reduktion av föroreningsbelastningen jämfört med betingen behöver då revideras.

Skärmbassängen föreslås anläggas längs med den västra kanten som idag är stensatt och inte har några högre naturvärden. Flödet tas in i norra delen av bassängen och utloppet är beläget på norra sidan avskild från inloppet med en flytvägg för att skapa en så lång rinnsträcka och låg flödes hastighet som möjligt.

För att skapa en försedimenteringsdel kan en flytvägg anläggas på tvären en bit utanför inloppet. Denna del behöver då slamsugas oftare än resten av bassängen.

I bassängen föreslås flytande våtmarker anläggas för att fånga de lösta fraktionerna som ej sedimenterar och ytterligare reducera flödes hastigheten. Hantering av förorenade bottensediment bör beaktas. Miljöprovtagningar bör göras på sedimenten för att utreda föroreningar vilket kan innebära större kostnader för masshantering vid anläggandet. Detta kommer i sådana fall vara en av de större kostnadsposterna.

Eftersom avrinningsområdet och föroreningsbelastningen till denna anläggning delas av Stockholm (10%), Sundbyberg (50%) och Solna (40%) bör det undersökas om kommunerna kan dela på konstruktion, byte av skärmväggar och växtbäddar och skötseln av anläggningen enligt denna fördelning.



Figur 21. Förslag på utformning av en skärmbassäng vid trafikplats Järva Krog.

#### 5.5.4.2 Bergshamravägen

Till nordligaste delen av Brunnsviken avrinner ett cirka 55 hektar stort område via två D500-ledningar. Vid utloppen för ledningarna finns idag två oljelänsar. En skärmbassäng med flyttande våtmark föreslås anläggas längs med den stensatta kanten som idag inte har några högre naturvärden. Då flödet kommer in på varsin sida av skärmbassängen behöver flyttväggar anläggas för att skapa en så lång rinnsträcka och låg flödes hastighet som möjligt och ledningarna dras om till ytterkanterna i gång- och cykelbanan.

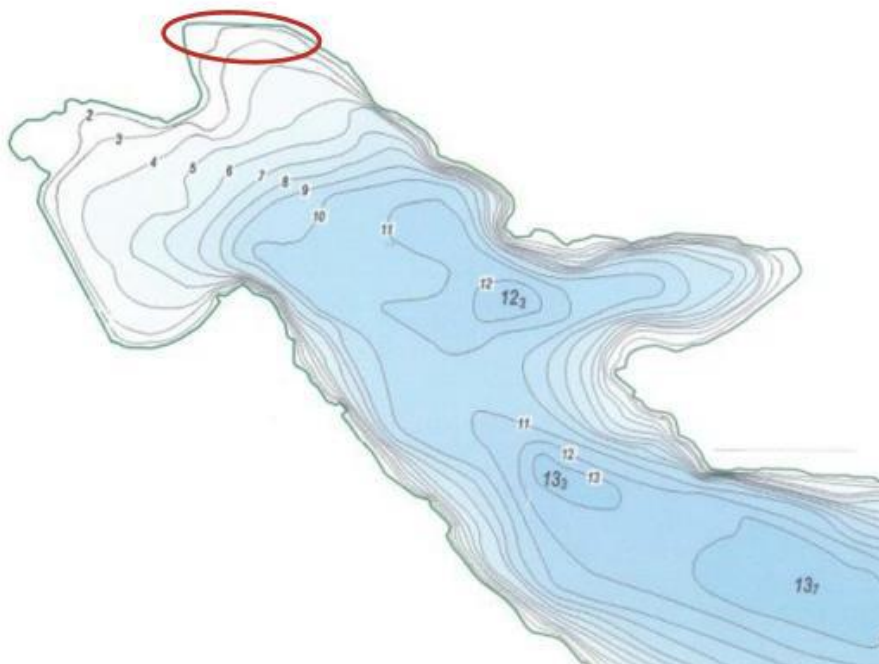
I bassängen föreslås flyttande våtmarker anläggas för att fånga de lösta fraktionerna som ej sedimenterar och ytterligare reducera flödes hastigheten.

Hantering av förorenade botten sediment bör beaktas. Miljöprovtagningar bör göras på sedimenten för att utreda föroreningar vilket kan innebära större kostnader för masshantering vid anläggandet. Detta kommer i sådana fall vara en av de större kostnadsposterna.

En inmätning av bottennivåer i viken bör ske för att kunna avgöra möjligt djup för skärmbassängen och om muddring av botten närmast strandkanten krävs. Enligt djupkartan är djupet vid aktuellt område cirka 1–3 meter. De översiktliga beräkningarna nedan har utgått från en 2 meter djup skärmbassäng.



Figur 22. Gång- och cykelbana och stensatt strandkant vid Bergshamraleden (WRS. 2016a).

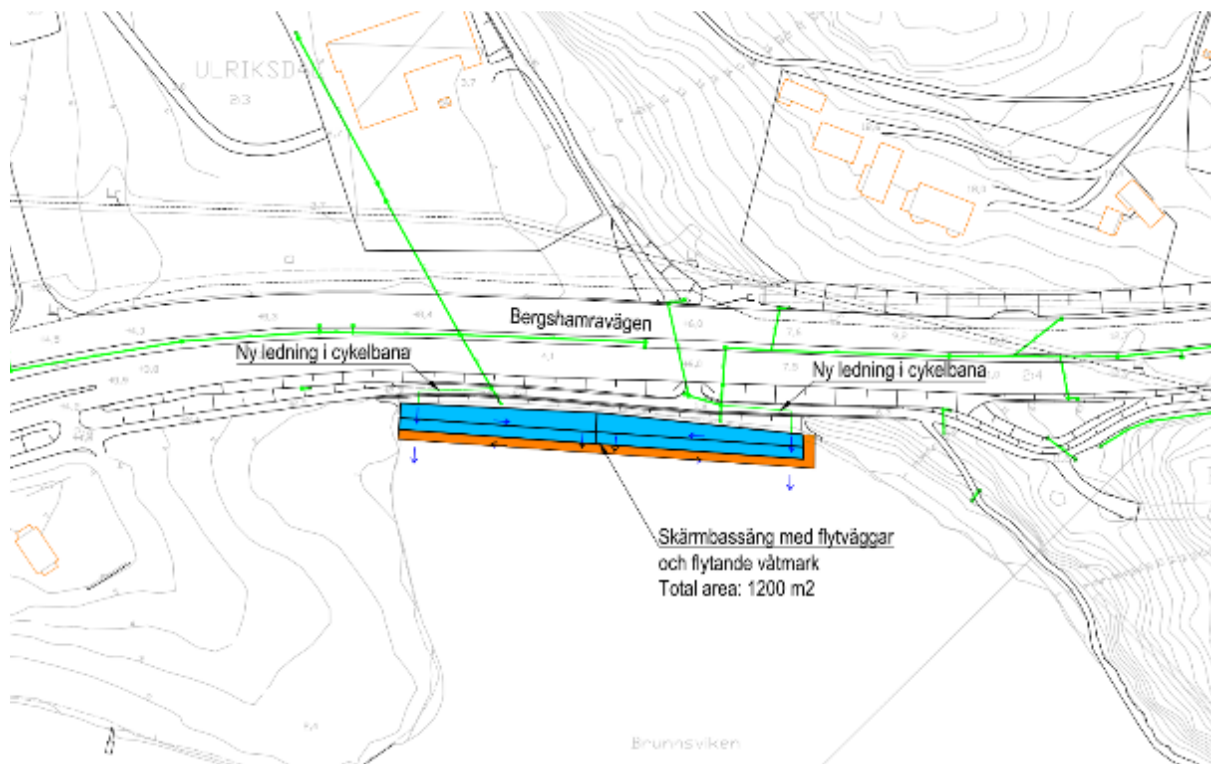


Figur 23. Djupkarta över norra Brunnsviken (WRS, 2016a) med aktuellt område rödmarkerat.

Tabell 15. Bergshamravägen skärmbassäng

<b>Bergshamravägen skärmbassäng</b>	
Avrinningsområde	2
Area permanent vattenyta (m <sup>2</sup> )	1200
Dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (l/s)	120
Årligt medelflöde (l/s)	2
Djup permanent vattenvolym (m)	2,00
Avrinningsområde reducerade area (ha)	9,5
Ap/Ared (rek. 100-200)	120
Ndap (rek. 1-3)	3,4
Ytbelastning årligt genomsnitt (rek. <0,02) (m/h)	0,006
Ytbelastning vid dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (rek. <0,6) (m/h)	0,36
Djup permanent vattenvolym (m)	2
Medelvattenyta Saltsjön (m)	+0,16
VG befintlig ledning inlopp (RH2000)	+0?

En 1200 m<sup>2</sup> stor anläggning anses som den rimligaste storleken och är ett medelvärde av de tre använda metoderna för dimensionering. Ju större anläggning desto högre kommer reningsgraden att vara.



Figur 24. Förslag på utformning av en skärmbassäng vid Bergshamraledden.

## 5.6 Hydromorfologiska förbättringsåtgärder

### 5.6.1. Bakgrund

Miljö kvalitetsnormerna (MKN) om god ekologisk status uppnås, som tidigare nämnts, inte i Brunnsviken. Detta är bland annat till följd av påverkan på de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna, det vill säga hydrologiska och fysiska förhållanden avseende konnektiviteten och morfologin som påverkar livsbetingelserna för vattenlevande växter och djur. De grunda områden som ursprungligen fanns i vattenförekomsten har i hög grad eliminerats i takt med städernas utveckling, eller så påverkas de av onaturligt stora vattenrörelser och erosion. Vattendrag och kustnära våtmarker som historiskt tjänade som lekomyråden för fisk har i stor utsträckning dikats bort eller kulverterats.

