

Solna stads åtgärdsprogram för Ulvsundasjön

Innehåll

1.	Inledning	4
2.	Metod.....	4
2.1.	Modell för beräkningar	5
3.	Ulvsundasjöns avrinningsområde och status	5
4.	Förbättringsbehov	8
4.1.	Föroreningsbelastning.....	8
4.2.	Hydromorfologiska faktorer	9
5.	Planerad bebyggelse.....	10
6.	Befintliga och planerade åtgärder	10
7.	Nedströms platsspecifika åtgärder.....	10
7.1.	Dagvattenstråk vid Huvudsta Hästgård (1).....	11
7.2.	Dagvattenstråk och dagvattendamm väster om Huvudsta Hästgård (2).....	13
7.3.	Skärmbassäng vid Pampas Marina (3)	17
8.	Lokala uppströmsåtgärder	21
8.1.	Nedsänkta växtbäddar och grönytor i gaturum.....	21
8.2.	Höjdskillnad mellan asfalterade ytor.....	23
8.3.	Kantparkering med växtbädd.....	25
8.4.	Kantparkering med rasteryta.....	25
8.5.	Övriga parkeringsytor.....	25
8.6.	Allmänna hårdgjorda ytor.....	26
9.	Andra åtgärder för dagvattenrening	26
10.	Övriga åtgärder	27
10.1.	Bottenbehandling båtar.....	27
10.2.	Tillsynsrelaterade åtgärder	27
10.3.	Vidare utredningar	27
11.	Beräkningar	27
11.1.	Indata.....	27
11.2.	Föroreningsbelastning.....	28
11.3.	Reningseffekt för platsspecifika nedströmsåtgärder.....	29
11.4.	Reningseffekt för lokala uppströmsåtgärder.....	30
11.5.	Reningseffekt för uppströmsåtgärder och platsspecifika nedströms åtgärder.....	32

12. Referenser.....	32
Bilaga 1: Samtliga avrinningsområden	33
Bilaga 2: Markanvändning avrinningsområde.....	34

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. 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.

Det pågår just nu ett arbete med att ta fram ett gemensamt lokalt åtgärdsprogram för Ulvsundasjön i samarbete med Sundbyberg och Stockholm. Ulvsundasjön är idag övergödd med höga halter av näringsämnen, särskilt fosfor. Koncentrationerna av miljögifter är också kraftigt förhöjda i vatten, sediment och fisk. Ulvsundasjön är idag klassad med måttlig ekologisk status och uppnår inte ej god kemisks status. Miljökvalitetsnormen är att Ulvsundasjön ska uppnå god ekologisk status senast 2021 och god kemisk status senast 2027.

”Solna stads åtgärdsprogram för Ulvsundasjön” beskriver förbättringsbehoven och redovisar de åtgärder som Solna stad avser att vidta för förbättrad vattenkvaliteten i Ulvsundasjön. Åtgärdsprogrammet är en del av arbetet med att ta fram ett kommungemensamt lokalt åtgärdsprogram för Ulvsundasjön. Rapporten presenterar tre platsspecifika samlade nedströmsåtgärder för att hantera föroreningsbelastning från befintlig bebyggelse och planerad exploatering. Därtill 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 samlade lösningar nedströms.

Med de tre platsspecifika nedströmsåtgärderna som redovisas i detta åtgärdsprogram uppfyller Solna stad sitt förbättringsbehov för fosfor i Ulvsundasjön med god marginal. Belastningsberäkningar av föroreningar i dagvatten för Solna stad till Ulvsundasjön har utförts och visar att förbättringsbehovet/betinget för staden är 64 kg fosfor per år. Solna stad klarar sitt beting med råge genom de tre föreslagna åtgärderna som summerar till 131 kg fosfor per år. Sammantaget täcker dessa åtgärder förbättringsbehovet för att miljökvalitetsnormerna i Ulvsundasjön ska kunna följas.

Därtill skulle de föreslagna lokala uppströmsåtgärderna bidra med ytterligare betydande minskning av fosforbelastning. Den största effekten av uppströmsåtgärder blir dock på föroreningar typiska för vägtrafik såsom tungmetaller och PAH.

2. Metod

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

Som underlag har bland annat tillgängliga kartunderlag använts och platsbesök har genomförts i samtliga avrinningsområden för att studera potentiella lokaliseringar av åtgärder.

Följande aspekter har tagits hänsyn till vid val av den platsspecifika åtgärden 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 har sedan beräknats och den samlade effekten jämförs mot det förbättringsbehov som tagits fram för respektive vattenförekomst som helhet.

2.1. Modell för beräkningar

Beräkning av föroreningsbelastning (kg/år) för respektive vattenförekomst, med och utan föreslagna platsspecifika åtgärder, har utförts med hjälp av StormTac. StormTac använder årsnederbörd 636 mm/år och schablonhalter för olika markanvändningar såsom villaområde, parkering, flerfamiljsbostadsområde och vägar med en angiven årsmedeldygntrafik (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 inte, reglervolym utöver permanent volym, temperatur och längd/breddförhållande.

Det finns osäkerheter gällande schablonhalter för de olika markanvändningarna. Även reningseffekten beror på många faktorer såsom skötsel, vindförhållanden, årstid och andra lokala förhållanden, som påverkar anläggningens funktion. Resultaten ska därför användas som indikation på belastning och rening, och inte 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.

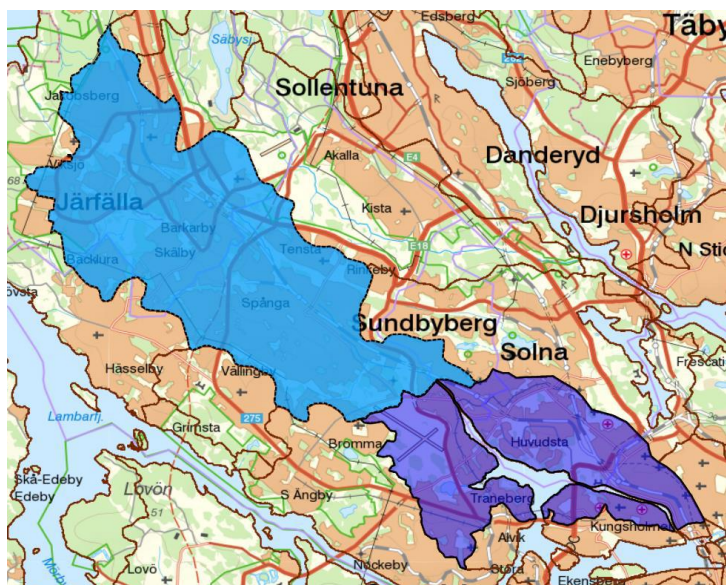
3. Ulvsundasjöns avrinningsområde och status

Mälaren-Ulvsundasjön står i förbindelse med de öppna delarna av Mälaren genom Tranebergssundet och Klara Sjö. Vattenförekomsten är ca 2 km² stor och består av de tre vattenområdena Bällstaviken-Ulvsundasjön, Karlbergskanalen–Klara Sjö och Lillsjön. Dess avrinningsområde delas av Stockholm, Solna och Sundbybergs kommun. Solnas andel av avrinningsområdet uppskattas till 36 %. Avrinningsområdena ses i Figur 1.



Figur 1. Mälaren-Ulvsundasjön och dess tillrinningsområden (Sweco. 2017)

Ett av tillflödena till Bällstaviken-Ulvsundasjön kommer från Bällstaån. För Bällstaån har ett åtgärdsprogram tagits fram (Stockholm stad och Stockholm Vatten, 2017), som anger ett beting för Bällstaån på 680 kg fosfor per år. Förbättringsbehovet för Ulvsundasjön kan därmed uppfyllas med åtgärder inom Bällstaåns avrinningsområde. Solna stad ingår dock inte i Bällstaåns avrinningsområde och i denna rapport har förbättringsbehovet och åtgärder för Ulvsundasjön tagits fram fristående från vad som faktiskt kan och kommer att åtgärdas inom Bällstaåns avrinningsområde.



