

*Klassificering av dagvatten och recipienter
samt riktlinjer för reningskrav*

Del 3

Rening av dagvatten

Exempel på åtgärder och kostnadsberäkningar

Dagvattenstrategi för Stockholm

*Gatu- och fastighetskontoret Miljöförvaltningen Stadsbyggnadskontoret
Stadsdelsförvaltningarna Stockholm Vatten AB*

SAMMANFATTNING	3
BAKGRUND	5
RECIPIENTER OCH DAGVATTEN	5
STADENS BESLUT	6
<i>Övergripande miljöfrågor</i>	6
<i>Dagvattenhantering - gemensam strategi</i>	6
PROJEKTGRUPPEN ”RENINGSKRAV”	7
<i>Avgränsningar</i>	7
INLEDNING	8
SYFTE.....	8
METODIK- STYRANDE DOKUMENT	8
AVGRÄNSNINGAR	8
ÅTGÄRDER FÖR ATT MINSKA FÖRORENINGSBELASTNINGEN	9
RENINGSEFFEKTER.....	10
BASFAKTA OCH ANTAGANDEN	11
<i>Kostnader för olika reningsåtgärder</i>	12
<i>Dagvattenbrunnar</i>	13
TILLRINNINGSOMRÅDEN	14
UNDERLAG.....	14
RÅCKSTA TRÄSK.....	15
<i>Recipientbeskrivning</i>	15
<i>Vatten- och sedimentkvalitet</i>	15
<i>Befintlig rening</i>	15
<i>Tillrinningsområde och föroreningsbelastning</i>	15
<i>Deltillrinningsområden</i>	16
<i>Åtgärdsförslag och kostnadsuppskattningar</i>	17
<i>Reduktion av föroreningar och näringsämnen</i>	18
<i>Koppling till dagvattenstrategi och vattenprogram för Stockholm</i>	19
DREVVIKEN/FORSÅN.....	20
<i>Recipientbeskrivning</i>	20
<i>Vatten- och sedimentkvalitet</i>	20
<i>Befintlig rening</i>	21
<i>Tillrinningsområde och föroreningsbelastning</i>	21
<i>Deltillrinningsområden</i>	23
<i>Åtgärdsförslag och kostnadsuppskattningar</i>	24
<i>Reduktion av föroreningar och näringsämnen</i>	26
<i>Koppling till dagvattenstrategi och vattenprogram för Stockholm</i>	27
ÅRSTAVIKEN.....	27
<i>Recipientbeskrivning</i>	27
<i>Vatten- och sedimentkvalitet</i>	28
<i>Befintlig rening</i>	28
<i>Tillrinningsområde och föroreningsbelastning</i>	29
<i>Deltillrinningsområden</i>	30
<i>Åtgärdsförslag och kostnadsuppskattningar</i>	31
<i>Reduktion av föroreningar och näringsämnen</i>	35
<i>Koppling till dagvattenstrategi och vattenprogram för Stockholm</i>	36
TREKANTEN	36
<i>Recipientbeskrivning</i>	36
<i>Vatten- och sedimentkvalitet</i>	37
<i>Befintlig rening</i>	37
<i>Tillrinningsområde och föroreningsbelastning</i>	37
<i>Deltillrinningsområden</i>	39
<i>Åtgärdsförslag och kostnadsuppskattningar</i>	40
<i>Reduktion av föroreningar och näringsämnen</i>	41
<i>Koppling till dagvattenstrategi och vattenprogram för Stockholm</i>	42