Det finns således behov av att genomföra hydromorfologiska åtgärder på platsen. En del i detta arbete är att fortsätta arbetet med att främja vandring för fisk och andra vattenlevande organismer mellan Brunnsviken, Råstasjön, Lötsjön och Madenbäcken (Norra Råstabäcken). Vandringshinder behöver tas bort och den fysiska miljön, hydromorfologin, i vattendragen kan generellt förbättras genom att exempelvis lägga ut grus och större stenar/block för att underlätta fiskvandring.

En annan del av arbetet är att återställa livsmiljöer som gått förlorade i samband med den urbana utvecklingen och genom pågående påverkan. För att nå god ekologisk status på övergripande nivå bedöms följande livsmiljöer och åtgärder som prioriterade:

1. Grundområden och kustnära våtmarker anläggs eller görs tillgängliga för fisk och andra djur.
2. Ekologiska funktioner vid exponerade ständer och botten återställs.
3. Fiskvandring i kustmynnande vattendrag förbättras.

Exempelvis bestod utloppet från Råstasjön tidigare av en dammbyggnad med överfall. En ny naturlig sjötröskel finns nu på platsen sedan hösten 2022 som ska underlätta fiskvandring från Brunnsviken upp i åsystemet. Anläggningen består av större stenar och området nedströms sjön består nu av en porlande bäck med vattenhål för att möjliggöra för vattendjur att passera. Åtgärden har skapat en trevlig estetik för platsen. Åtgärden följdes upp med provfiske<sup>37</sup> och bottenfaunaundersökning<sup>38</sup> under 2023. Jämförelser med tidigare provfisken och bottenfaunaundersökningar kunde rapporterna inte belägga om detta haft någon effekt på fiskbeståndet eller bottenfaunan i Råstasjön 2023. Råstasjöns fiskbestånd har under tid anpassat sig till de förutsättningar för vandring och lek som har funnits. Efter bara ett år med fria

<sup>37</sup> Naturvatten AB. Standardiserat provfiske i Råstasjön och Lötsjön 2023. Rapport 2023:24

<sup>38</sup> Medins Havs- och vattenkonsulter AB. Bottenfauna i Solna stad 2023.

vandringsvägar kan man knappast förvänta sig några stora förändringar<sup>39</sup>. Provfiske kommer att fortsätta följas upp under kommande år för att kunna mäta resultatet av den nya faunapassagen.



Figur 25. Faunapassagen vid Råstasjön som stod klar hösten 2022. Foto: Veronica Gelland Boström

Det kan även finnas ett behov av att utreda konnektiviteten mellan Råstasjön och Lötsjön. Det finns en teknisk installation i Södra Råstabäcken med pumpar och ledningar som syftar till att öka omsättningen av vattnet. Intagspunkt för vatten är vid gränsen mot Solna stad. Anläggningen är inte i bruk i dagsläget. Om anläggningen ska tas i bruk bör läget för intag av vatten utredas så den ej påverkar fiskfaunan negativt.

### 5.6.2 Mar vid Tivolihalvön, Solna

Ett annat exempel på hur man kan arbeta med att nå god ekologisk status i Brunnsviken är att återställa livsmiljöer som gått förlorad på grund av mänsklig aktivitet, nämligen grundområden och kustnära våtmarker främst för fisk – en så kallad mar. Fiskar är, precis som andra havslevande organismer, beroende av särskilda livsmiljöer för att leva och reproducera sig. En mar är ett grunt skyddat uppväxt- och lek område för många fiskar, däribland gädda.

Gäddan har som rovfisk längst upp i näringskedjan en viktig roll i ekosystemen där den lever. Gädda äter mindre fiskar som i sin tur äter djurplankton som äter växtplankton. Gädda hjälper till att minska blomning av växtplankton (algbloomingar) genom att minska antalet mindre fiskar som äter djurplankton, med fler djurplankton minskar växtplankton.

<sup>39</sup> Naturvatten AB. Standardiserat provfiske i Råstasjön och Lötsjön 2023. Rapport 2023:24

Strandmiljön i norra Brunnsviken intill Tivoliparken i Solna stad (Figur 26) består av vass och säv som växer på till största del torr mark. I denna miljö föreslås att en mar för fisklek anläggs.

Genom att schakta bort massor kan en våtmark skapas i ”organisk”, slingrande form med ett djup som till största del är kring mellan 1 och 2 meter. Vid anläggandet säkerställs att fisken kan simma mellan maren och Brunnsviken.

Figur 26 visar en schematisk skiss på hur maren kan se ut. Massorna bedöms kunna användas till att skapa naturvärden i närområdet eller i samband med anläggande av grundområden i exempelvis Täckaviken (Djurgården, Stockholms stad) eller Svindersviken (Nacka kommun).

På sikt bedöms maren grundas upp genom att omgivande sediment breder ut sig i fördjupningen vilket också kan leda till ökad igenväxning av vass. Vassrensning och eventuellt fördjupning kan behövas uppskattningsvis vart tionde år.



Figur 26. Mar vid Tivoliparken, Solna. Åtgärdens föreslagna utbredning i förhållande till kulturhistoriska lämningar och potentiella föroreningar i området.

Åtgärden bedöms inom loppet av en eller två växtsäsonger forma en optimal lekmiljö för gädda och andra arter men även en uppehållsort för sjöfågel. Den solbelysta maren skapar förutsättningar för rikliga mängder av nate med flera typer av vattenvegetation och därmed en rik fauna av ryggradslösa djur. Åtgärden bedöms även gynna fladdermöss och rovfågel. Även om vassmiljön idag bedöms ha vissa naturvärden i form av livsmiljö för vissa sångare och andra småfåglar som trivs i tät vegetation, bedöms förändringen sammantaget innebära en stor

miljönytta. I Brunnsviken finns vissa möjligheter för fisklek längs fjärdens vassbevuxna stränder. Det gör att åtgärdens miljönytta är något mindre än om åtgärden gjordes i en miljö utan potential för fiskrekrytering.

Förutsatt att de bortschaktade massorna inte innehåller stora mängder föroreningar föreslås att de används för att skapa naturvärden i närområdet eller för att anlägga sedimentbotten på något av de artificiella grundområden som föreslås (exempelvis i Svindersviken, Täckaviken). Sammantaget bedöms åtgärdens miljönytta vara stor.

Utanför vasskanten i Brunnsviken finns ett vattenuttag som kan behöva märkas ut för att det inte ska skadas oavsiktligt i byggskedet. Förslagsvis kontaktas ledningsägaren Stockholm Vatten och Avfall (SVOA) innan åtgärd påbörjas. Åtgärden bedöms som enkel att genomföra utifrån tekniska aspekter.

Åtgärdens areal beräknas bli cirka 2 500 m<sup>2</sup> och förslagsvis görs en anmälan om vattenverksamhet hos länsstyrelsen. Den samlade bedömningen utifrån juridiska aspekter (Tabell 16) är att åtgärden är enkel att genomföra.

Tabell 16. Juridiska förutsättningar avseende anläggande av mar vid Tivoliparken.

Aspekt	Förutsättningar och bedömning
Rådighet	KDF
Juridisk hantering	Anmälan
Gällande tillstånd	Inga tillstånd finns i området
Områdesskydd	Riksintresse Strandskydd, nationalstadspark, RI för kulturmiljövård, friluftsliv. RI kulturmiljövård skulle kunna påverka genomförbarheten negativt, medan åtgärdens syfte bedöms harmoniera med övriga områdesskydd
Förorenade sediment	Finns inga indikationer (EBH). Om undersökning visar att föroreningar finns kan tillstånd för miljöfarlig verksamhet behövas
Detaljplaner	Berörs ej

#### 5.6.2.1 Kostnad

Anläggningsarbetet inklusive transporter bedöms pågå under femton dagar och genomföras av två personer. Den totala kostnaden inklusive MKB mm bedöms uppgå till 500 000 – 700 000 kronor (Tabell 17).

Tabell 17. Grov kostnadsbedömning för anläggande av mar vid Tivoliparken.

Moment	Kostnad (tkr)	
	Min	Max

15 tons grävmaskin, larvfötter, förlängd arm, grävmaskinist 15 dagar	270	350
Byggledare	20	30
Stockmattor, hyra	10	20
Lastbil och förare	50	100
Undersökningar, MKB, upphandling, projektering, gestaltning mm.	150	200
<b>Totalt</b>	<b>500</b>	<b>700</b>

En fördjupning av maren kan behövas uppskattningsvis vart tionde år. Om detta kostar 100 – 200 000 kronor blir den årliga skötselkostnaden 10 – 20 000 kronor.

Åtgärden bedöms öka områdets ornitologiska värden och upplevelsevärden. Förslagsvis uppförs ett utsiktstorn som tillsammans med informationsinsatser kan höja förbipasserande personers intresse för akvatisk ekologi, fågelfauna, mänsklig påverkan och vilka åtgärder som kan göras för att förbättra miljön. Åtgärden bedöms således ha positiva effekter på allmänhetens kunskap och intresse rörande ekologi och människans påverkan på miljön.

Förbättrad fiskrekrytering bedöms ge ökade mängder fisk, vilket bedöms ha positiv effekt på friluftslivet, till exempel sportfisket.

Rekreativsvärdet i området bedöms öka med den tillkommande vattenmiljön.

Inför genomförande av åtgärder finns behov av:

- naturvärdesinventering
- markkemisk undersökning
- SVOA:s vattenuttag utanför vasskanten märks ut innan åtgärd
- enkel konsekvensbeskrivning
- anmälan om vattenverksamhet.