Figur 2. Ulvsundasjöns (mörkblå) och Bällstaåns (ljusblå) avrinningsområde (Vatteninformationssystem Sverige, 2018)



B9

U1

U2

U3

U4

U5

U6

U10

U11

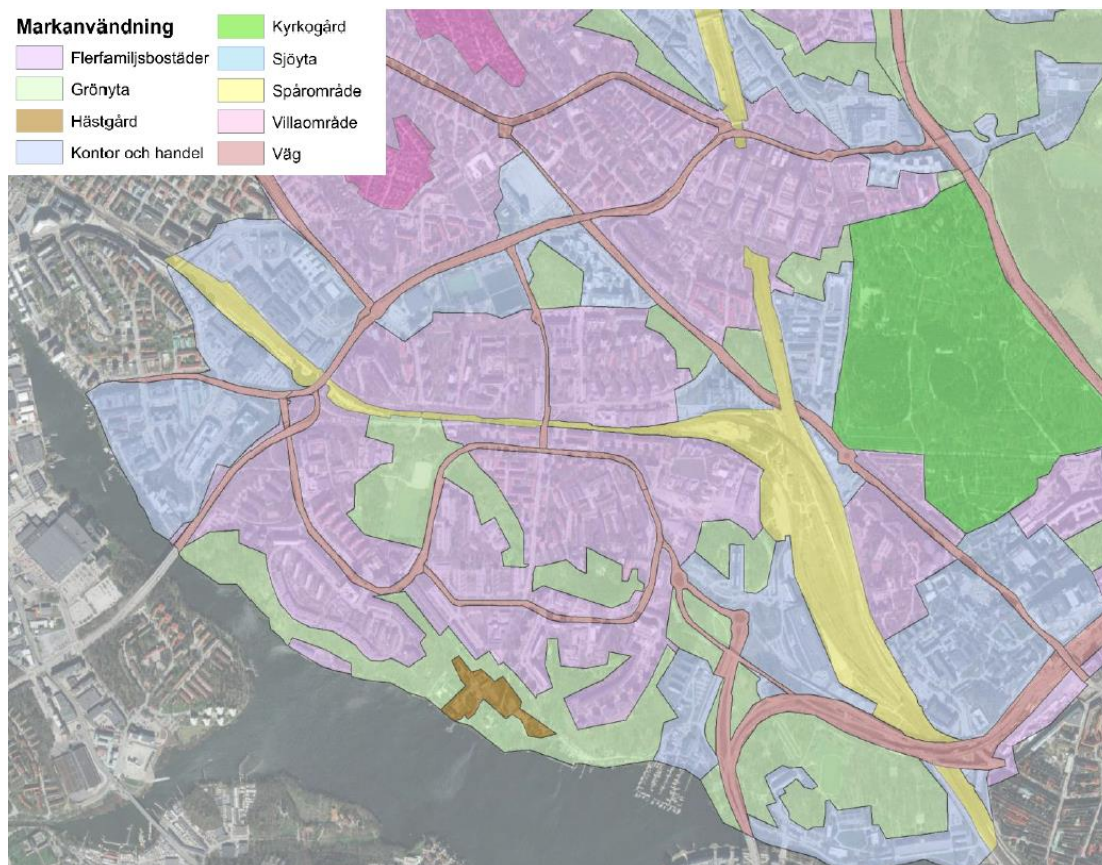
U7

U8

U9

U

Karterad markanvändning i Ulvsundasjöns avrinningsområde inom Solna stad visas i Figur 4. Karta över all markanvändning i Solna stad finns i Bilaga 2.



Figur 4. Karterad markanvändning i Ulvsundasjöns avrinningsområde inom Solna stad.

4. Förbättringsbehov

4.1. Föroreningsbelastning

I underlaget till det lokala åtgärdsprogrammet för Mälaren-Ulvsundasjön från 2017 har ett förbättringsbehov tagits fram för fosforbelastningen, vilket var det ämne där ett tydligt förbättringsbehov kunde konstateras. Även om inga förbättringsbehov finns fastställda för övriga ämnen så beaktas och beräknas rening av tungmetaller, PAH m.m. vid utformning av åtgärder.

Belastningsberäkningar av föroreningar i dagvatten för Solna stad till Mälaren-Ulvsundasjön har utförts separat i denna rapport. En sammanställning av belastning och förbättringsbehov av fosfor kan ses i Tabell 1.

Tabell 1. Beräknade belastning och förbättringsbehov av fosfor för Mälaren-Ulvsundasjön (Bällstaviken-Ulvsundasjön och Karlbergskanalen-Klara sjö).

	Bällstaviken-Ulvsundasjön (inkl. Lillsjön) (kg/år)	Karlbergskanalen-Klara sjö (kg/år)	Totalt (kg/år)
Total belastning (LÅP Ulvsundasjön, Sweco, 2017)	1650	212	1862
Belastning Solna stad (29%) (WSP, 2018)	464	69	533
Totalt förbättringsbehov (LÅP Ulvsundasjön, Sweco, 2017)	114	63	177
Solna stads förbättringsbehov utifrån andel av belastning (WSP, 2018)	32	20	51
Solna stads förbättringsbehov utifrån andel av avrinningsområdet (36%)	41	23	64

Förbättringsbehovet för Solna stad blir alltså högre med utgångspunkt i andel avrinningsområde jämfört med beräknad belastning av fosfor. Det kan tolkas som att Solna stads markanvändning procentuellt bidrar med lägre fosforbelastning än övriga avrinningsområdet. Metodik och indata såsom karterad markanvändning, schablonhalter och använd årsnederbörd vid beräkningar av belastning av fosfor kan dock skilja sig åt i utredningarna vilket påverkar resultaten och kan förklara skillnaden.

Det högre förbättringsbehovet på **64 kg/år** föreslås användas för vidare jämförelse vid framtagna åtgärdsförslag.

För reduktion av miljögifter som överskrider gränsvärdena och bidrar till ej god kemisk status krävs rening av dagvatten och efterbehandling av förorenad mark och sediment. 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 många båtar inom Solna. I Ulvsundasjöns avrinningsområde i Solna finns flera båtuppläggningsplatser och småbåtshamnar.

4.2. Hydromorfologiska faktorer

Något som är viktigt för hur sjöar och havsvikar fungerar är hur stränderna ser ut. Det är här som mycket av reproduktionen av fisk sker, i strandnära vegetationsrika områden där ägg kan läggas samt yngel och småfiskar kan leva, gömma sig och hitta föda. I den stora organiska aktivitet som sker här, sker även en stor nedbrytning av föroreningar.

En stor del av marken inom Mälaren-Ulvsundasjöns svämplan skattas som intensivt använd mark. De naturliga stränderna är ersatta av kajer och stenslänter. Med ett storskaligt tekniskt ingripande är det sannolikt möjligt att genomföra förändringar som på sikt kommer att förbättra klassningen. Det är dock svårt att i dagsläget se tekniskt möjliga och ekonomiskt rimliga åtgärder som kan höja parametrarna konnektivitet och morfologiskt tillstånd till god status. Åtgärder som hindrar att den hydromorfologiska statusen ytterligare försämras kan vara att motverka exempelvis trädfällning nära vattnet så att graden av beskuggning inte minskar och att exploatera den naturliga strandlinje som finns kvar vid nybyggnationer (Sweco, 2017).

Hydromorfologiska faktorer behöver endast klassificeras när de biologiska kvalitetsfaktorerna visar på att statusen är hög. Det är också ett stöd till den parametern d.v.s. när den ekologiska statusen ska beslutas som god eller hög.

För att få en bättre uppfattning om strandzonerna och påverkan på hydromorfologin bör en biotopkartering genomföras.

5. Planerad bebyggelse

Ett antal planer pågår i avrinningsområdet. Majoriteten av dessa planer är förtätning av befintlig bebyggelse och omvandling till bostäder. Den planerade bebyggelsen har inkluderats i markkarteringen och föroreningsbelastningsberäkningarna.

6. Befintliga och planerade åtgärder

Inga större befintliga reningsanläggningar för dagvatten finns inom Solnas avrinningsområde till Ulvsundasjön.

7. Nedströms platsspecifika åtgärder

Förklaring av urvalskriterier för åtgärdsförslagen finns i kapitel 2 om metod. För mer generella beskrivningar av hur anläggningarna fungerar, förklaring av dimensionerande parametrar och uppskattade generella kostnader per anläggningstyp se rapporten ”Solna stads åtgärdsprogram för Brunnsviken”.

En översikt med de platsspecifika åtgärderna för Ulvsundasjön visas i Figur 5.

Eftersom det inte bedöms vara realistiskt att på så kort tid som tio år omdana avrinningsområdets bebyggda delar i tillräcklig omfattning måste detta långsiktiga arbete kombineras med mer kortsiktigt resultatnriktade nedströmsåtgärder för att reningsbetingen ska kunna nås till 2027.