LADUVIKEN.....	43
<i>Recipientbeskrivning</i>	43
<i>Vatten- och sedimentkvalitet</i>	43
<i>Befintlig rening</i>	43
<i>Tillrinningsområde och föroreningsbelastning</i>	44
<i>Deltillrinningsområden</i>	45
<i>Åtgärdsförslag och kostnadsuppskattningar</i>	45
<i>Reduktion av föroreningar och näringsämnen</i>	46
<i>Koppling till dagvattenstrategi och vattenprogram för Stockholm</i>	47
KOSTNADSBERÄKNINGAR	48
ALLMÄNT.....	48
ÖVERSIKTLIG BERÄKNING AV INVESTERINGSKOSTNADER FÖR DAGVATTENRENING I STOCKHOLM	48
ÖVERSIKTLIG BERÄKNING AV DRIFTSKOSTNADER FÖR DAGVATTENRENING I STOCKHOLM	49
KOSTNAD PER KG AVSKILD FÖRORENING/NÄRINGSÄMNE	50
ORD- OCH BEGREPPSFÖRKLARINGAR	51
KÄLLFÖRTECKNING	52

Bilageförteckning

1. Recipientkarta
2. ”Platsbesparande befintliga reningssystem för dagvatten”. Förstudie, Tekniktävling för rening av dagvatten
- 3a-b. Underlag, kostnadsberäkningar
- 4a-e. Råcksta Träsk, tillrinningsområde och situationsplaner
- 5a-d. Drevviken, tillrinningsområde och situationsplaner
- 6a-g. Årstaviken, tillrinningsområde och situationsplaner
- 7a-d. Trekanten, tillrinningsområde och situationsplaner
- 8a-b. Laduviken, tillrinningsområde och situationsplaner
9. Beskrivning, ”VEKLIP” (rening i dike)
10. Beskrivning, lamellavskiljare

Sammanfattning

Alla sjöar i Stockholm är påverkade av sitt läge i en tätbefolkad region. I stadslandskapet kan regn och smältvatten förorsaka problem. Det vatten som tas om hand förs ofta bort från de naturliga nederbördsområdena och leds istället till reningsverken eller direkt utan fördröjning eller rening till någon sjö. Kvaliteten på tillrinningen är naturligtvis inte detsamma i ett tätbyggt område som ute i naturen. En stor del av vattnet kommer från gator, industriområden, hustak och villatomter.

Våren 1996 bildades inom Stockholms stad en förvaltningsövergripande arbetsgrupp (Stadsbyggnadskontoret, Miljöförvaltningen, Gatu- och fastighetskontoret, Stockholm Vatten AB samt stadsdelsförvaltningarna) med uppgift att ta fram en strategi för dagvattenhanteringen i befintliga miljöer. I januari 1998 beslöt nämnderna och Stockholm Vatten AB att arbetet skulle inriktas på följande:

- *Minska dagvattnets föroreningsinnehåll genom att påverka källorna*
- *Bestämma när reningsåtgärder måste vidtas*
- *Sprida kunskap inom staden så att dagvattnet kan ses och bli en resurs.*
- *Se över kostnaden för olika alternativ*

Denna rapport ska, genom att fem sinsemellan olika recipienters (Råcksta Träsk, Drevviken, Årstaviken, Trekanten och Laduviken, se bilaga 1) tillrinningsområden valts ut, ge en bild av vilka typer av åtgärder som kan genomföras för att minska föroreningsbelastningen via nuvarande dagvattentillförsel. Utifrån de förslag till åtgärder som föreslås ska en samlad översiktlig bild av behov/kostnader (allmän mark och privat) ges för hela Staden.

För att minska tillförseln av föroreningar som t.ex. tungmetaller och organiska miljögifter samt näringsämnen till en recipient finns i huvudsak fyra generella metoder att tillgå :

- Åtgärda källorna till föroreningarna.
- Installation av någon typ av reningsanläggning (se bilaga 2, 9 och 10)
- Infiltration i mark som alternativ till avledning via ledningsnät.
- Avledning till reningsverk

Vilken typ av åtgärd som kan/bör vidtas för att minska belastningen på en recipient är beroende på en mängd olika faktorer som t.ex. markförhållanden, utrymme, föroreningskällornas beskaffenhet etc.