I syfte att följa upp effekterna av åtgärden föreslås inventering avseende bottenvegetation och täthet av fiskyngel såväl före som efter genomförandet av åtgärden.

## 5.7 Övriga åtgärder

Nedan presenteras ett antal övriga åtgärder, främst lokala uppströmsåtgärder, att tillämpa löpande vid till-, om- och nybyggnation. I ny- och tillbyggnation ska alltid lokala uppströmsåtgärder prioriteras framför större samlande lösningar nedströms för att hantera en ökad belastning. Övriga åtgärder inkluderar även andra typer av åtgärder som spårning av felkopplade

spillvattenflöden och hantering av miljögifter från båtbottnbehandlingar för att ytterligare förbättra vattenkvaliteten i Brunnsviken.

Ovan presenterade platsspecifika åtgärder uppfyller Solna stads förbättringsbehov för Brunnsviken från befintlig och planerad bebyggelse (ej justerat för eventuella lokala dagvattenåtgärder) för alla ämnen förutom kväve, koppar, zink och kadmium. För kväve, koppar, zink och kadmium krävs komplettering med lokala uppströmslösningar med egenskaper som infiltration och absorption för att kunna nå förbättringsbehovet, då dessa ämnen inte avskiljs tillräckligt i anläggningar som dagvattendammar och skärmbassänger.

Arbetet med en långsiktigt hållbar dagvattenhantering vid ny- och ombyggnation med fokus på lokala uppströmsåtgärder omfattas av Solna stads strategi för en hållbar dagvattenhantering<sup>40</sup>

Ett förändrat klimat kan medföra ökad och mer intensiv nederbörd och höjda vattennivåer. Detta ökar risken för översvämningar. Delar av Brunnsvikens omgivande marker är hårdgjorda vilket medför en snabbare ytavrinning och högre flöden med risk för översvämningar som följd. Mer intensiv nederbörd ökar även riskerna för överbelastade va-ledningar med bräddningar av orenat spillvatten till vattenområdet som följd. Klimatförändringarna har hittills inneburit att medelhavsvattenståndet ökat med 0,3 meter<sup>41</sup>, och framgent kommer takten för havsnivåhöjningen överstiga landhöjningen.

Hantering av skyfall och översvämningsrisk har inte varit huvudsyftet vid framtagandet av förslagen till åtgärder, men med hänsyn till risk för bräddningar har dock åtgärder för skyfallshantering positiv effekt på Brunnsvikens vattenkvalitet. Det är framför allt översvämning i topografiska sänkor som utgör potentiella riskområden vad gäller påverkan på befintlig bebyggelse. Vid detaljplanering och genomförande av åtgärderna i det lokala åtgärdsprogrammet bör multifunktionalitet i form av skyfallshantering beaktas.

### 5.7.1 Infiltration i grönytor och diken

#### 5.7.1.1 Utformning och funktion

Gräsmattor, parkmark, naturmark diken kan användas för att fördröja och rena dagvatten. Tekniken bidrar med naturlig grundvattenbildning och grönska i stadsmiljön. Den kan användas för att ta hand om dagvatten från vägar, gator, parkeringsplatser, tak och bostadsgårdar. Grönytor kan fånga upp en stor andel av de partikelbundna föroreningarna. Generellt sett kan grönytor bidra med en hög reduktion av metallföroreningar och växtnäringsämnen. Reningseffekten blir bäst i grönytor med tät gräsväxt och genomsläppligt ytlager. Tekniken är enkel, billig och driftstabil, men ytkrävande.

Vid anläggande av gräsbevuxna diken längs med vägar tillkommer ofta ett dräneringslager för dränering av vägkroppen. Detta erfordras även för infiltrationsytor där marken inte är genomsläpplig.

<sup>40</sup> Strategi för en hållbar dagvattenhantering i Solna stad, 2017

<sup>41</sup> SMHI

Under senare år har man i andra kommuner sett vinningen i att anlägga infiltrationslösningar vid vägar utan att samtidigt anlägga kantsten. Detta för att vattnet på ett enklare sätt ska kunna rinna och infiltrera ytan.

Bevuxna grönytor är relativt lätta att underhålla. Det löpande underhållet innefattar renhållning och gräsklippning om växtligheten består av gräs. Ytan bör hållas fri från skräp och löv. Som regel ackumuleras föroreningar direkt på, eller nära ytan. Genomsläppligheten minskar efter hand och ytan kan till slut bli helt igensatt. Genomsläppligheten kan återställas genom att ytlagret luckras eller tas bort.

#### 5.7.1.2 Kostnad

Kostnaden för anläggande av infiltrationsstråk kan integreras som en del av anläggandet av parken, grönytan eller vägslänten och innebär då inte några merkostnader. För en nedsänkt infiltrationsyta med dränerande lager uppskattas anläggningskostnaden för schakt, sådd, makadamlager och rördelar till 300 kr/m<sup>2</sup> – 400 kr/m<sup>2</sup>. Driftkostnaden består normalt av gräsklippning och eventuell rensning. Skötselkostnaden bedöms vara 1,5 ggr den av en vanlig gräsyta. Den årliga kostnaden för skötsel av bruksgäs i Stockholm ligger på ca 2 kr/m<sup>2</sup>, vilket ger en kostnad på 3 kr/m<sup>2</sup> för infiltrationsstråket<sup>42</sup>.

### 5.7.2 Genomsläpplig beläggning

#### 5.7.2.1 Utformning och funktion

En genomsläpplig beläggning kan användas som alternativ till traditionell asfalt. Tekniken kan bidra med både flödesutjämning och rening av dagvatten. Den används ofta på parkeringsplatser, gång- och cykelvägar och lokalgator. En genomsläpplig beläggning, till exempel grus, hålsten, beläggning med genomsläpplig fog och genomsläpplig asfalt kan avskilja 50–90 procent av de partikelbundna och lösta föroreningarna. Tekniken är yteffektiv eftersom själva ytan (i eller direkt under) kan användas för att skapa ett magasin för flödesutjämning och rening. Ytan behöver skötas för att inte sätta igen och förlora infiltrationsförmågan. Skötsel sker med sopning och spolning eller vakuumsug för permeabel asfalt.

#### 5.7.2.2 Kostnad

Det finns olika typer av genomsläpplig beläggning som varierar kostnadmässigt. En gräsarmering kostar cirka 850 kr/m<sup>2</sup> för plattor, sättgrus och bärlager samt anläggning<sup>43</sup>.

---

<sup>42</sup> WRS, 2016b. Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten

<sup>43</sup> WRS, 2016b. Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten

### 5.7.3 Växtbäddar

#### 5.7.3.1 Utformning och funktion

Nedsänkta växtbäddar är planteringsytor med förmåga att både fördröja och rena dagvatten. De bidrar också med grönska och biologisk mångfald. Tekniken kan användas i många olika miljöer, exempelvis i anslutning till vägar, parkeringsytor och på bostadsgårdar. Lösningarna är anpassade för att utnyttja oanvända ytor och att fungera där inte plats finns för gräsbevuxna diken längs med gatorna. I staden skapar bebyggelse, grönstruktur och öppet vatten stora variationer för exempelvis trädens livsmiljö. Luft- och markfuktigheten är ofta låg och många ytor är hårdgjorda vilket ger ojämn vattentillgång. Dagvattnet är en viktig resurs som kan användas för bevattning av träd och andra växter. Genom fördröjning av dagvatten i växtbäddar minskas dessutom belastningen på ledningssystemet<sup>44</sup>.

Växtbäddarna fångar upp merparten av de partikelbundna föroreningarna och kan också avskilja lösta föroreningar, organiska miljögifter och smittämnen. Vattnet avleds till växtbädden antingen ytligt eller via brunnar. Växtbäddarna kan vara upphöjda över eller nedsänkta under marknivån.

Flytande växtbäddar, växtbäddar som flyter som öar, är ett annat exempel på reningsanordning. Dessa är ett vanligt tillskott till exempelvis skärmbassänger. I växtbädden planteras växter med rötter som hänger ner i vattnet. Växterna bromsar upp vattenflödet så finare partiklar hinner falla till botten. Växterna tar också upp näring och är gynnsamma för mikroorganismer som kan bidra med biologisk rening av vattnet<sup>45</sup>. Mer information om flytande växtbäddar se avsnitt 5.5.

#### 5.7.3.2 Kostnad

En nedsänkt växtbädd vid exempelvis en väg kostar cirka 1400 kr/m<sup>2</sup>. En växtbädd upphöjt i konstruktion vid exempelvis en husvägg kostar cirka 2400 kr/m<sup>2</sup> – 4000 kr/m<sup>2</sup>. Skötselkostnaden likställs med skötsel av en perennplantering på cirka 25 kr/m<sup>2</sup> per år<sup>46</sup>.

Flytande växtbäddar monterade och klara kostar cirka 4500 kr/m<sup>2</sup><sup>47</sup>.

### 5.7.4 Skelettjord

#### 5.7.4.1 Utformning och funktion

Luftig skelettjord innehåller bara makadam vilket ger god magasinskapacitet. Vanlig skelettjord innehåller nedvattnad jord och har bättre förmågan att avskilja lösta föroreningar. Tekniken är användbar i anslutning till vägar, parkeringsytor och bostadsgårdar. Anläggningarna utformas som makadamfyllda gropar där dagvatten kan magasineras. Rening uppstår genom att fasta föroreningar sedimenterar när vatten passerar från ytan till gropens botten. Nedvattnad jord och

<sup>44</sup> Växtbäddar i Stockholm stad – en handbok 2018-01-18

<sup>45</sup> Miljöbarometern, Stockholm stad

<sup>46</sup> WRS, 2016b. Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten

<sup>47</sup> Järven, 2016. Skärmbassäng integrerat i kajkonstruktion – kostnadsberäkning. Järven, 2015. Skärmbassäng kombinerat med gångstråk – kostnadsberäkning

träd i skelettjorden kan bidra till viss avskiljning av lösta föroreningar. Om dagvattnet kan filtrera vidare i marken under skelettjorden fortsätter reningen med ytterligare avskiljning av lösta föroreningar. Gator och torg som kräver hårdgjorda ytor för framkomlighet och likande kan anpassas med underjordiska skelettjordar där inte utrymme för gräsytor och planteringar finns. Skötsel som behövs vid träd med skelettjord är rensning av dagvattenbrunnar en gång per år. Det behövs ingen ytterligare gödsling eller bevattningen av träden efter etableringsskedet, då träden får sin näring från dagvattnet, vittring o.s.v.