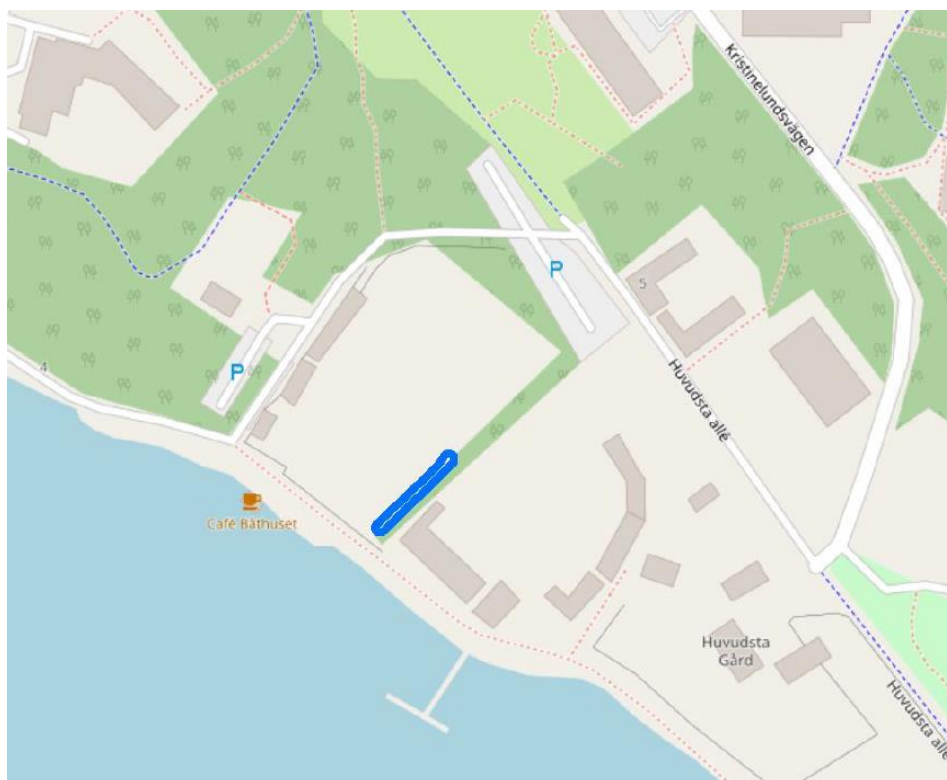
Figur 5. Platsspecifika åtgärder för Ulvsundasjön.

7.1. Dagvattenstråk vid Huvudsta Hästgård (1)

Avledning från Huvudsta hästgård sker idag via en D600 ledning ca 2,5 meter under markytan direkt ut till Ulvsundasjön. Området som avleds via diket är ca 3,8 hektar stort och består till största del av hästgårdens bebyggelse samt grönytor. Mellan hästgården och strandkanten finns ett grönområde med en lämplig plats för ett öppet dagvattenstråk längst med staketet till poolområdet.

Solna stad har anlagt en badplats vid strandkanten nedanför hästgården och poolområdet. På grund av hästgården är det sannolikt att dagvattnet från detta område innehåller höga koncentrationer av näringsämnen och därför krävs rening av dagvattnet innan det släpps ut i Ulvsundasjön.

En översikt av åtgärden visas i Figur 6.



Figur 6. Översikt av dagvattenstråk vid Huvudsta Hästgård.

Ett cirka 50 m långt och 0,5 meter djupt dagvattenstråk med en anläggningsyta på 200 m² föreslås längst med staketet till poolområdet. Botten på stråket görs så brett som möjligt för att möjliggöra infiltration. 0,5 meter under stråket anläggs ett dräneringsskikt med dränledning. En ny brunn med kupolsilsbetäckning sätts på befintlig D600 som på sätt dämmer systemet upp till kupolsilsbetäckningens underkant. Vid regn flödar dagvattnet upp ur brunnen och ut på ytan. En sådan dämning fungerar endast i områden där skillnad i nivå mellan marknivå längre uppströms och kupolsilsbrunnens nivå är tillräckligt hög för att vattnet ska kunna dämna upp till ytan före det svämmas över uppströms. Dämnen föreslås anläggas med jämna mellanrum för att skapa en så lång uppehållstid för dagvattnet på ytan som möjligt, vilket främjar infiltrationen. I slutet av stråket leds vattnet tillbaka till befintlig ledning via en bräddbrunn. Befintlig ledning parallellt med diket slopas.

Genom att låta växtlighet etableras i stråket minskar flödes hastigheten och reningseffekten ökar. Skötsel av anläggningen består av slamsugning av sandfången och årlig slåtter med upptag av växtligheten. En bieffekt av anläggningen är att det bildas en ekologiskt värdefull biotop i kanten av poolområdet.

Åtgärdsförslag visas i Figur 7.



Figur 7: Åtgärdsförslag dagvattenstråk vid Huvudsta hästgård.

Dimensionerande parametrar för åtgärdsförslaget visas i Tabell 2.

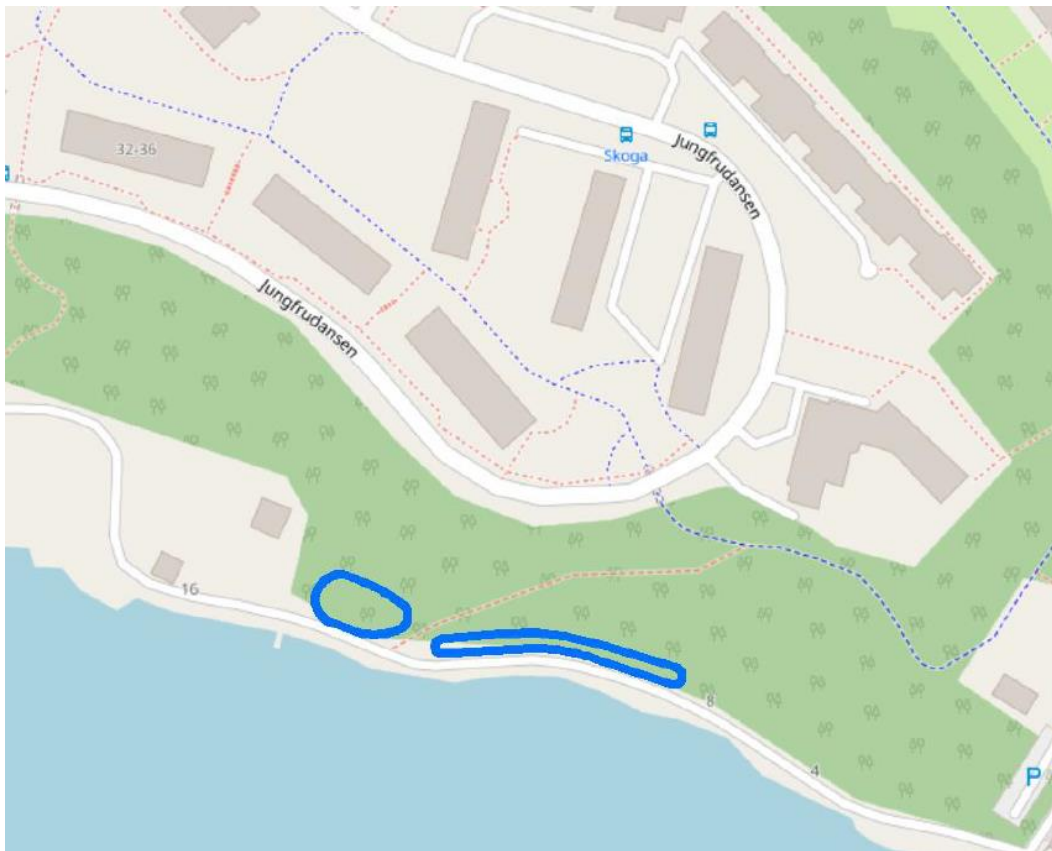
Tabell 2. Dimensionerande parametrar för dagvattenstråk vid Huvudsta hästgård.

Dagvattenstråk	
Avrinningsområde	U8
Anläggningsyta (m ²)	200
Dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (l/s)	8
Årligt medelflöde (l/s)	0,1
Avrinningsområdets reducerade area (ha)	0,54
Anläggningsyta/Ared (rek. >100)	370
Omkringliggande mark (RH2000)	+2 till +4
VG befintlig ledning inlopp (RH2000)	+1,6
VG befintlig ledning utlopp (RH2000)	+0,13

7.2. Dagvattenstråk och dagvattendamm väster om Huvudsta Hästgård (2)

En bergborrard D1400 ledning avleder dagvatten från ett cirka 170 hektar stort område ut i Ulvsundasjön väster om Huvudsta hästgård. Ledningen går under ett par befintliga byggnader längs med strandkanten. Närmast strandkanten går en gång- och cykelväg och innanför den finns ett långsmalt grönområde. Här föreslås ett öppet dagvattenstråk följt av en dagvattendamm.

En översikt av åtgärden visas i Figur 8.



Figur 8. Översikt av dagvattenstråk och damm väster om Huvudsta hästgård.

Husen ovanpå den befintliga utloppsledningen och ytan för dagvattenstråk visas i Figur 9 och 10.



Figur 9. Husen ovanpå den befintliga utloppsledningen



Figur 10. Grönyta direkt väster om utloppsledningen.