Att installera reningsläggningar är det alternativ som oftast kommer på tal när man ska komma tillrätta med förorenat dagvatten. Det finns 6 huvudalternativ för rening av dagvatten :

- Sedimenteringsanläggningar (avsättningsmagasin under jord alt. öppna dammar)
- Olika typer av filter
- Lamellavskiljare
- ”Dunkersanläggningar” eg. skärmbassänger (sedimenteringsanläggning placerad i recipienten)
- Våtmarker och översilningsytor
- Olika LOD-lösningar, exempelvis infiltration i mark

Till stor del är föroreningarna i dagvatten knutna till det suspenderade materialet, d.v.s. föroreningarna är i partikelform eller är bundna till ytan på mindre partiklar som exempelvis slitagematerial från vägbeläggningar. Detta gäller generellt sett, undantag kan t.ex. vara tungmetaller i dagvatten från takytor av t. ex. kopparplåt där kopparn i större utsträckning

förekommer, åtminstone initialt, i löst form. Att uppnå mer än 80 % rening utan att använda någon form av fällnings/filtertechnik är svårt, dels beroende på att en viss del av föroreningarna förkommer i löst form, dels på att de allra minsta partiklarna behöver mycket lång tid för att sedimentera.

Den totala ytan av de 5 beskrivna tillrinningsområdena är ca 16,5 km² vilket utgör 25% av den yta (66 km²) som beräknas vara ansluten till duplikatsystem {1}. Den uppskattade totalkostnaden för de beskrivna områdena är mellan 70 och 107 milj. kr (exklusive kapitalkostnader) beroende på vilka åtgärdsalternativ som väljs. Detta innebär att den totala investeringskostnaden för rening av allt dagvatten som avrinner via duplicerat ledningsnät i Stockholm blir mellan 280 och 430 milj. kr (exklusive kapitalkostnader) om de framtagna investeringskostnaderna för de beskrivna områdena antas vara representativa för hela Stockholm.

Då det finns områden där det av tekniska skäl inte är möjligt att rena dagvatten faller en viss del av ytan bort. Hur stort bortfallet av tillrinningsyta blir är svårt att beräkna utan att studera alla tillrinningsområden med duplicerat ledningsnät. Områden med kombinerat ledningsnät ingår inte i beräkningarna. Ett rimligt antagande kan vara att ca 30% av den totala ytan på ca 66 km² faller bort av olika skäl. Den totala investeringskostnaden minskar då till mellan 196 och 300 milj. kr (exklusive kapitalkostnader). Till investeringskostnaderna tillkommer kostnader (ca 1 milj. kr/år) för förstudier och projektledning under uppbyggnadsskedet.

Det totala antalet anläggningar i Stockholm beräknas bli mellan 50 och 80 stycken med utgångspunkt i de förslag som lagts för de fem undersökta tillrinningsområdena. Det bör observeras att lokala lösningar (eg. infiltration, fördröjning etc.) inte fullt ut är beaktade.

Den totala driftskostnaden är svåruppskattad då erfarenhet saknas för att bedöma dessa kostnader. Sannolikt uppgår dock kostnaderna till ca 9 milj. kr/år varav ca 3 milj. kr avser slam-sugning av gatubrunnar.

Beräkningarna bygger på följande antaganden:

- Avrinningskoefficienten är satt till 0,5
- Områden av karaktären ”naturmark” utan koppling till ledningsnätet har helt uteslutits ur arealberäkningarna.
- Den årliga nederbörden i Stockholm har antagits vara 600 mm/år. Efter avdunstning återstår ca 500 mm nederbörd som är den nederbörd som antingen infiltreras i mark eller avleds i ledningsnätet.
- Dimensioneringen av anläggningarna har gjorts med utgångspunkten att dessa ska klara att innehålla ett regn på 13 mm. Detta ger en volym på ca 65 m³/ha tillrinningsområde med avrinningskoefficienten 0,5.
- Driftskostnaderna är baserade på ett schablonvärde /anläggning på ca 100 000 kr. Dessa kostnader avser drift och underhåll av t.ex. pumpar, flytväggar samt styr- och reglersystem. Även en allmän tillsyn vid ett par tillfällen per år bör rymmas inom denna kostnad.
- Använda schablonvärden (investeringskostnad) per m³ anläggningsvolym.
Avsättningsmagasin under mark : 7000 kr/ m³
Damm : 300 kr/ m³
”Dunkersanläggning”(enkel typ med skärmväggar) : 20 kr/ m³
- Investeringskostnad/km² tillrinningsområde. Dimensionering enligt ovan ger anläggningsvolymen 6500 m³.
Avsättningsmagasin under mark : 46 milj. kr
Damm : 2 milj. kr
Dunkersanläggning : 130 000 kr

Bakgrund

Recipienter och dagvatten

Stockholms stad består av 187 km² land och 28 km² vatten{1}. Drygt hälften av landytan (110 km²) är bebyggd. I Stockholm bor idag ca 750 000 människor. Staden med omgivning ligger i ett s.k. sprickdalslandskap vilket skapat förutsättningar för tillkomsten av de många sjöar som finns i området. Det är aldrig långt till sjö eller hav i Stockholm. För friluftslivet har naturligtvis detta stor betydelse och för stadens invånare har Mälaren, Saltsjön och stadens sjöar och vattendrag med omgivning ett högt rekreativvärde.

En sjö ligger i den lägsta punkten i landskapet. Dit transporteras inte bara vatten utan även vattenlösliga och lättlösliga ämnen. Det som händer i tillrinningsområdet ger effekter på vattens kemiska sammansättning, grumlighet, vegetation och djurliv.

Alla sjöar i Stockholm är påverkade av sitt läge i en tätbefolkad region. Några har försvunnit genom torrläggningar och utfyllnader. Många sjöar som finns kvar, har utsatts för mer eller mindre omfattande sjösänkingsföretag. Det gäller Magelungen, Drevviken, Brunnsviken, Räcksta träsk, Kyrksjön samt Judarn.

I stadslandskapet kan regn och smältvatten förorsaka problem. Omfattande dagvattensystem har konstruerats för att minska risken för källaröversvämningar, vattensamlingar på gatorna och vattensjuk mark i närheten av bostäder. Det vatten som tas om hand förs ofta bort från de naturliga nederbördsområdena och leds istället till reningsverken eller direkt utan fördröjning eller rening till någon sjö. Många sjöar och vattendrag har härigenom mist en stor del av det vatten som upprätthåller den naturliga vattenomsättningen med försämrade vattenkvalitet som följd.

Kvaliteten på den kvarvarande tillrinningen är naturligtvis inte detsamma i ett tätbebyggt område som ute i naturen. En stor del av vattnet kommer från gator, industriområden, hustak och villatomter. Bara en mindre andel kommer från mark som kan betraktas som naturmark. Vattnet innehåller i varierande mängder många av de ämnen som hanteras i samhället - olja, tungmetaller, organiska föreningar, gödningsämnen mm{2}. Trafiken är den största enskilda föroreningskällan men även andra enskilda källor (t.ex. takmaterial av koppar och zink) kan bidra med stora mängder föroreningar{3, 4}. För att få en uppfattning om hur hårt belastad en recipient är, måste hänsyn tas till den totala belastningen i tillrinningsområdet, vilket i sin tur kräver kännedom om tillrinningsområdets storlek och markanvändningen.

Reningsverk i modern betydelse började inte byggas förrän på 1930-talet. Tidigare släpptes allt avloppsvatten orenat ut i våra sjöar. Under den tid sjöarna överbelastades med avloppsvatten lagrades stora mängder föroreningar i bottenarna. Trots att föroreningsbelastningen har minskat finns det sjöar vars tillstånd inte har förbättrats nämnvärt, framför allt beroende på fosforläckage från bottenarna. Samtliga sjöar i Stockholms stad är näringsrika eller mycket näringsrika, möjligen med undantag av Flaten och Judarn som har måttliga näringshalter.