#### 5.7.4.2 Kostnad

Träd med skelettjord i samband med en nybyggnation, eller när marken ska grävas upp även för ett annat syfte, kostar cirka 60 000 kr/träd inklusive material, trädet och anläggningen av trädet (exklusive schakt, vilket ingår i övrig markentreprenad). Träd med skelettjord i befintlig stadsmiljö kostar cirka 120 000 kr/träd. I befintlig miljö i Stockholm är det vanligt med ledningar i mark och då kan kostnaden uppgå till 350 000 kr/träd. Driftkostnaden likställs med slamsugning av dagvattenbrunn, eller en växtbädd om ytan är nedsänkt<sup>48</sup>.

### 5.7.5 Byggnadsmaterial

Val av byggnadsmaterial påverkar mängden dagvattenföroreningar, främst tungmetaller. Exempel på detta är att undvika koppartak och förzinkade stolpar och välja ett material som främjar dagvattenhanteringen såsom sedumtak. Zink är svårt att avskilja i dagvatten p.g.a. stor andel löst form. Det effektivaste sättet är att identifiera de ytor som ger hög zinkbelastning och åtgärda dem med exempelvis ny beläggning.

### 5.7.6 Avsättningsmagasin med filter

#### 5.7.6.1 Utformning och funktion

Ett alternativ till att anlägga en ytlig lösning såsom dagvattendamm är att anlägga ett underjordiskt filtermagasin. Utformningen av ett sådant magasin tar mindre yta i anspråk än vad både en dagvattendamm och ett traditionellt avsättningsmagasin gör. Filtermagasinet fungerar likt ett traditionellt avsättningsmagasin men med skillnaden att rening sker både med galler, sedimentering och filtrering. Magasinet består av en betongkonstruktion med två kammare för sedimentering samt ett filter för reducering av lösta partiklar. Vid inloppet till magasinet finns ett galler som avskiljer större partiklar innan dagvattnet når sedimenteringskamrarna. Genom specialutformade riktningsskärmar tillåts större flöden att brädda över sedimentationsdelen (inbyggd bypass) varvid risken för uppvirvning av sediment minskar. En bypass ledning kan även anläggas innan inloppet till magasinet för drift och för att undvika uppvirvning av sediment vid kraftiga skyfall, då anläggningens syfte är rening, inte fördröjning.

---

<sup>48</sup> WRS, 2016b. Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten

Rening sker genom flera processer; mekanisk rensning, sedimentation, filtrering samt oljeavskiljning. Möjlighet finns även att använda sig av kemisk rening. Filtrering sker genom filterkassetter som anpassas till det flöde man önskar rena. Filtren kan även anpassas efter de ämnen som är i störst behov av att renas i det specifika projektet.

Filtermagasin är en relativt ny teknik för Sverige och har endast utvärderats på ett fåtal platser medan dagvattendammar har utvärderats i betydligt större utsträckning. Resultatet av reningseffekt från filtermagasin bör därmed anses som osäkra och användas med försiktighet. Avsättningsmagasinet har betydligt mindre reglervolym än dagvattendamm. Detta betyder att en större andel av det årliga flödet kommer att ha en kortare uppehållstid i avsättningsmagasinet och brädda förbi utan nämnvärd rening. En sådan lösning fungerar som bäst för små hårdgjorda avrinningsområden med en hög föroreningsbelastning av specifika ämnen som filtren kan anpassas för. De fungerar sämre på större avrinningsområden.

Filtermagasinet kräver periodvis skötsel med vakuumsug och filterbyte. Vanligt driftintervall är ca 2–6 ggr/år men detta varierar beroende på belastningen på magasinet.

#### 5.7.7. Båtar och småbåtshamnar

Båtar och båtklubbarnas verksamhet påverkar status på vatten. Båtbottenfärger är en källa för föreningarna av bland annat TBT, koppar, zink och bly. Tidigare var båtbottenfärger med TBT, tributyltenn, tillåtna och finns troligen fortfarande kvar på båtar inom Solna. En möjlig åtgärd mot ytterligare förorening av TBT kan vara att kommunen gör en inventering vid båtuppläggningsplatserna och påverkar båtägarna i fråga att åtgärda problemet. Även andra båtbottenfärger med toxiskt innehåll kan identifieras vid samma tillfälle.

Framåt kan behovet av båtbottenfärg på fritidsbåtar elimineras genom att se till att det anläggs båtbottnentvättar vid Brunnsviken eller nära dess utlopp och sanering av marken vid uppläggningsplatserna sker. Båttrafik bidrar även till utsläpp av PAH och antracen precis som annan trafik. I Brunnsvikens avrinningsområde inom Solna stad finns Haga båtklubb där utredning om åtgärder såsom krav och information kan göras för att reducera dessa föroreningar.

Provtagning och analys av markföroreningar vid de fyra båtklubbarna som finns i Solna stad, däribland Haga båtklubb i Brunnsviken, initierades och genomfördes av stadens miljöskyddsmyndighet under 2021. Syftet med den förenklade markprovtagningen var att erhålla en aktuell bild av föroreningsituationen på plats. Undersökningen visade på föroreningar och förhöjda halter av flertalet markföroreningar vid samtliga områden. Vid Haga båtklubb var det framför allt metaller, PCB, TBT och Irgarol som uppmättes i för höga halter. Även tyngre PAH uppmättes i moderata halter<sup>49</sup>. Generella riktvärden bör ligga inom gränsen för känslig markanvändning (KM) för att inte skada grundvattnet (Norra Stockholmsåsen, reservvattentäkt) och därmed även vattenförekomsten.

<sup>49</sup> Lektus, 2022. Provtagningsrapport 2022-01-16, ärende MHN/2022–138. Översiktlig markprovtagning av båtuppläggningsplatser Haga båtklubb.

Gällande hanteringen av miljökrav kopplat till båtklubbar har flera kommuner inom bland annat Edsvikens vattensamverkan (däribland Sollentuna och Danderyds kommun) arbetat tillsammans för att skapa samsyn inom framtagande av nya arrendeavtal kopplat till båtuppställningsplatser i området. Avtalen är en del av arbetet som kopplar till åtgärdsbehov och åtgärder som kommunerna behöver genomföra för att nå, i miljöbalken, lagstadgad kvalitet på i detta fall Edsvikens vatten. Bland annat behöver man arbeta för att minska påverkan från båtbottnfärger genom att sanera förorenad mark och ställa lämpliga miljökrav i arrendeavtal där kommunen upplåter mark och vattenområden för privatpersoner och föreningar. Detta för att ta bort föroreningskällor som kan sprida föroreningar till Edsviken. Baserat på situationen ovan har kommunerna tagit ett omtag med befintliga arrendeavtal för omförhandling i sin helhet. Detta för att kunna anpassa avtalet utifrån dagens förutsättningar gällande miljökrav och för att kostnadsreglera arrendet till ett marknadsmässigt pris. Avtalsförslagen är uppdelade på tre delar, beroende på om arrendatorn är en fritidshamn, ungdomsverksamhet eller en båtuppställningsplats.

På liknande sätt föreslås Solna stad kunna ta sig av frågan om miljökrav kopplat till båtlivet. staden är markägare till samtliga båtuppställningsytor och arrenderar ut med 2 åriga avtal. Vid Haga båtklubb äger statens fastighetsverk (SFV) en del av marken. En sanering är dyr och klubbarna har få medlemmar vilket kan leda till utmaningar kopplat till vidare saneringsarbete om aktuellt. Eventuell framtida kravställning på småbåtshamnar och båtuppställningsplatser bör vara platsspecifika.

## **5.7.8 Åtgärdsarbete med ledningssystemen**

### *5.7.8.1 Bräddning*

Spillvattenavledning sker mestadels som självfallssystem, och följer därför normalt de naturliga dagvattenstråken mot recipienten. Innan utloppspunkten finns en pumpstation som via en tryckledning för spillvattnet vidare mot reningsverket, ofta via ytterligare självfallsledningar och pumpstationer. För större flöden nyttjas även tunnelsystem, och även där finns pumpar som lyfter spillvattnet för att rinna vidare.

I systemet finns nödbräddningspunkter, där spillvattnet kan flöda ut till recipienterna om avledningen inte fungerar som avsett. Det uppstår då flödet överstiger kapaciteten, vid stopp i avloppsrören eller om pumparna av någon anledning stannar.

För kapacitetsbrist är orsaken ofta att dagvatten kommer in i spillvattennätet vid kraftiga regn- och snösmältningssituationer. Detta beror troligen på inströmmande dagvatten via felkopplingar, men kanske även då dagvatten rinner in via de ventilationshål som brunnslock är försedda med för att självfallsledningar ska fungera som de ska. Åtgärden mot det är ett systematiskt uppströmsarbete där felkopplingar upptäcks och åtgärdas. För läckage via brunnslocken är åtgärden att se till att brunnarna är placerade i högpunkt, så inget ytvatten rinner dit. En annan metod är att byta till täta lock på de ställen detta inte har skett. Inläckage kan även ske via dränering och via ledningsgravarna.