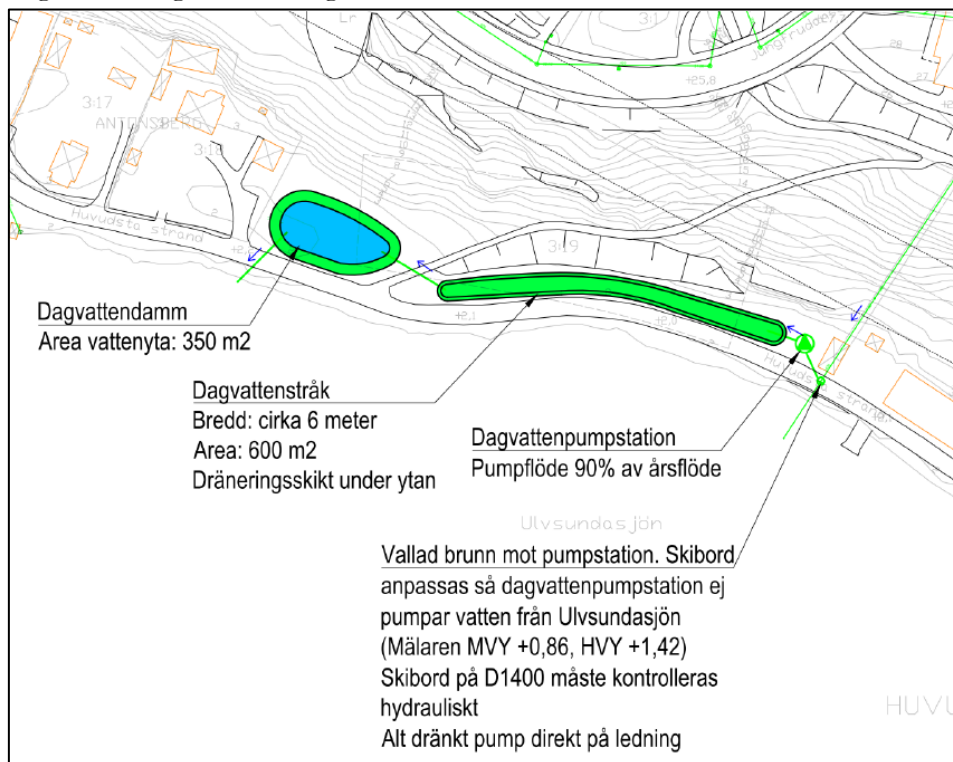
Ett 90 m långt dagvattenstråk med en anläggningsyta på totalt **600 m²** föreslås dit dagvatten pumpas från en befintlig D1400-ledning. Från stråket leds sedan dagvattnet vidare till en dagvattendamm och vidare ut i Ulvsundasjön. Pumpflödet föreslås ansättas till 90% av årsflödet i D1400-ledningen. För att undvika att Ulvsundasjön stiger upp bakåt till pumpstationen bör en brunn med skibord anläggas på huvudledningen. Mälaren har en medelvattenyta på +0,86 och en högvattenyta på +1,42. D1400-ledningen måste kunna avleda flöden vid stora regn som inte ska pumpas till reningsanläggningen varför skibordet inte får anläggas för högt och därmed reducera flödeskapaciteten i ledningen. Kapaciteten vid olika skibordsnivåer bör därför utredas. Alternativt sätts en dränkbar pump direkt på befintlig D1400-ledningen. Mängden vatten som pumpas per år reduceras då dock då en del kommer rinna förbi pumpen direkt ut till Ulvsundasjön.

Diket anläggs med ett djup på ca 0,5 m med flacka slänter. Beroende på markens genomsläpplighet kan ett dräneringsskikt anläggas en halvmeter under botten. Vattnet leds vidare från dagvattenstråket via ledning under befintlig gång- och cykelväg till en dagvattendam.

En dagvattendamm med en permanent vattenyta på **350 m²** föreslås efter dagvattenstråket. Första tredjedelen av dammen utgörs av en djupare sedimentationsbassäng med efterföljande grundare del för filtrering och flödesspridning. Ett strypt utlopp och en ovanliggande översvämningszon med flacka växtbevuxna slänter föreslås ovanför den permanenta vattennivån där vattnet kan ställa sig en tid under och efter regn för rening. Från dammen leds vattnet sedan ut i Ulvsundasjön 160 m väster om befintligt utlopp.

Som alternativ till dagvattenstråk och damm kan en skärmbassäng anläggas men naturvärden längst strandkanten bör i största möjliga mån bevaras.

Åtgärdsförslaget visas i Figur 11.



Figur 11. Åtgärdsförslag dagvattenstråk och dagvattendamm väster om Huvudsta hästgård.

Dimensionerande parametrar för åtgärdsförslaget visas i Tabell 3 och 4.

Tabell 3. Dimensionerande parametrar för dagvattenstråk väster om Huvudsta hästgård.

Dagvattenstråk	
Avrinningsområde	U1
Anläggningsyta (m ²)	600
Dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (l/s)	550
Årligt medelflöde (l/s)	17,1
Avrinningsområdets reducerade area (ha)	85
Anläggningsyta/Ared (rek. >100)	7
Omkringliggande mark (RH2000)	+2,5
VG befintlig ledning inlopp (RH2000)	+1,02
VG befintlig ledning utlopp (RH2000)	+0?

Tabell 4. Dimensionerande parametrar för dagvattendamm väster om Huvudsta hästgård.

Dagvattendamm

Avrinningsområde	U1
Area permanent vattenyta (m ²)	350
Dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (l/s)	550
Årligt medelflöde (l/s)	17,1
Avrinningsområdets reducerade area (ha)	85
Anläggningsyta/Ared (rek. >100)	4,1
Ndap (rek. 1-3)	0,08
Ytbelastning årligt genomsnitt (rek. <0,02) (m/h)	0,18
Ytbelastning vid dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (rek. <0,6) (m/h)	5,66
Djup permanent vattenvolym (m)	1,5
Reglerhöjd (m)	0,5
Omkringliggande mark (RH2000)	+2,5

7.3. Skärmbassäng vid Pampas Marina (3)

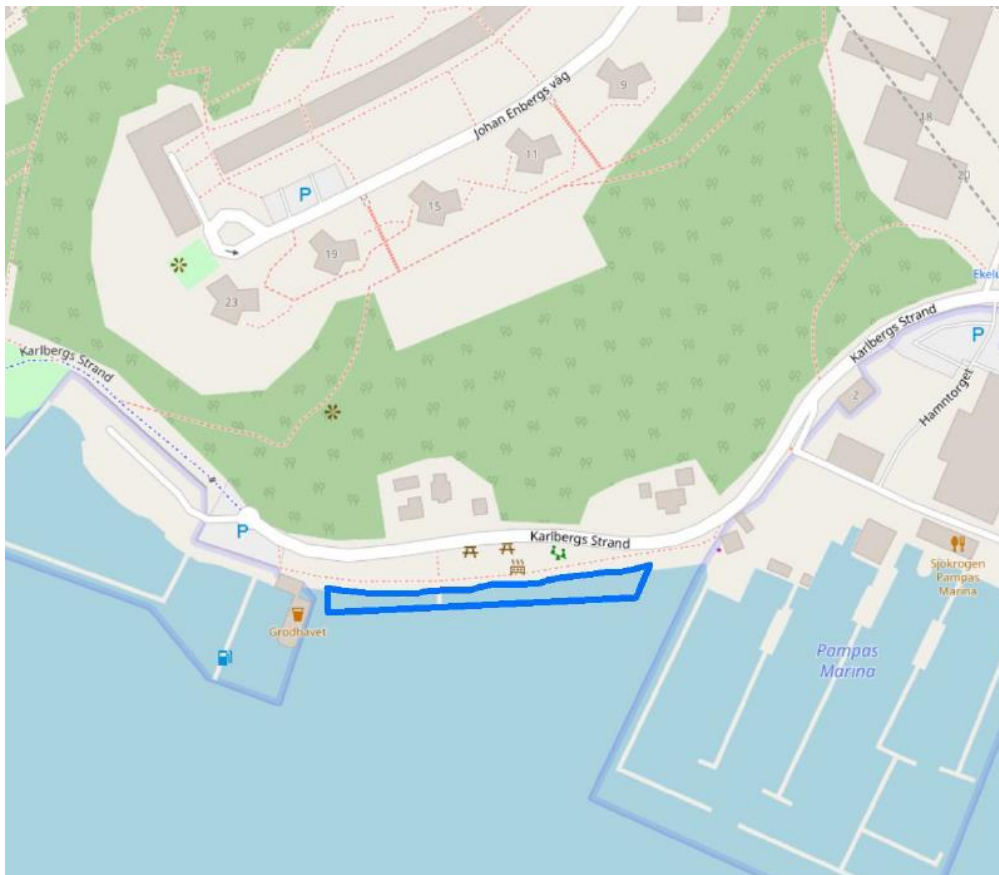
Ett 290 hektar stort område till största del bestående av hårdgjorda ytor avleds via en bergborrad D1400 ledning till Ulvsundasjön väster om Pampas Marina. Även en mindre D500 ledning mynnar 60 m västerut. Reningsåtgärder i detta område är mycket viktigt då det är det största delavrinningsområdet inom Ulvsundasjöns avrinningsområde.