Stadens beslut

Övergripande miljöfrågor

Stadsbyggnadsnämnden och Gatu- och fastighetsnämnden fick 1993, i samband med omorganisationen av de tekniska förvaltningarna, kommunfullmäktiges uppdrag att bedriva planering respektive markförvaltning utifrån ett ekologiskt perspektiv.

I miljöprogrammet för Stockholm, "Miljö 2000" antaget i kommunfullmäktige 1995, beslutades om såväl långsiktiga mål som mål under åren 1996-2000 i syfte att minska föroreningarna i dagvatten.

En miljöpolicy har utarbetats för staden. Denna innebär att alla medarbetare inom staden ska arbeta för att förbättra miljön genom att använda och utveckla miljö- och kretsloppsanpassade processer i alla verksamhetsled och dessutom se till att miljöpolicyen följs av entreprenörer, leverantörer och konsulter.

Dagvattenhantering - gemensam strategi

Gatu- och fastighetsnämnden, Miljö- och hälsoskyddsnämnden, Stadsbyggnadsnämnden och Stockholm Vatten AB fattade i mars 1994 ett gemensamt beslut om en LOD-policy som ska gälla vid nyproduktion av bostäder och arbetsplatser och vid ändrad markanvändning.

Beslutet innebär att dagvattnet i första hand ska tas om hand lokalt, men att dagvatten från större trafikleder, från högfrekventerade parkeringsplatser och från större koppartak först ska genomgå rening. I beslutet uppdrogs också åt förvaltningarna och Stockholm Vatten AB att återkomma med en redovisning hur dagvattnet ska behandlas i befintliga miljöer.

Våren 1996 bildades en förvaltningsövergripande arbetsgrupp med uppgift att ta fram en strategi för dagvattenhanteringen i befintliga miljöer. I uppgiften ingår också att inarbeta och uppdatera tidigare framtagna policys till en ny strategi för hur staden ska hantera dagvattenfrågan.

I januari 1998 beslöt nämnderna och Stockholm Vatten AB att arbetet skulle inriktas på följande:

Minska dagvattnets föroreningsinnehåll genom att påverka källorna och därvid

- beskriva de viktigaste föroreningskällorna och ange hur de kan påverkas
- utarbeta en aktörsanalys för vilka som har möjlighet att påverka källorna och i vilka situationer detta kan ske

Bestämma när reningsåtgärder måste vidtas och därvid ta fram underlag för att

- klassificera dagvatten
- klassificera recipienter
- ange riktlinjer för reningskrav på dagvatten

Sprida kunskap inom staden så att dagvattnet kan ses och bli en resurs.

Se över kostnaden för olika alternativ genom att bland annat

- förbättra dagvattenhanteringen när man av andra skäl gör något
- undersöka vilka åtgärder som är rimliga att genomföra de närmaste 10 åren
- utreda om en ändrad dagvattentaxa kan ge incitament till att ta hand om dagvattnet lokalt

De fyra ovanstående momenten har resulterat i tre projektgrupper med följande arbetsnamn:

- Källor
- Reningskrav
- Information

Projektgrupperna leds av en samordningsgrupp bestående av fem personer med representation från berörda förvaltningar inklusive stadsdelsförvaltningarna och Stockholm Vatten AB.

En styrgrupp leder projektarbetet och består av chefspersoner från de olika förvaltningarna och Stockholm Vatten AB.