Bräddning sker även då samtliga pumpar i en pumpstation stannar, vilket sker vid elavbrott. Det går att förse pumpstationerna med reservkraft för att minska den risken.

En tredje orsak till bräddning är stopp i ledningar, där bräddning av orenat spillvatten sker direkt till recipient via egen bräddledning, via bräddning över till dagvattenssystemet, eller via brunnar och markytan. Åtgärder kan vara att bygga om Va-nätets bräddpunkter så att bräddningarna sker via markytan, så att allmänheten upptäcker dom och kan felanmäla. På så sätt kan tiden för bräddningen minskas. Bräddvakter och rondderingar är andra metoder för att minska tiden och mängden bräddvatten.

#### 5.7.8.2 Felkopplingar av spillvatten till dagvattennätet

Dagvatten från hårdgjorda ytor rinner, ofta orenat, ut i Brunnsviken via dagvattenledningsnätet. Om spillvatten når dagvattenssystemet är risken stor för att orenat spillvatten leds ut i ett vattenområde. Spillvatten från hushåll och verksamheter innehåller, förutom bakterier, höga halter av fosfor och kväve samt kemikalier, till exempel rengöringsmedel, läkemedel och kosmetiska produkter. En enda felkoppling kan motsvara ett utsläpp av åtskilliga kilon fosfor och andra miljöstörande ämnen på årsbasis<sup>50</sup>. Erfarenhetsmässigt sker och finns det felkopplingar där spillvatten är kopplade till dagvattennätet. Avloppsledningar för spillvatten respektive dagvatten är av samma sort, så det är lätt att sådan felkoppling sker.

Lösningen på problemet är att arbeta metodisk för att upptäcka dessa felkopplingar i ett aktivt uppströmsarbete. Upptäckten av felkopplingar kan ske genom att analysera vatten från dagvattennätet för att se om det innehåller för att hitta spår från spillvatten, till exempel indikatorbakterier, som E. Coli. Andra metoder är till exempel färgning för vatten från spillvatten i byggnader för att se om det är kopplat till spillvatten- eller dagvattennätet. För felkopplingar inne på fastighetsmark skulle arbetet förenklas om dagvattensserviserna försågs med spolbrunnar vid förbindelsepunkt.

Jämfört med bräddning är det små flöden men det sker kontinuerligt. Det är sannolikt att det finns stora miljövinster med insatser för att minska dessa felkopplingar.

Spårning och åtgärdande av felanslutningar till dagvattennätet har skett men fortsatt arbete behövs. Åtgärdsarbetet med stadens egna ledningssystem leds av Solna vatten. Tidigare läckage invid Södra långgatan är nu åtgärdad. Den spillvattenledning som rasat ihop vid Västra vägen/Solgatan är provisoriskt åtgärdad, men nu rinner det rätt.

#### 5.7.9 Fördröjning i befintliga sjöar och våtmarker

Genom att utnyttja sjöar och våtmarker högt upp i avrinningsområdet till fördröjning kan risken för översvämning vid extrema nederbördssituationer minskas längre ned i systemet. Det påverka i sig inte föroreningsbelastning, men genom att utjämna flödet förbi nedanförliggande reningsanläggningar, kan reningseffekten i dessa ökas. Dessutom minskar urspolningen av sediment vid stora regn från renings- och avledningsanläggningar. Sådana faktorer är dock inte inarbetat i de beräkningsmetoder som är gängse, och som används i denna utredning.

<sup>50</sup> Underlagsarbetet till Lokalt åtgärdsprogram för Lilla Värtan, 2024.

Platser för sådana åtgärder som har identifierats i Solna är Råstasjön. Om utloppets kapacitet justeras kan sjön i sig lagra och utjämna stora flöden till en liten kostnad. Om samma åtgärd utförs av Sundbyberg vid Lötsjöns utlopp och vid våtmarken väster om Sjövägen innan inloppet till Råstasjön.

Ytterligare utredningar gällande tillstånd och vattendomar, utformning av utloppsanordning och effekter av periodvisa höjningar av sjön måste utföras innan beslut om en sådan åtgärd.

#### **5.7.10 Fosforfällning Brunnsviken**

Övergödning är ett av de största problemen i Brunnsvikens vatten, och det är viktigt att tänka på att fosfor både tillförs från dagvatten från omkringliggande mark, och genom internbelastning när syrebrist uppstår på bottenarna och fosfor frigörs från sedimenten. En viktig och kostnadseffektiv åtgärd för att minska övergödningen är att fastlägga fosfor i de djupare bottenarna genom kemisk fällning av fosfor. År 2019 genomförde Stockholm Vatten och Avfall (SVOA) fosforfällning i Brunnsviken. Fällningen, som skedde med aluminiumklorid, är en beprövad metod som binder fosfor i den fria vattenmassan så att den inte längre kan bidra till övergödningen. Principen för fällning är densamma som vid dricksvattenframställning och metoden används för att förbättra vattenkvaliteten i sjöar i såväl Sverige som internationellt<sup>51</sup>.

Fosforfällningen i Brunnsvikens sediment gav en snabb minskning av fosforhalterna och en tydlig effekt på vattenkvaliteten med ett ökat siktdjup och ökad syretillgång i bottenvattnet. Det finns flera goda erfarenheter från motsvarande åtgärd i exempelvis Björnöfjärden, vilken genomfördes under 2011 och 2012 inom ramen för BalticSea2020-projektet Levande kust, samt från flertalet kommuner runt om i länet såsom Nacka, Täby och Huddinge kommuner. Det är angeläget att åtgärden kombineras med genomförandet av dagvattenåtgärder för att minska den externa belastningen, annars kommer effekten av fällningen endast att vara tillfällig.

Till följd av ett fortsatt högt tillrinningstryck från omgivande mark även efter åtgärden med fosforfällning 2019 pågår det inom vattensamverkan för Brunnsviken en diskussion huruvida en fällning kan vara aktuell att genomföra igen framgent. Detta gäller enbart om tillrinningen från området begränsas ytterligare, exempelvis genom anläggande av föreslagna åtgärder i detta åtgärdsprogram.

Solna Vatten genomför idag tillsammans med Stockholm Vatten och Avfall, bortpumpning av vatten från Brunnsviken till Lilla Värtan i syfte att ersätta syrefattigt bottenvattnet med inkommande mer syrerikt vatten.

---

<sup>51</sup> Miljöbarometern, Stockholm stad

### 5.7.11 Bottenscanning

Skräp och sopor som oavsiktligt eller avsiktligt hamnar i vattnet kan flyta runt, spolans upp på stränder eller hamna på botten. Många bryggor har under lång tid använts som dumpningsplatser. En stor del av soporna är gamla bildäck som har hängt på bryggorna. Dessa bryts sakta ned till giftiga oljor och mikroplaster som till slut riskerar att hamna i fiskar och fåglar. Att utreda möjligheten till bottenscanning i syfte att sanera skräp kan vara en effektiv metod för vidare arbete.

Solna stads tekniska förvaltning skulle kunna få ett utökad uppdrag utifrån befintligt att utföra bottenscanning på valda platser där misstanke föreligger om marint skräp på botten. Detta skulle kunna utgöra en viktig insats för att begränsa belastningen och spridningen av bland annat metaller, oljor och PAH. Bilbatterier innehåller mycket bly vilket förekommer i förhöjda halter i sediment. En fördjupad analys av utförd bottenscanning kan ge ett underlag för att prioritera och avgränsa vilka områden som bör saneras.

Ansvarsfördelning gällande dumpat avfall i stadens vattenområden är under pågående dialog mellan berörda förvaltningar. Enligt Handlingsplan mot nedskräpning på land och i vatten för år 2021–2024 ska Trafikkontoret om möjligt bistå ideella organisationer som samlar skräp i mark och vatten med borttransport av insamlat avfall. Ansvar för åtgärder som berör stadens vattenområden som sanering av botten, sjörestaurering och vattenvårdsåtgärder behöver förtydligas.

### 5.7.12 Vidare utredningar

Nedan utredningarna omfattar Brunnsviken och bör utredas i samverkan med övriga kommuner för att stärka den gemensamma bilden av Brunnsvikens miljösituation och möjliga ytterligare åtgärder på längre sikt.

- Utökade analyser av totalhalter av metaller och av PAH16, inklusive antracen.
- Utredning av tillförseln av antracen och PAH16 från småbåtstrafiken i Brunnsviken, inklusive möjliga åtgärder.
- Utredning av kvicksilversituationen i Brunnsviken, inklusive möjliga åtgärder.
- Utredning av PFAS i Brunnsvikens sediment, inklusive möjliga åtgärder.
- Utredning av recipient för gravdränvatten från Norra begravningsplatsen i Solna och Sundbybergs begravningsplats, inklusive möjliga åtgärder.
- Identifiering av ytor i stadsmiljön som ger hög zinkbelastning, inklusive möjliga åtgärder.
- Utredning av den tekniska installationen i Södra Råstabäcken med pumpar och ledningar som syftar till att öka omsättningen av vattnet. Intagspunkt för vatten är vid gränsen mot Solna. Anläggningen är inte i bruk i dagsläget. Om anläggningen ska tas i bruk bör läget för intag av vatten utredas så den ej påverkar fiskfaunan negativt.