På grund av ledningens djup och att den till största del går under en 30–40 meter hög bergsknalle och tätbebyggda områden är det svårt att skapa en landbaserad anläggning för fördröjning och rening av dagvattnet uppströms. Även vid utloppet lutar området kraftigt ner mot vattnet och det finns få ytor för landbaserade dagvattenanläggningar. Strandzonen är också redan kraftigt påverkad på grund av Pampas Marina och en skärmbassäng med flytande våtmark anses därför som den mest lämpliga lösningen för detta område. Skärmbassängen föreslås anläggas mellan de två befintliga bryggorna, men storlek och utformning kan anpassas.

En skärmbassäng kan vara en tillfällig lösning för att förhindra spridning av dagvattenföroreningar i vattenförekomsten under övergången av större nedströms anläggningar nära recipienten till uppströms lokala åtgärder.

Det rekommenderas att ett provtagningsprogram för skärmbassängen upprättas. Provtagning av vattnet och sedimenten görs vid inlopp och utlopp samt i delsektioner av anläggningen. Eftersom flödesproportionell provtagning ej är möjlig i en skärmbassäng utvärderas anläggningens funktion genom att jämföra resultaten i de olika delsektionerna med halter i recipienten. Om reningsanläggningen fungerar som avsett bör provtagningsresultatet visa en koncentrationsgradient där de högsta halterna av föroreningar i ytvatten och mängd sediment föreligger i början av reningsanläggningen för att sedan avta mot utloppet.

En översikt över åtgärden visas i Figur 12. Närliggande grönyta visas i Figur 13.



Figur 12. Översikt av skärmbassäng vid Pampas Marina.



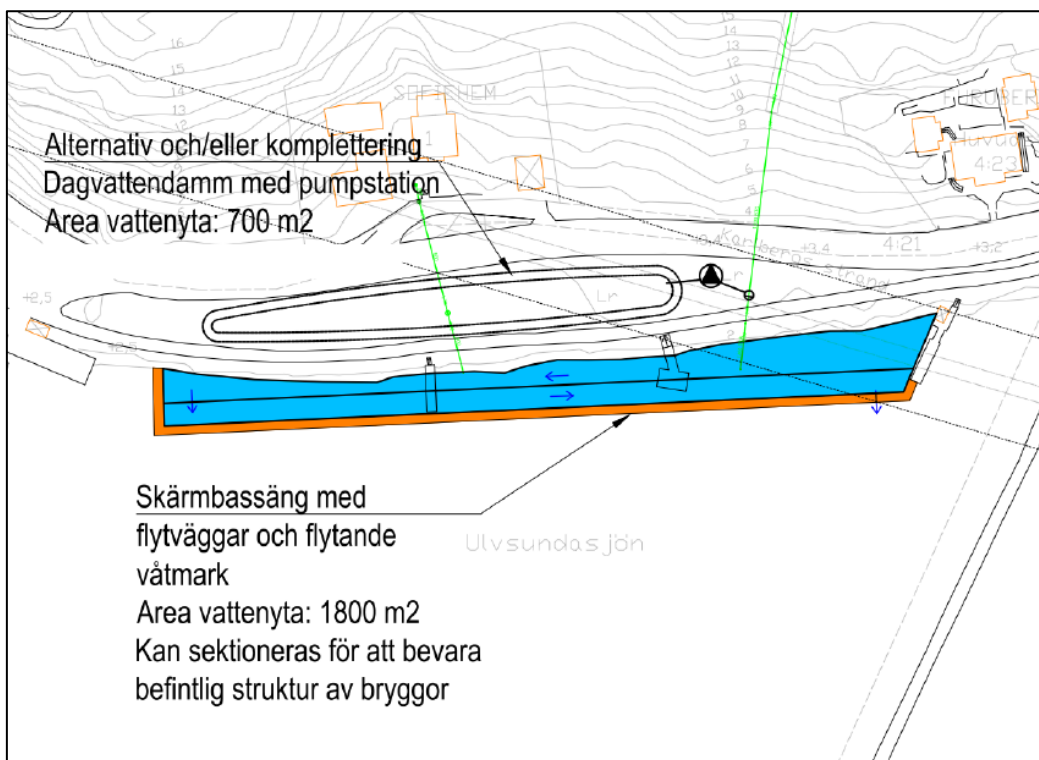
Figur 13: Grönya vid strandkanten väster om Pampas Marina.

För fortsatta beräkningar antas det att en skärmbassäng anläggs mellan Pampas Marina och bryggorna väster om Sofiehem vilket innebär en **1800 m²** stor skärmbassäng. Detta ger en relativt låg A_p/A_{red} med hänsyn till områdets storlek och den kan göras större om det anses möjligt, med ökad reningsgrad som följd. Om dagvattenledningens utlopp visa sig vara längre ut i sjön än angivet i ledningsunderlaget måste skärmbassängens utformning anpassas efter det och göras större. Flödet tas in i den östra delen av bassängen och leds sedan väster ut längst med strandkanten och sedan öster ut igen till utloppet som även det är beläget på östra sidan, avskild från inloppet med en flytvägg för att skapa en så lång rinnsträcka och låg flödes hastighet som möjligt.

I bassängen föreslås flytande våtmarker anläggas för att fånga de lösta fraktionerna som inte 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. En inmätning av bottennivåer i viken bör ske för att kunna avgöra möjligt djup för skärmbassängen och om muddring av botten närmast strandkanten krävs. De översiktliga beräkningarna nedan har utgått från en 2 meter djup skärmbassäng.

Som kompletterande eller alternativ anläggning till skärmbassängen skulle den smala remsan med grönyta mellan gång- och cykelvägen och bilvägen kunna användas för en dagvattendamm.

Åtgärdsförslag visas i Figur 14.



Figur 14. Åtgärdsförslag skärmbassäng vid Pampas Marina.

Dimensionerande parametrar för åtgärdsförslaget visas i Tabell 5.

Tabell 5. Dimensionerande parametrar för skärmbassäng vid Pampas Marina.

Skärmbassäng	
Avrinningsområde	U1
Area permanent vattenyta (m ²)	1800
Dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (l/s)	750
Årligt medelflöde (l/s)	24,2
Avrinningsområdets reducerade area (ha)	120
Anläggningsyta/Ared (rek. >100)	15
Ndap (rek. 1-3)	0,41
Ytbelastning årligt genomsnitt (rek. <0,02) (m/h)	0,048
Ytbelastning vid dimensionerande flöde, 90% av årsflöde (rek. <0,6) (m/h)	1,50
Djup permanent vattenvolym (m)	2,00
Medelvattenyta Ulvsundasjön (m)	+0,86
VG befintlig ledning inlopp (RH2000)	+0?

8. Lokala uppströmsåtgärder

Genom fältobservationer, diskussion med Solna stad och karteringar med erhållet underlag har ett antal områden inom Ulvsundasjöns avrinningsområde lokaliserats där potentiella dagvattenåtgärder såsom växtbäddar och infiltrationsytor kan utföras i exempelvis gaturum och vid parkeringar. Sådana lösningar utförs gärna i samband med annan ombyggnation för att uppnå kostnadseffektivitet. Dessa lösningar kan ge stora förbättringar av miljö och naturvärden på lång sikt, integrerat med en urban grönstruktur och bör beaktas i och med den framtida övergången/kompletteringen av större nedströms anläggningar nära recipienten till uppströms lokala åtgärder.

8.1. Nedsänkta växtbäddar och grönytor i gaturum

Många av Solnas gator är idag redan planterade med växtbäddar eller har en intilliggande grönyta. Dessa har dock idag kantsten eller cortenstålskanter och är upphöjda över körbanan vilket hindrar avrinning av dagvatten till ytan. Förslag är att vid upprustning av gator även öppna upp kantstenen och låt vattnet rinna ytligt till växtbäddarna eller grönytan, förutsatt att gatans lutning tillåter detta. Det går även vid upprustning av gator att anlägga nya växtbäddar och grönytor intill gatorna.

Exempel visas i Figur 15, 16, 17 och 18.



Figur 15. Exempel på gata med befintliga växtbäddar med kantsten i Solna (Google Maps, 2018).



Figur 16. Exempel på bred, lågt trafikerad gata i Solna som kan anpassas med växtbäddar.



Figur 17. Exempel på större gata med intilliggande grönyta som ligger högre än körbanan i Solna.