Projektgruppen ”Reningskrav”

Gruppen arbetar med följande frågor:

- Recipientklassificering (publicerad mars-2000)
- Dagvattenklassificering (publicerad februari-2001)
- Riktlinjer för rening av dagvatten (behandlas ur olika aspekter i samtliga rapporter)
- Åtgärdsbehov utifrån varje recipients känslighet/tillstånd samt kostnadsbedömning (denna rapport)

I projektgruppen har ingått följande personer

Johan Ekvall	Stockholm Vatten AB (projektledare f.o.m. december 1998)
Monika Strand	Stockholm Vatten AB (projektledare t.o.m. november 1998)
Gunilla Lindgren	Stockholm Vatten AB
Torbjörn Johansson	Stadsbyggnadskontoret
Helene Nilsson	Gatu- och fastighetskontoret
Per Enarsson	Miljöförvaltningen (f.o.m. mars 1999)
Stina Thörnelöf	Miljöförvaltningen (ersättare mars-september 2000)
Gunilla Hjorth	Miljöförvaltningen (t.o.m. april 1999)
Lotten Sjölander	Miljöförvaltningen (t.o.m. december 1998)
Thomas Larm	VBB VIAK (t.o.m. december 1998)

Avgränsningar

I delprojektet ingår inte att:

- avgöra när åtgärder ska vidtas.
- avgöra hur åtgärdsbehoven ska finansieras.
- Göra *detaljerade* kostnadsberäkningar för åtgärder

Inledning

Syfte

Denna rapport ska, genom att 5 sinsemellan olika recipienters (bilaga 1) tillrinningsområden valts ut, ge en bild av vilka typer av åtgärder som kan genomföras för att minska förorenings-tillförseln till recipienterna via nuvarande dagvattentillförsel i områden med duplicerat ledningsnät. Utifrån de förslag till åtgärder som föreslås ska en samlad översiktlig bild av behov/kostnader (allmän mark och privat) ges för hela Staden. *Det är viktigt att påpeka att det handlar om exempel, för en mer exakt åtgärdsplanering inom varje tillrinningsområde fodras en omfattande förstudie vilken inte ryms inom detta projekt.*

Metodik- styrande dokument

Utgångspunkten i arbetet med att föreslå åtgärder avseende föroreningsstillförsel via dagvatten är tidigare utredningar inom dagvattenstrategiarbetet {2,3,4,5} samt Vattenprogram för Stockholm {6} (till viss del även det nya Vattenprogrammet som utarbetats parallellt med denna rapport). Förenklat kan man säga att föreliggande arbete står på ”tre ben” :

- Dagvattenklassificeringen och däri ingående förslag till riktlinjer för rening {2}
- Vattenprogrammet {6}
- Recipientklassificeringen {5}

Utöver dessa tillkommer eventuell ny information som framkommer i samband med att tillrinningsområdena studeras mer ingående.

Enligt den dagvattenklassificering {2} som föregått denna rapport är inte dagvatten från industriområden klassificeringsbart utan en detaljerad kännedom om verksamheten inom området. Då det i detta uppdrag inte ingår att studera tillrinningsområden i detalj görs antagandet att allt dagvatten från industriområden är kraftigt förorenat (måttliga till höga halter).

Avgränsningar

Denna rapport är inte avsedd att läsas som en noggrann genomförd förstudie avseende dagvattenrening för respektive tillrinningsområde. De åtgärdsförslag som redovisas kan vid en noggrannare granskning komma att revideras eller visa sig omöjliga att genomföra.

Den översiktliga kostnadsberäkningen för dagvattenåtgärder inom hela Staden kan inte användas för kostnadsberäkningar av dagvattenreningsåtgärder för enskilda recipienter. För detta fodras en noggrann förstudie av respektive recipients tillrinningsområde.

Vid anvisningar av markytor för reningsåtgärder har ingen hänsyn tagits till ägarförhållanden. Ingen hänsyn har tagits till eventuella övriga ledningar utöver VA-ledningar (el, tele och fjärrvärme) eller andra objekt under mark som kan försvåra /omöjliggöra de föreslagna åtgärderna. Åtgärdsförslag som inkluderar privata (eg. fastigheter där Staden inte har rådighet) mark-/fastighetsägare har inte förankrats hos dessa.