## 6. Bilagor

### 6.1 Beräkningar

#### 6.1.2 Modell

Beräkning av föroreningsbelastning (kg/år) med och utan föreslagna platsspecifika anläggningar har utförts med StormTac. StormTac använder årsnederbörd 636 mm/år och schablonhalter för olika markanvändningar såsom villaområde, parkering, flerfamiljsbostadsområde och vägar med en angiven ÅDT. I StormTac anges en reningsanläggning där effekten justeras utifrån angivna faktorer såsom storleken på anläggningsyta, föroreningskoncentration i inkommande dagvatten, djup, ytbelastning, andel växter, bypass för stora flöden eller ej, reglervolym utöver permanent volym, temperatur och längd/breddförhållande.

Det finns osäkerheter gällande schablonhalter för de olika markanvändningarna. Även reningseffekten beror på olika faktorer såsom skötsel, vindförhållanden, årstid och andra lokala förhållanden, som spelar stor roll i anläggningens funktion. Resultaten ska därför användas som indikation på belastning och rening, och ej i absoluta värden. Modellen beräknar endast halter på totala fraktionen av ett ämne, och andelen löst kontra partikelbundet kan variera stort från område till område och ämne till ämne.

#### 6.1.3 Indata

I Tabell 18 visas indata till föroreningsberäkningar i form av markanvändning per avrinningsområde från tidigare version av Lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken<sup>52</sup>

Tabell 18. Markanvändning per avrinningsområde (hektar).

Avrinningsområde	Grönnya	Handel- och verksamhetsområde	Flerfamiljsbostäder	Villaområde	Järnväg	E4 (ÅDT 55000)	Sohavägen (ÅDT 15000)	Enköpingsvägen (ÅDT 30000)	Frösundaleden (ÅDT 20000)	Råsundavägen (ÅDT 10000)	Totalt
1	73,24	16,76	96,98	10,19	7,59	3,86	0,00	9,92	0,00	0,00	218,53
2	40,89	1,28	7,76	2,42	0,00	0,00	0,00	2,87	0,00	0,00	55,23
3	2,24	1,41	37,61	0,00	0,00	0,00	0,00	1,16	0,00	0,00	42,43
4	7,25	2,73	8,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,27
5	19,96	36,04	52,00	0,00	47,93	0,00	0,00	0,18	1,52	1,94	159,57
6	1,33	1,78	13,09	0,00	0,00	2,21	0,00	0,11	0,00	0,00	18,52
7	1,70	4,29	2,57	0,00	0,00	2,13	0,00	0,00	0,00	0,00	10,69
8	13,17	17,13	43,26	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	1,92	0,00	75,64
9	0,00	0,00	27,85	10,21	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	2,76	41,02
10	32,53	1,95	0,00	0,00	0,00	5,58	0,00	0,00	0,00	0,00	40,07

<sup>52</sup> Solna stad, 2018. Solnas stads åtgärdsprogram för Brunnsviken.

11	12,11	0,34	0,00	0,00	0,00	2,61	0,00	0,00	0,00	0,00	15,06
12	1,00	8,23	17,20	0,00	0,00	9,88	0,37	0,00	0,00	0,00	36,68
13	221,17	18,04	0,00	0,00	2,77	5,96	0,00	0,00	0,00	0,00	247,93
14	26,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,78
15	26,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,53
16	8,84	0,00	4,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,55
17	4,90	0,00	1,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,07
18	2,18	0,00	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,94
19	0,54	0,00	0,64	3,85	0,00	0,00	0,00	3,63	0,00	0,00	8,66
20	0,00	0,00	0,92	5,67	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	6,71
21	0,00	0,00	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	3,48
22	1,22	0,00	4,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	6,92
23	5,60	0,00	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,32
24	16,89	4,06	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,19
25	35,32	13,61	0,20	0,00	0,00	2,29	0,00	0,00	0,00	0,00	51,42
26	64,69	6,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	71,31
27	1,87	0,00	3,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,21
28	1,90	0,00	3,00	3,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,87
29	0,00	0,00	2,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,79
30	17,16	34,76	100,41	0,51	8,05	0,00	0,00	0,00	3,15	1,10	165,15
31	0,00	9,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,35
32	0,00	1,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,89
33	0,00	8,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,18
34	1,78	0,00	17,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,13
35	10,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,45
36	8,42	0,00	19,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,17
37	97,30	50,16	130,33	7,64	11,11	0,28	7,52	0,00	1,74	0,22	306,32
38	1,56	5,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,19
39	11,62	19,40	2,32	0,00	23,65	7,05	0,00	0,00	0,00	0,00	64,04
40	4,19	4,44	0,00	0,00	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	9,96
41	4,66	5,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,89
42	13,70	24,48	0,16	0,00	5,01	11,09	0,47	0,00	0,00	0,00	54,91
Total	794	297	603	44	106	54	8,5	18	8,3	6	1943

#### 6.1.4 Föroreningsbelastning

Föroreningsbelastningen har beräknats för respektive avrinningsområde (för avrinningsområde Brunnsviken). Justering av belastning har gjorts utifrån befintliga reningsanläggningar i den mån det är möjligt samt för rening i Råstasjön och Lötsjön enligt tidigare antaganden. Planerade exploateringar har inkluderats, dock inte justerade för eventuella lokala dagvattenåtgärder då det är osäkert i vilken grad det är planerade att genomföras. Fosfor har beräknats med och utan justering utifrån uppmätta schablonhalter enligt tidigare utredningar<sup>53</sup>.

Tabell 19. Befintlig föroreningsbelastning (kg/år) från avrinningsområde utan åtgärdsförslag

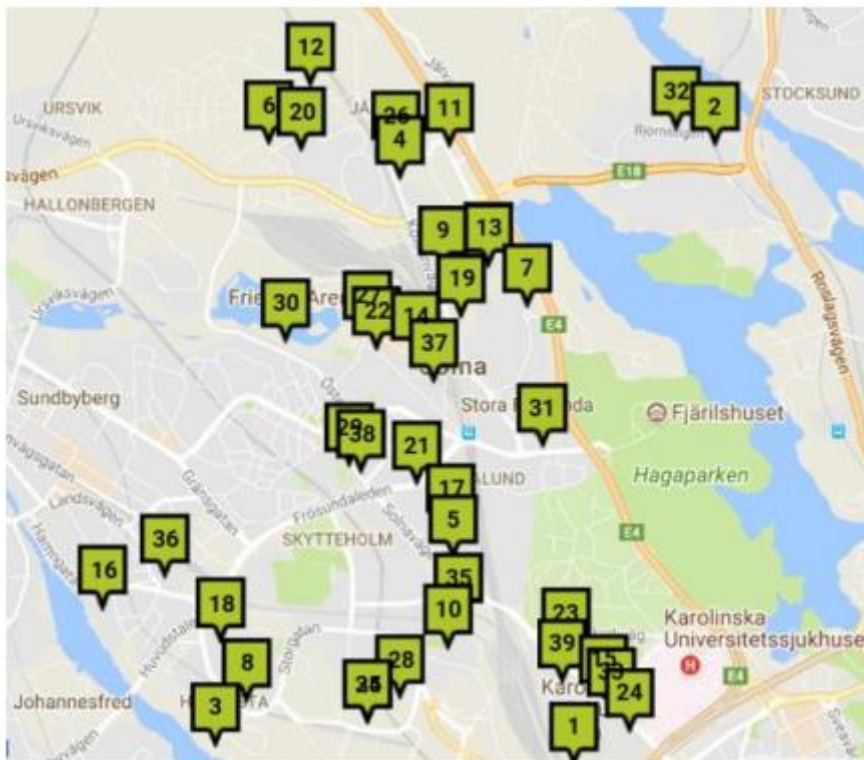
	Enhet	Fosfor (P)	Fosfor (P)	Kväve (N)	Bly (Pb)	Koppar	Zink (Zn)	Kadmium (Cd)	Krom (Cr)	Nickel (Ni)	Kvicksilver (Hg)	Suspenderade partiklar	Olja	PAH
A1	kg/år	140	56	1000	8,9	18	84	0,33	5,9	5,3	0,019	42000	410	0,35

<sup>53</sup> WRS, 2016a. Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken.

<b>A2</b>	kg/år	15	6	140	1,1	2,3	11	0,035	0,71	0,66	0,0025	5000	45	0,04
<b>A3</b>	kg/år	38	15,2	240	2	4,1	15	0,087	1,5	1,3	0,0038	9500	94	0,078
<b>A4</b>	kg/år	11	4,4	78	0,63	1,1	4,4	0,03	0,37	0,37	0,0013	3100	37	0,022
<b>A5</b>	kg/år	110	44	1100	6,3	13	52	0,28	3,4	3,9	0,016	32000	440	0,23
<b>A6</b>	kg/år	19	7,6	120	1,4	2,8	15	0,043	0,89	0,78	0,0025	6000	52	0,056
<b>A7</b>	kg/år	12	4,8	85	1,1	2	13	0,032	0,55	0,56	0,0022	4700	46	0,043
<b>A8</b>	kg/år	65	26	440	3,7	6,4	28	0,17	2,1	2,1	0,0083	18000	220	0,13
<b>A9</b>	kg/år	32	12,8	230	1,6	3,6	13	0,071	1,3	1,1	0,0038	8200	78	0,068
<b>A10</b>	kg/år	15	6	120	1,9	3,9	25	0,032	1	0,96	0,0032	7100	47	0,075
<b>A11</b>	kg/år	5,9	2,36	50	0,81	1,7	11	0,012	0,47	0,42	0,0013	3000	18	0,034
<b>A12</b>	kg/år	46	18,4	320	4,4	8,7	52	0,11	2,5	2,3	0,0078	18000	150	0,18
<b>A13</b>	kg/år	44	17,6	470	3,9	7	40	0,12	1,8	2,2	0,0085	17000	180	0,12
<b>A14</b>	kg/år	1	0,4	24	0,071	0,15	0,38	0,0024	0,043	0,066	0,00018	330	3	0
<b>A15</b>	kg/år	1	0,4	23	0,073	0,15	0,37	0,0024	0,043	0,065	0,00018	320	3	0
<b>A16</b>	kg/år	4,7	1,88	34	0,23	0,48	1,6	0,01	0,18	0,16	0,00043	1100	11	0,0082
<b>A17</b>	kg/år	1,3	0,52	11	0,065	0,14	0,43	0,0028	0,05	0,046	0,00013	310	3	0,002
<b>A18</b>	kg/år	0,78	0,312	6,1	0,039	0,082	0,27	0,0018	0,031	0,027	0,000075	190	1,8	0,0013
<b>A19</b>	kg/år	7,1	2,84	67	0,69	1,6	9,4	0,014	0,46	0,39	0,0018	3100	22	0,031
<b>A20</b>	kg/år	3,1	1,24	25	0,16	0,34	1,4	0,0069	0,1	0,11	0,00029	740	6,4	0,0081
<b>A21</b>	kg/år	3,2	1,28	20	0,16	0,34	1,2	0,0072	0,13	0,11	0,0003	780	7,5	0,0065
<b>A22</b>	kg/år	5,7	2,28	39	0,35	0,77	3,4	0,012	0,26	0,22	0,00075	1600	14	0,014
<b>A23</b>	kg/år	0,88	0,352	8,9	0,047	0,098	0,3	0,002	0,035	0,035	0,000095	220	2,1	0,0013