Figur 18. Exempel på gata och parkering med växtbädd med cortenstålskant i Solna.

8.2. Höjdskillnad mellan asfalterade ytor

Det finns många gator där en höjdskillnad mellan två parallella asfaltytor tas upp med en slänt. Genom att dela upp denna yta i två nivåer med en mellanliggande stödmur kan ytan användas för en hållbar dagvattenhantering. Under lågpunkt läggs en dräneringsledning som skydd mot skadligt höga grundvattennivåer, och leder bort vatten efter den rening och fördröjning som sker i den gröna ytan. Principen är att öppna upp kantsten eller göra spygattbrunn till intilliggande grönyta på den sidan av vägen som vägen skevar mot. Exempel visas i Figur 19, 20 och 21.



Figur 19. Exempel på två ytor med höjdskillnad och mellanliggande grön slänt i Solna.



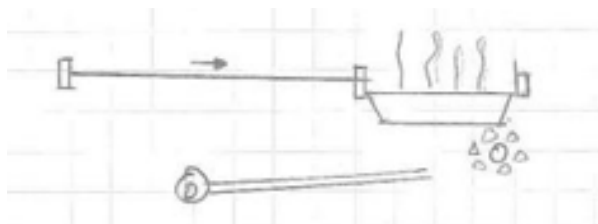
Figur 20. Exempel på två ytor med höjdskillnad och mellanliggande grön slänt i Solna.



Figur 21. Exempel på två ytor med höjdskillnad och mellanliggande grön slänt i Solna.

8.3. Kantparkering med växtbädd

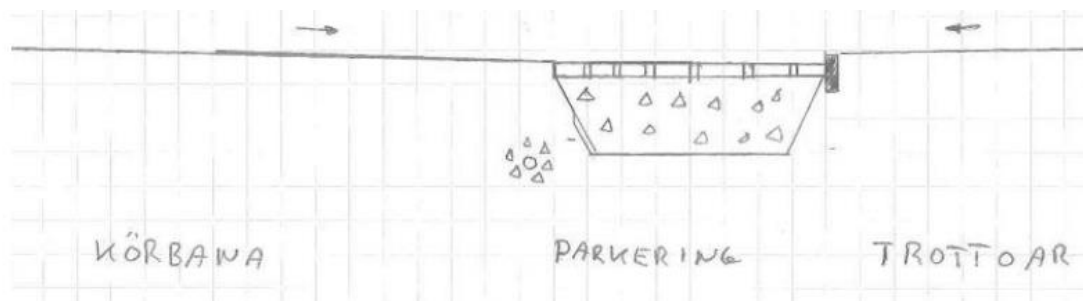
Genom att ta bort sista kantparkeringen, i ett område med kantparkering, där oftast dagvattenbrunnar är belägna och bygga om den till växtbädd får denna växtbädd en area på 12 m². En dagvattenbrunn avvattnar ofta mellan 300–600 m² hårdgjord yta, vilket ger en andel på ca 2–4 %.



Figur 22. Exempel på växtbädd vid kantparkering på lokalgata.

8.4. Kantparkering med rasteryta

En annan metod är att ersätta ytorna där kantparkeringen är med en rasteryta eller gräsarmeringsyta, som det även kallas. Asfalten tas bort och ersätts med gräsarmering som läggs på singel. Hållrummen fylls med sandig matjord och sås med frön för torra jordar. Ca 10% av den avvattnade ytan består då av armerat gräs. På denna plats är det en busshållplats där bussen då kör på gräsarmering istället för asfalt.



Figur 23. Exempel på rasteryta vid kantparkering.

8.5. Övriga parkeringsytor

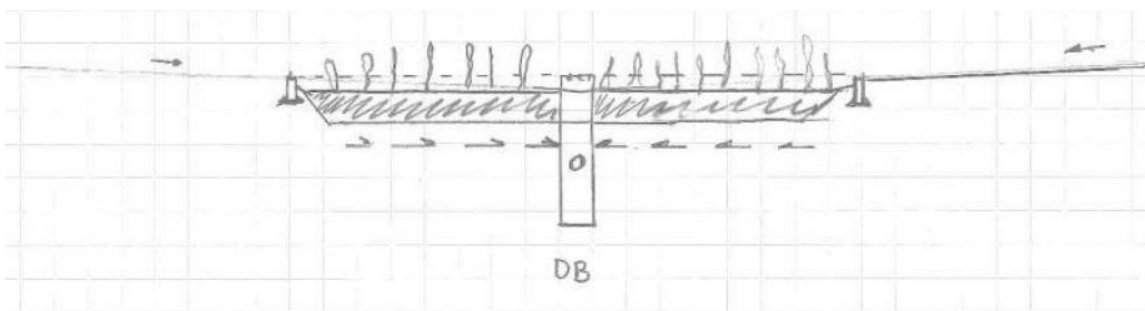
Flertalet större parkeringsytor har idag upphöjda grönytor för avgränsning mellan platserna och avleder idag sitt dagvatten till dagvattenbrunnar. Genom att sänka ytan och öppna upp kantstenen skapas en yta för infiltration och fördröjning.



Figur 24. Exempel på parkeringsyta med upphöjda grönytor och kantsten i Solna.

8.6. Allmänna hårdgjorda ytor

Att skapa växtbäddar i torgytor är en metod att skapa rening och fördröjning samordnat med en mer grönskande kommun. Principen är densamma som för vägar och parkeringar.



Figur 25. Exempel på växtbädd runt befintlig dagvattenbrunn på torgyta.

Bilden ovan visar ett exempel där man skapar växtbäddar runt en befintlig dagvattenbrunn. Granitkantsten sätts med överkant lika med markyta. Dagvattenbrunnen höjs så att överkant brunn hamnar lika högt som kantstenens överkant. Den fungerar då som bräddningsbrunn innan vatten stiger så högt att torgytan översvämmas.

9. Andra åtgärder för dagvattenrening

I detta åtgärdsprogram har öppna, gröna och hållbara dagvattenlösningar valts som huvudalternativ för rening och fördröjning. Det finns dock alternativ till sådana anläggningar under mark som har fördelen att den inte tar någon yta i anspråk. Exempel på sådana lösningar är att spränga ett underjordiskt sedimenteringsmagasin och/eller anlägga avsättningsmagasin i betong på de djupa bergborrade ledningarna som har sitt utlopp i Ulvsundasjön. Nackdelar är en hög anläggningskostnad och att inte rening av lösta fraktioner sker.

10. Övriga åtgärder

Det finns även andra typer av åtgärder, som omfattar andra områden än dagvattenhantering, med bäring på Ulvsundasjöns vattenkvalitet. Nedan presenteras några av de mest relevanta för Solna stad.

10.1. Bottenbehandling båtar

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 många båtar. En möjlig åtgärd mot ytterligare förorening av TBT kan vara att staden gör en inventering vid båtuppläggningsplatserna och verkar för båtägarna ifråga åtgärda problemet. Även andra båtbottenfärger med toxiskt innehåll kan identifieras vid samma tillfälle.

Behovet av båtbottenfärg på fritidsbåtar kan minskas genom att uppmuntra båtbottentvätt samt att sanering av marken vid uppläggningsplatserna sker.

10.2. Tillsynsrelaterade åtgärder

För att minska belastningen på Ulvsundasjön är tillsynsrelaterade åtgärder möjliga mot exempelvis kolonistugeföreningar och gårdar med djurhållning. En ytterligare möjlig åtgärd är att ställa krav på verksamhetsutövare att ha kunskap om funktion av verksamhetens befintliga reningsanläggningar samt att tydliga rutiner och driftsinstruktioner för anläggningarna finns. Åtgärderna syftar till att minska belastningen av främst fosfor, TBT, bly, kadmium och PFOS, men i viss mån även bekämpningsmedel.

10.3. Vidare utredningar

I samverkan med övriga kommuner bör vidare utredningar genomföras för att stärka den gemensamma bilden av Ulvsundasjöns miljösituation.

11. Beräkningar

Beräkning av föroreningsbelastning (kg/år) för respektive vattenförekomst, med och utan föreslagna platsspecifika åtgärder, har utförts med hjälp av StormTac. Se avsnitt 2.1 för mer information.

11.1. Indata

I Tabell 6 visas indata till föroreningsberäkningar i form av markanvändning per avrinningsområde.

Tabell 6. Markanvändning per avrinningsområde.