Områden med kombinerat ledningsnät där dagvattnet leds till reningsverk behandlas inte.

Åtgärder för att minska föroreningsbelastningen

För att minska tillförseln av föroreningar som t.ex. tungmetaller och organiska miljögifter samt näringsämnen till en recipient finns i huvudsak fyra generella metoder att tillgå :

- Åtgärda källorna till föroreningarna.
- Installation av någon typ av reningsanläggning (exempel, se bilaga 2, 9 och 10)
- Infiltration i mark som alternativ till avledning via ledningsnät.
- Avledning till reningsverk

Vilken typ av åtgärd som kan/bör vidtas för att minska belastningen på en recipient är beroende på en mängd olika faktorer som t.ex. markförhållanden, utrymme, föroreningskällornas beskaffenhet etc.

Att åtgärda källorna till föroreningarna är det alternativ som i det långa perspektivet kan ses som det mest effektiva men är i ett kortare perspektiv tyvärr ofta svårt att genomföra. Som exempel på en källa som är svår att komma åt på kort sikt är trafiken medan utsläpp från takbeklädnader av kopparplåt kan reduceras med exempelvis målning/asfaltering.

Infiltration i mark (LOD) kan ibland vara ett alternativ till konventionell reningsteknik. Risken för problem med inträngande vatten i fastigheter måste dock alltid beaktas varför denna metod är applicerbar framför allt i samband med nybyggnation då infiltration kan behandlas i projekteringsstadiet. En positiv sekundär effekt av infiltration är den minskning av flödet som sker. Mindre vattenvolymer i ledningsnätet gör det lättare att rena det dagvatten som av olika skäl inte kan infiltreras i mark.

En komplikation som alltid uppstår vid infiltration är att de föroreningar som finns i dagvattennätet antingen fastläggs i marken eller (till mindre del) förs ner till grundvattnet. I närheten av en grundvattentäkt är det följaktligen, av naturliga skäl, inte lämpligt att infiltrera förorenat dagvatten. I områden med markföroreningar är inte heller infiltration lämpligt då en ökad vattentillförsel kan medföra att markföroreningarna kan transporteras vidare och på sikt kan nå grundvatten och recipienter.

Avledning av förorenat dagvatten till reningsverk är inte helt okontroversiellt då ökad tillförsel av exempelvis tungmetaller kolliderar med de allt strängare kraven på ett återanvändningsbart reningsverksslam. En annan komplikation är att minskad vattentillförsel till en recipient i vissa fall kan leda till att risken för övergödning ökar då vattenomsättningen minskar.

Att installera reningsläggningar är det alternativ som oftast kommer på tal när man ska komma tillrätta med förorenat dagvatten. Det finns 6 huvudalternativ för rening av dagvatten :

- Sedimenteringsanläggningar (avsättningsmagasin under jord alt. öppna dammar)
- Olika typer av filter
- Lamellavskiljare
- ”Dunkersanläggningar” eg. skärmbassänger (sedimenteringsanläggning placerad i recipienten)
- Våtmarker och översilningsytor
- Olika LOD-lösningar, exempelvis infiltration i mark

Utöver de olika anläggningstyperna ovan finns andra, mindre vanliga, anläggningstyper som till exempel flotationsanläggningar och s.k. virvelavskiljare. Vidare kan en intensivare gatu-skötsel bidra till att minska föroreningarna i dagvattnet.

Sedimenteringsanläggningar (spec. dammar) är ofta svårplacerade i en stadsmiljö. Filter har nackdelen att de sätter igen relativt snabbt vilket fodrar regelbunden tillsyn. Lamellavskiljare är relativt kostnadseffektiva men kan inte rena dagvatten från stora ytor. Ett kostnadseffektivt alternativ är s.k. Dunkersanläggningar¹ som innebär att man har ett system av sedimenteringsfällor i recipienten med hjälp av flytväggar. Detta alternativ kan dock komma i konflikt med friluftslivet då man avspärrar en del av recipienten. För mindre sjöar och vattendrag är denna lösning inte lämplig. Även det biologiska livet i recipienten kan påverkas, dels på grund av att en del av vattenområdet avskärmas, dels för att den avskärmade delen blir kraftigt förorenad relativt omgivningen.