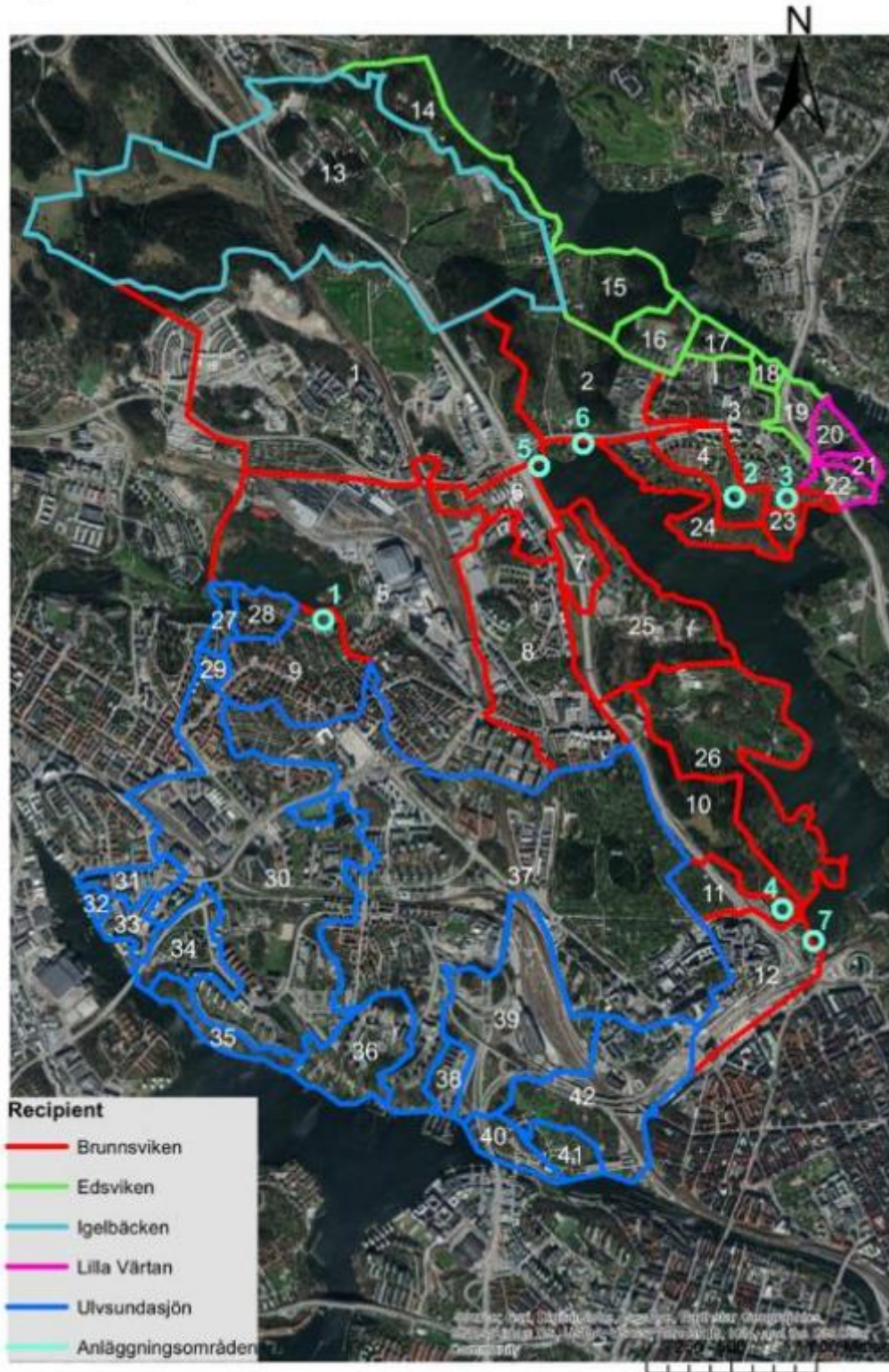
A24	kg/år	6,1	2,44	54	0,42	0,53	2,9	0,02	0,13	0,21	0,0011	2100	30	0,011
A25	kg/år	24	9,6	190	2	3	19	0,073	0,76	0,97	0,0045	9100	110	0,066
A26	kg/år	11	4,4	120	0,77	1	5,2	0,036	0,25	0,43	0,002	3800	52	0,018
A27	kg/år	3,1	1,24	20	0,15	0,32	1,1	0,007	0,12	0,1	0,00027	730	7,2	0,0058
A28	kg/år	4,3	1,72	31	0,2	0,43	1,5	0,0096	0,15	0,14	0,00036	980	9,2	0,0092
A29	kg/år	2,6	1,04	15	0,12	0,26	0,86	0,0057	0,1	0,081	0,00022	590	5,8	0,0049
A30	kg/år	140	56	1000	8,1	15	61	0,37	4,8	4,7	0,018	40000	480	0,29
A31	kg/år	12	4,8	87	0,84	0,95	6,1	0,042	0,21	0,38	0,0022	4300	63	0,025
A32	kg/år	2,4	0,96	18	0,17	0,19	1,2	0,0085	0,043	0,076	0,00044	870	13	0,0051
A33	kg/år	11	4,4	76	0,74	0,83	5,3	0,037	0,19	0,33	0,0019	3700	55	0,022
A34	kg/år	16	6,4	98	0,77	1,6	5,4	0,036	0,62	0,51	0,0014	3700	36	0,03
A35	kg/år	0,41	0,164	9,3	0,028	0,06	0,15	0,00095	0,017	0,026	0,000072	130	1,2	0
A36	kg/år	18	7,2	120	0,89	1,9	6,2	0,041	0,72	0,59	0,0016	4300	42	0,035
A37	kg/år	200	80	1500	12	21	91	0,53	6,9	6,9	0,028	59000	690	0,42
A38	kg/år	7,3	2,92	54	0,51	0,58	3,7	0,025	0,13	0,23	0,0013	2600	38	0,015
A39	kg/år	47	18,8	490	4,1	8,5	47	0,12	2	2,2	0,0088	18000	210	0,16
A40	kg/år	8,5	3,4	64	0,79	1,3	8,5	0,025	0,33	0,38	0,0017	3500	38	0,029
A41	kg/år	6,9	2,76	53	0,48	0,56	3,5	0,024	0,13	0,22	0,0013	2500	36	0,014
A42	kg/år	55	22	440	5,5	10	64	0,15	2,5	2,7	0,011	23000	240	0,21
<b>Total Solna</b>	kg/år	<b>1157</b>	<b>463</b>	<b>9100</b>	<b>78</b>	<b>150</b>	<b>720</b>	<b>3</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>0,17</b>	<b>370000</b>	<b>4000</b>	<b>2,9</b>
<b>Stockholm och Sundbyberg via Råstaån</b>	kg/år	260	104	2200	16	33	129	0,64	10,9	9	0,064	89000	997	0,58

(WRS, 2016a)														
Total	kg/år	1460	567	11300	94	183	849	3,64	54,9	53	0,234	459000	4997	3,48



Figur 26. Kopplar till beräkningar i avsnitt 6.1. Aktuella plan och byggprojekt i Solna stad (solna.se, 2017).

Bilaga till beräkningarna i avsnitt 6.1



## 6.2 Tidigare åtgärdsförslag som utgår

I den tidigare utredningen av uppströmsåtgärder för Brunnsviken<sup>54</sup> presenteras åtgärder som i denna version av åtgärdsprogrammet utgår på grund av försvårande markägareförhållanden (Hagaparken skärmbassäng, Hagaparken dagvattendamm) alternativt att område är ianspråktagen av en annan åtgärd (Kraus väg, Bergshamra). Dock för eventuella framtida åtgärdsutredningar, bör dessa inte tappas bort. Därför finns de kvar i dokumentet här under bilagor.