Avrinningsområde	Grönyta	Handel - och verksamhetsområde	Flerfamiljsbostäder	Villaområde	Järnväg	E4 (ÅDT 55000)	Solnavägen (ÅDT 15000)	Enköpingsvägen (ÅDT 30000)	Frösundaleden (ÅDT 20000)	Råsundavägen (ÅDT 10000)	Tritonvägen (ÅDT 5000)	Huvudstavägen (ÅDT 5000)	Armégatan (ÅDT 5000)	Storgatan (ÅDT 5000)	Huvudstaleden (ÅDT 10000)	Grängsgatan (ÅDT 5000)	Hästgård	Kyrkogård	Sjöyta	Totalt
U1	15.6	35.1	98.0	6.2	7.8				3.2	1.1	0.4	0.4	0.9	2.1	0.5	2.6				174.1
U2		8.8																		9.8
U3		11.2	0.2																	11.5
U4		0.1	3.6										0.7	1.0						5.4
U5	1.8		8.9										0.7	0.6						12.0
U6	6.3		1.3																	7.5
U7	3.3		0.1														0.1			3.4
U8	1.5		0.2														1.9			3.6
U9	1.3																0.5			1.8
U10	1.8		1.5											0.9						4.3
U11	9.2		10.6														1.7			22.3
U12	26.8	50.0	124.2	1.9	11.1	0.5	7.5		1.7	0.2		1.1	1.3	1.0				70.8		297.9
U13	1.6	5.5																		7.1
U14	11.7	19.0	2.3		23.6	7.4														64.1
U15	8.8	10.5				1.2														20.6
U16	13.5	23.9	1.9		5.0	9.3	0.5													54.1
Tot:	103.2	164.3	252.7	8.2	47.6	18.5	8.0		4.9	1.3	1.4	1.5	2.9	5.4	2.2	2.6	4.1	70.8		

11.2. Föroreningsbelastning

Föroreningsbelastningen har beräknats för respektive delavrinningsområde och visas i Tabell 7. Planerade exploateringar har inkluderats, dock inte justerade för eventuella lokala dagvattenåtgärder då det är osäkert i vilken grad det är planerade att genomföras.

Tabell 7. Befintlig föroreningsbelastning (kg/år) från avrinningsområde utan åtgärdsförslag.

Avrinningsområde	Enhet	Fosfor (P)	Kväve (N)	Bly (Pb)	Koppar (Cu)	Zink (Zn)	Kadmium (Cd)	Krom (Cr)	Nickel (Ni)	Kvicksilver (Hg)	Suspenderade partiklar (SS)	Olja	PAH
U1	kg/år	150	1100	8.5	16	66	0.39	5.2	5	0.021	43000	510	0.31
U2	kg/år	12	96	0.84	1.1	6.3	0.041	0.25	0.39	0.0025	4500	64	0.026
U3	kg/år	15	110	1	1.2	7.4	0.051	0.26	0.46	0.0026	5200	76	0.031
U4	kg/år	5	44	0.26	0.67	2.5	0.011	0.23	0.18	0.0011	1600	16	0.011
U5	kg/år	9.5	70	0.47	1.1	3.7	0.021	0.4	0.32	0.0013	2500	25	0.019
U6	kg/år	1.4	13	0.072	0.15	0.48	0.0031	0.055	0.052	0.00014	340	3.3	0.0022
U7	kg/år	0.25	3.8	0.014	0.029	0.079	0.00053	0.009	0.011	0.000031	67	0.59	0.00018
U8	kg/år	1.5	14	0.027	0.067	0.16	0.0013	0.014	0.01	0.000039	280	1.1	0.00029
U9	kg/år	0.39	4.2	0.0077	0.019	0.042	0.00033	0.0036	0.0037	0.000013	76	0.29	0
U10	kg/år	2.3	23	0.11	0.3	1	0.0048	0.1	0.08	0.00054	720	7.3	0.0042
U11	kg/år	12	87	0.54	1.2	3.9	0.025	0.44	0.36	0.0012	2900	27	0.02
U12	kg/år	200	1600	12	23	93	0.54	7	6.7	0.029	64000	700	0.41
U13	kg/år	7.2	53	0.5	0.57	3.6	0.025	0.13	0.23	0.0013	2600	38	0.015
U14	kg/år	47	490	4.2	8.7	48	0.12	2	2.3	0.0089	18000	210	0.16
U15	kg/år	16	120	1.3	1.9	12	0.053	0.46	0.62	0.0031	6200	79	0.044
U16	kg/år	53	420	5	9	57	0.15	2.3	2.5	0.01	22000	230	0.19
Tot	kg/år	533	4248	35	65	305	1	19	19	0	173983	1988	1

11.3. Reningseffekt för platsspecifika nedströmsåtgärder

Resultaten i Tabell 8 och 9 visar att med föreslagna åtgärder så uppfyller Solna stad sitt förbättringsbehov för fosfor Ulvsundasjön, 64 kg/år. Den anläggning som avskiljer absolut mest fosfor är skärmbassängen vid Pampas Marina. Denna anläggning avskiljer dock främst partikelbunden fosfor. För att avskilja så stor del löst, biotillgänglig fosfor som möjligt krävs även anläggningarna såsom dagvattenstråk och dammar. Dagvattenstråket och dagvattendammen väster om Huvudsta hästgård står för nästan lika stor del avskiljning fosfor, där andelen lösta fraktioner sannolikt är större.

Tabell 8. Uppskattade reningseffekter för föreslagna lösningar.

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
Dagvattenstråk Huvudsta Hästgård	Avskild (%)	62	42	75	60	78	83	42	36	50	69	39	55
Dagvattenstråk och damm väster om Huvudsta Hästgård	Avskild (%)	39	18	70	44	60	71	38	64	27	53	53	69
Skärbassäng Pampas Marina	Avskild (%)	36	19	52	38	44	29	51	25	7	53	85	55

Tabell 9. Avskild mängd föroreningar (kg/år) för respektive anläggning samt jämförelse med reduktionsbehov.

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
Dagvattenstråk Huvudsta Hästgård	kg/år	0.9	5.9	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	193	0.4	0.0
Dagvattenstråk och damm väster om Huvudsta Hästgård	kg/år	58.5	198	6.0	7.0	39.6	0.3	2.0	3.2	0.0	22790	270	0.2
Skärbassäng Pampas Marina	kg/år	72.0	304	6.2	8.7	40.9	0.2	3.6	1.7	0.0	33920	595	0.2
Total avskild	kg/år	131	507	12.2	15.7	80.6	0.5	5.6	4.9	0	56903	865	0.4
Beting Solna	kg/år	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beting totalt Ulvsundasjön	kg/år	177	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

11.4. Reningseffekt för lokala uppströmsåtgärder

En beräkning av föroreningsbelastning från alla större vägar i avrinningsområdet samt mängden avskilda föroreningar om 5% respektive 10% av gaturummet skulle anpassas med en schablonmässig växtbäddslösning visas i Tabell 10 och 11. Resultaten visar att en sådan

åtgärd skulle uppnå 2/3 av det totala betinget för fosfor för Solna stad på 64 kg/år utan andra åtgärder. Den största effekten av dessa lösningar blir dock på föroreningar typiska för vägtrafik såsom tungmetaller och PAH. För dessa föroreningar står en åtgärd med växtbädd i 5-10% av gaturummet för de större vägarna för en avskiljning av 20% (bly) respektive 30% (PAH) av den totala föroreningsbelastningen på Ulvsundasjön.

Effekten blir såklart ännu större om samma åtgärder skulle utföras på allmänna torgytor, verksamhetsområden och parkeringar. Dessa markanvändningar har dock inte karterats separat i denna utredning.

Tabell 10. Belastning från alla större vägar i Ulvsundasjöns avrinningsområde och reningseffekt i växtbäddar i 5% av gaturummet.

	Före (kg/år)	Reningsgrad(%)	Mängd avskild (kg/år)	Efter (kg/år)
P	64	67	43	21
N	640	49	310	330
Pb	7.2	94	6.8	0.47
Cu	18	90	16	1.7
Zn	100	95	100	5.3
Cd	0.12	90	0.11	0.012
Cr	4.9	64	3.2	1.8
Ni	4	90	3.6	0.38
Hg	0.021	59	0.012	0.0084
SS	33000	90	30000	3300
Oil	220	72	160	63
PAH16	0.32	88	0.28	0.037

Tabell 11. Belastning från alla större vägar i Ulvsundasjöns avrinningsområde och reningseffekt i växtbäddar i 10% av gaturummet.

	Före (kg/år)	Reningsgrad(%)	Mängd avskild (kg/år)	Efter (kg/år)
P	64	77	49	15
N	640	60	390	250
Pb	7.2	95	6.9	0.36
Cu	18	95	17	0.89
Zn	100	95	100	5.2
Cd	0.12	93	0.11	0.0081
Cr	4.9	76	3.7	1.2
Ni	4	93	3.7	0.27
Hg	0.021	70	0.014	0.0062
SS	33000	95	31000	1600
Oil	220	80	180	45
PAH16	0.32	95	0.3	0.016

11.5. Reningseffekt för lokala uppströmsåtgärder och platsspecifika nedströms åtgärder

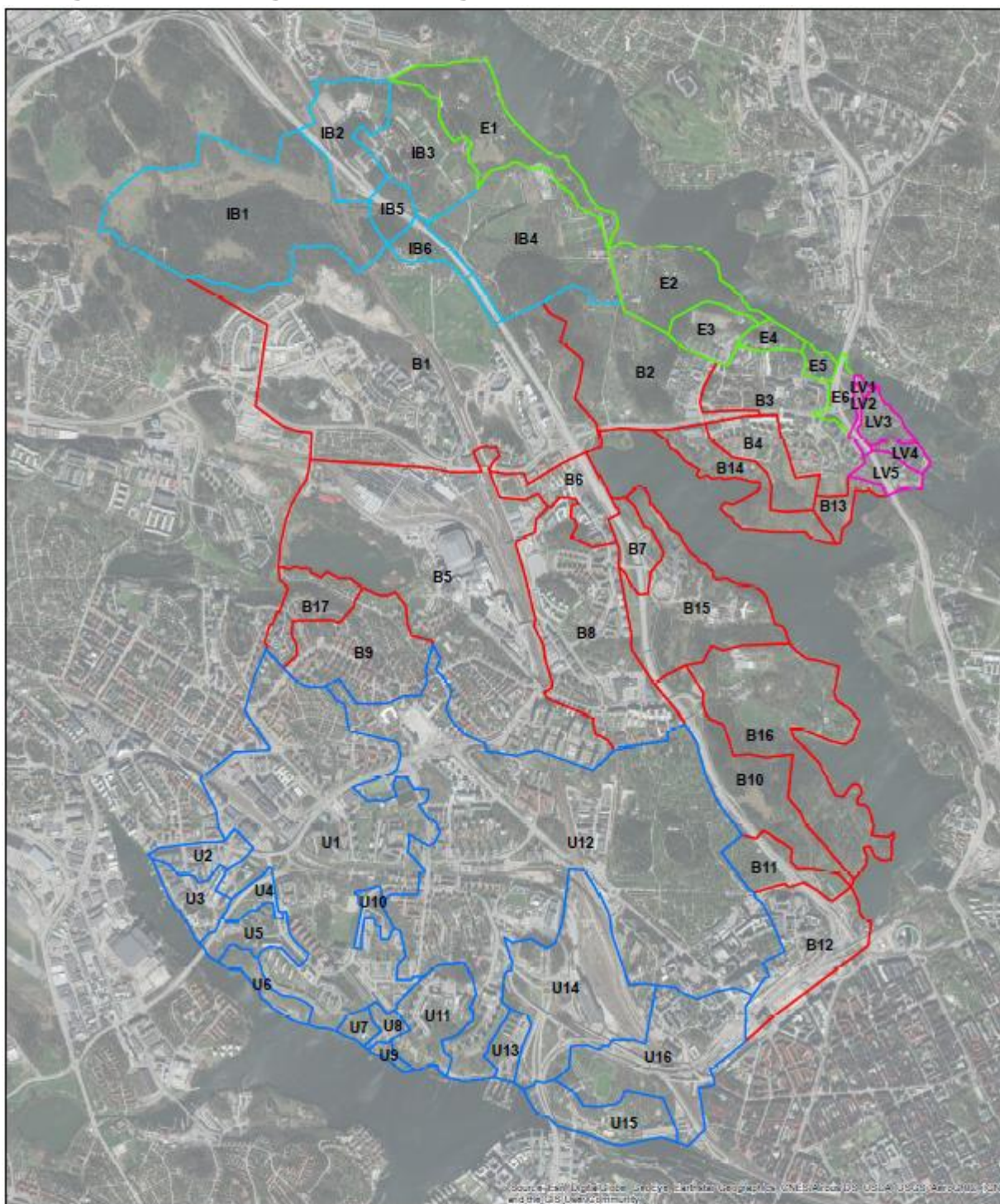
Med båda de lokala uppströmsåtgärderna och de platsspecifika nedströmsåtgärderna resulterar det i en total mängd avskild fosfor på 174–180 kg/år, vilket motsvarar totala betinget för Ulvsundasjön.

12. Referenser

Sweco, 2017. Förslag till lokalt åtgärdsprogram för Mälaren-Ulvsundasjön.

Stockholm Stad och Stockholm Vatten, 2017. Lokalt åtgärdsprogram för Bällstaån.

Bilaga 1: Samtliga avrinningsområden



Teckenförklaring

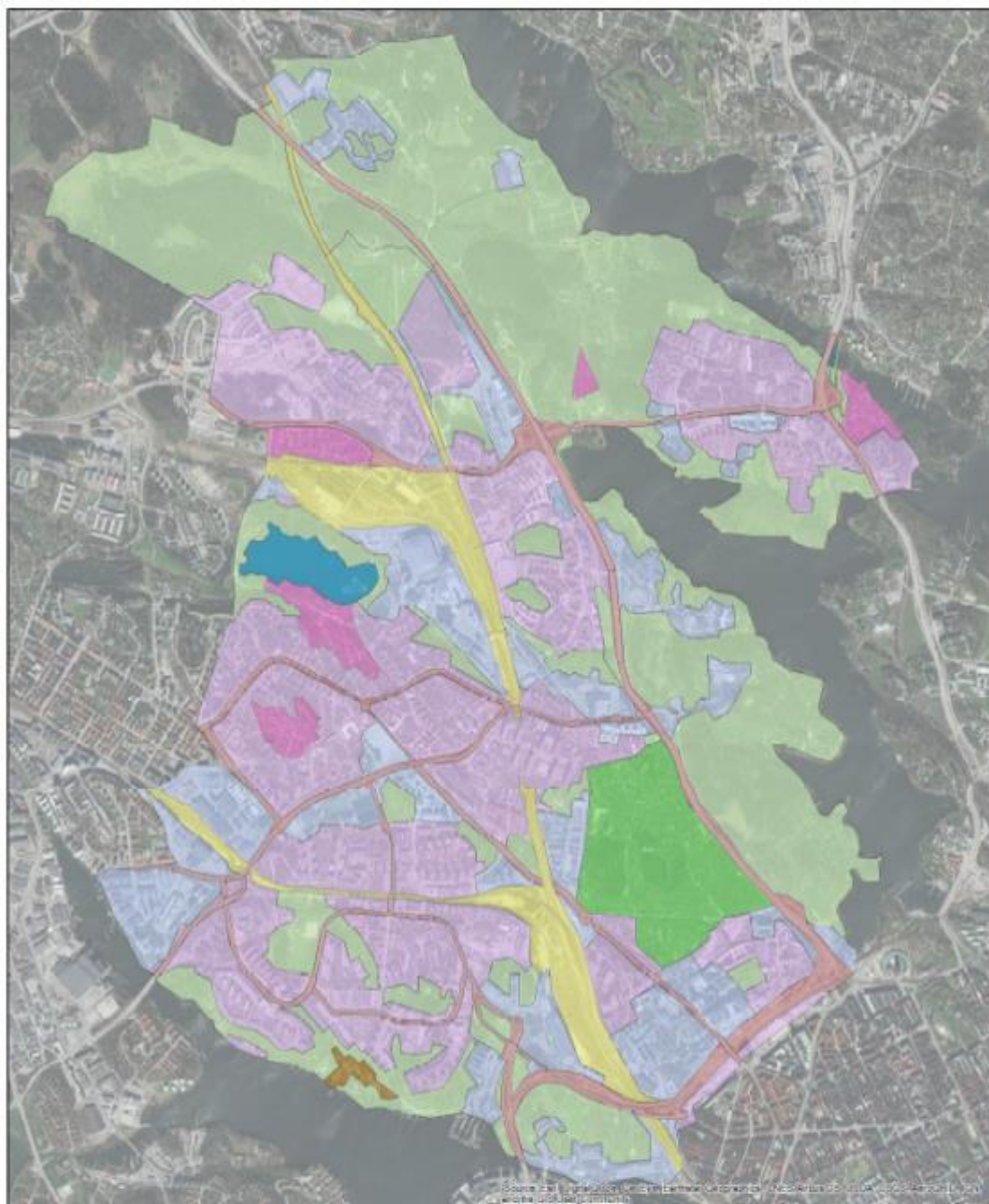
Recipient

- Brunnsviken
- Edsviken
- Igelbäcken
- Lilla Värtan
- Ulvsundasjön

0 0,25 0,5 1 1,5 2
Kilometer



Bilaga 2: Markanvändning avrinningsområde



Teckenförklaring

Markanvändning	
	Fierfamiljsbostäder
	Grönyta
	Hästgård
	Kontor och handel
	Sjöyta
	Spårområde
	Villaområde
	Väg
	Kyrkogård

0 0,25 0,5 1 1,5 2
Kilometer