### 6.2.1 Hagaparken skärmbassäng

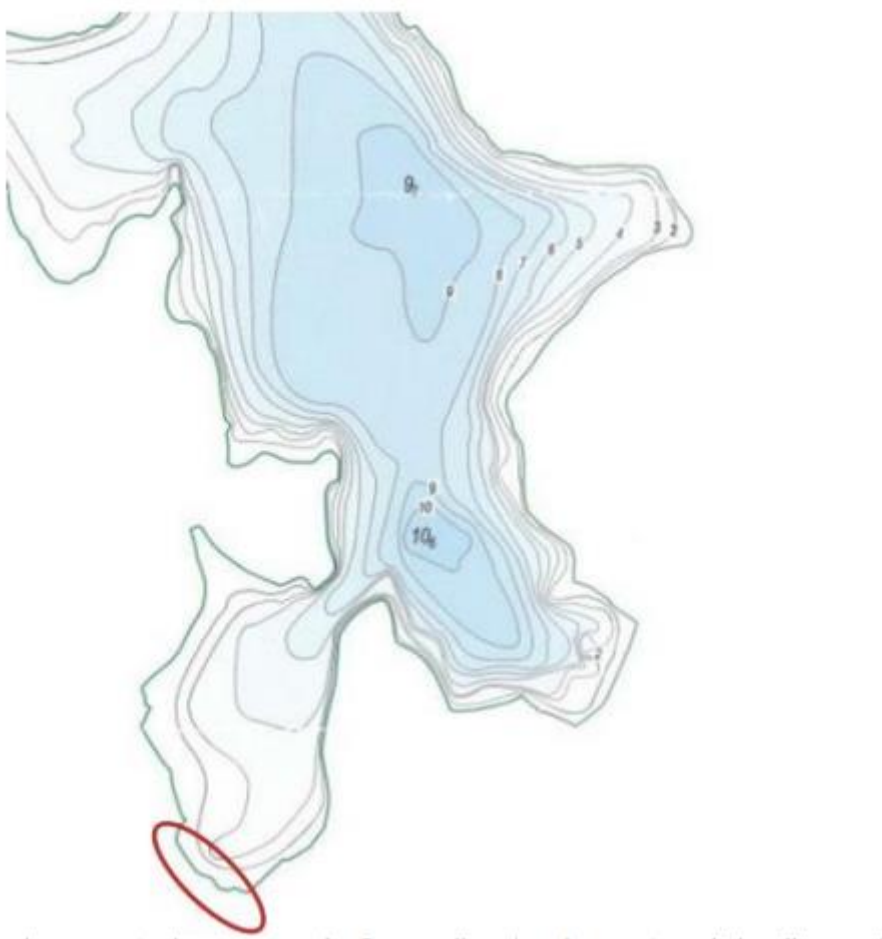
Till utloppet vid södra Hagaparken avrinner en del av E4:an, Karolinska, norra Hagastaden och en del flerfamiljsbostadsbebyggelse via en D500-ledning och en D600-ledning. Idag finns en oljeläns anlagd vid utloppet. En del av avrinningsområdet ligger inom Stockholm stad



Figur 27. Utloppet vid de två dagvattenledningarna (WRS 2016a).

En mätning av bottennivåer i viken bör ske för att kunna avgöra möjligt djup för skärmbassängen och om muddring av botten närmast strandkanten krävs. Enligt djupkartan är djupet vid aktuellt område cirka 1–2 meter. De översiktliga beräkningarna nedan har utgått från en 1,5 meter djup skärmbassäng.

<sup>54</sup> WRS, 2016a. Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken.



Figur 28. Djupkarta över södra Brunnsviken (WRS, 2016a) med aktuellt område rödmarkerat

Tabell 20. Hagaparken skärbassäng

Hagaparken skärbassäng	
Avrinningsområde	12
Area permanent vattenyta (m <sup>2</sup> )	2500
Dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (l/s)	300
Årligt medelflöde (l/s)	5
Avrinningsområdets reducerade area (ha)	25,6
Ap/Ared (rek. 100-200)	100
Ndap (rek. 1-3)	2
Ytbelastning årligt genomsnitt (rek. <0,02) (m/h)	0,007
Ytbelastning vid dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (rek. <0,6) (m/h)	0,4
Djup permanent vattenvolym (m)	1,5
Medelvattenyta Saltsjön (m)	+0,16
VG befintlig ledning inlopp (RH2000)	+0?

En 2500 m<sup>2</sup> stor anläggning anses som den rimligaste storleken för en god rening och är ett medelvärde av de tre använda metoderna för dimensionering. Ju större anläggning desto högre kommer reningsgraden att vara. I bassängen föreslås flytande våtmarker anläggas för att fånga de lösta fraktionerna som ej sedimenterar och ytterligare reducera flödes hastigheten. Skärmbassängen föreslås sektioneras med flytväggar. Hantering av förorenade botten sediment bör beaktas. Miljöprovtagningar bör göras på sedimenten för att utreda föroreningar vilket kan innebära större kostnader för masshantering vid anläggandet. Detta kommer i sådana fall vara en av de större kostnadsposterna. En inmätning av botten nivåer i viken bör ske för att kunna avgöra möjligt djup för skärmbassängen och om muddring av botten närmast strandkanten krävs. Enligt djupkartan är djupet vid aktuellt område cirka 1-2 meter. De översiktliga beräkningarna nedan har utgått från en 1,5 meter djup skärmbassäng.



Figur 29. Skärmbassäng vid Hagaparken.

### 6.2.1 Kraus väg Bergshamra

Sydvästra delen av Bergshamra (18 hektar) avleds via en D600-ledning österut mot utlopp vid Bockholmsvägen. Ledningen har dock en avledning av biflöden ner via en D400-ledning och ett öppet dike till naturmarken vid Kraus väg. Det befintliga diket föreslås breddas och om möjligt anläggas med permanent vattenyta som styrs av de befintliga trumnivåerna. Brunnen vid Bergshamra allé behöver anpassas så att minst 90% av årsflödet avleds ner mot denna yta i stället för österut i D500-ledningen. Diket längs med gångvägen behöver rustas

upp och erosionsskyddat då det idag har brant släntlutning och är erosionsskadat. Även ledningen under gångbanan behöver i så fall dimensioneras upp. D400-ledningen i Kraus väg avleds då också mot naturmarksytan söderut.

Om möjlighet finns kan dammen i stället anläggas längre söderut i betesmarken och vattnet ledas mellan koloniområdet österut. Denna lösning är dock osäker.



Figur 30. Naturmarksyta söder om Kraus väg.

Tabell 21. Kraus väg damm/dike

<b>Kraus väg damm/dike</b>	
Avrinningsområde	4
Area permanent vattenyta (m <sup>2</sup> )	600
Dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (l/s)	60
Årligt medelflöde (l/s)	1,2
Avrinningsområdets reducerade area (ha)	5,9
Ap/Ared (rek. 100-200)	120
Ndap (rek. 1-3)	2,4
Ytbelastning årligt genomsnitt (rek. <0,02) (m/h)	0,006
Ytbelastning vid dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (rek. <0,6) (m/h)	0,31
Djup permanent vattenvolym (m)	1-1,5
Reglerhöjd (m)	0,5-1,0
Omkringliggande mark del 1 (RH2000)	+3 till +4
VG befintlig ledning inlopp del 1 (RH2000)	Ca +3
VG befintlig ledning utlopp del 1 (RH2000)	+2,26
Omkringliggande mark del 2 (RH2000)	+3
VG befintlig ledning inlopp del 2 (RH2000)	+2,14
VG befintlig ledning utlopp del 2 (RH2000)	+1,76

En dagvattendamm föreslås med 600 m<sup>2</sup> permanent vattenyta där den första tredjedelen utgörs av en djupare sedimentationsbassäng med efterföljande grundare del för filtrering och flödesspridning. Ett strypt utlopp och en ovanliggande översvämningsszon med flacka växtbevuxna slänter föreslås ovanför den permanenta vattennivån där vattnet kan ställa sig

en tid under och efter regn för rening.



Figur 31. Damm/Dike vid Kraus väg.

### 6.2.2 Hagaparken

Till södra Hagaparken avrinner en del av kyrkogården och E4:an via en D375BTG. Dagvattenet föreslås renas i en dagvattendamm innan utloppet till Brunnsviken. En separat dränledning som avvattnar E4:an och ett stort naturmarksområde norrifrån har också sitt utlopp i denna punkt. Detta vatten renas till viss del i den översilningsyta som finns anlagd norrut men en ny ledning kan dras till dammen om det inte innebär några större kostnader för ytterligare efterpolering. På grund av det relativt lilla avrinningsområdet med hög föroreningsbelastning och den stora tillgängliga ytan så dimensioneras dammen något större än andra föreslagna anläggningar för att få en så bra reningseffekt som möjligt.



Figur 32. Yta vid aktuell plats för dagvattendamm.

Tabell 22. Hagaparken damm

<b>Hagaparken damm</b>	
Avrinningsområde	10, 11
Area permanent vattenyta (m <sup>2</sup> )	1300
Dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (l/s)	150
Årligt medelflöde (l/s)	2,2
Avrinningsområdets reducerade area (ha)	10,8
Ap/Ared (rek. 100-200)	120
Ndap (rek. 1-3)	3,3
Ytbelastning årligt genomsnitt (rek. <0,02) (m/h)	0,006
Ytbelastning vid dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (rek. <0,6) (m/h)	0,42
Djup permanent vattenvolym (m)	1,5
Reglerhöjd (m)	0,5-1
Omkringliggande mark (RH2000)	+4 till +3,5
VG befintlig ledning inlopp (RH2000)	+2,50
VG befintlig ledning utlopp (RH2000)	+1,5

En dagvattendamm med 1300 m<sup>2</sup> permanent vattenyta där den första tredjedelen utgörs av en djupare sedimentationsbassäng med efterföljande grundare del för filtrering och flödesspridning. Ett strypt utlopp och en ovanliggande översvänningszon med flacka växtbevuxna slänter föreslås ovanför den permanenta vattennivån där vattnet kan ställa sig en tid under och efter regn för rening.



Figur 33. Dagvattendamm i Hagaparken