Det finns följaktligen ingen generell lösning att använda. Val av anläggningstyp/åtgärd får ske utifrån platsspecifika förutsättningar

Reiningseffekter

Till stor del är föroreningarna i dagvatten knutna till det suspenderade materialet, d.v.s. föroreningarna är i partikelform eller är bundna till ytan på mindre partiklar som exempelvis slitagematerial från vägbeläggningar. Detta gäller generellt sett, undantag kan till exempel vara tungmetaller i dagvatten från takytor av till exempel kopparplåt där kopparn i större utsträckning förekommer, åtminstone initialt, i löst form. Vissa tungmetaller som t.ex. zink och kadmium förekommer allmänt i högre grad i löst form. Olja i flytande form utgör också ett undantag från grundregeln att föroreningar är knutna till partiklar.

Att rena dagvatten från lösta föroreningar är svårare än att använda konventionell sedimenteringsteknik då någon form av fällningsteknik eller biologiska reningsprocesser måste användas. Vid rening av dagvatten eftersträvas av kostnadsskäl i de flesta fall en enkel och underhållsfri anläggningstyp. Vid fällning med någon typ av fällningskemikalie kompliceras och fördyras drift och underhåll avsevärt jämfört med en enkel sedimenteringsanläggning.

Dammar och våtmarker som utnyttjar biologiska reningsprocesser kan endast användas där tillräckligt utrymme finns att tillgå. Att åtgärda vid källorna, infiltrera eller att avleda vatten till reningsverk innebär ofta att föroreningsbelastningen kraftigt reduceras till den aktuella recipienten.

Vid användande av olika typer av reningstekniker varierar reningsgraden normalt sett mellan 50 och 80% för ämnen som t. ex. tungmetaller och näringsämnen. Vilken reningsgrad som uppnås är beroende på hur anläggningen är utformad och vilket ämne som avses. Dimensioneringen av en damm eller ett avsättningsmagasin är naturligtvis av stor betydelse för hur väl avskiljningen av partiklar (och därmed föroreningar) fungerar.

Att uppnå mer än 80 % rening utan att använda någon form av fällnings/filterteknik är svårt, dels beroende på att en viss del av föroreningarna förekommer i löst form, dels på att de allra minsta partiklarna behöver mycket lång tid för att sedimentera. Att anpassa storleken på dammar och olika typer av avsättningsmagasin till de minsta partiklarna leder till orimliga volymer och därmed höga kostnader. Dessutom kan inte reningsanläggningarna anpassas till

¹ Det saknas bra utvärderingar av Dunkersanläggningar i Stockholm. Innan beslut fattas att anlägga fler bör reningseffekter m.m. klarläggas.

hur stora flöden som helst, en viss bräddning i samband med stora nederbörds mängder måste accepteras.

För olja i flytande form (till stor del återfinns även olja på partiklar^{8}) fungerar inte en enkel damm eller avsättningsmagasin. Visserligen har oljeläckaget från fordon minskat beroende på den allt modernare fordonsparken men oljeutsläpp från trafikerade ytor förekommer fortfarande bl.a. i samband med olyckor. Vissa typer av filter har förmåga att absorbera olja men vid större utsläpp måste annan kompletterande teknik som exempelvis lamellavskiljare användas för att hindra oljan att nå recipienten.

För att reducera lättare partikelbundna föroreningar och skydda recipienten från olja måste sedimentationsteknik kombineras med annan typ av avskiljning som hindrar föroreningar på ytan att nå recipienten. Ur estetisk synvinkel är detta ofta bra då synligt skräp som fimpar och plastmaterial stannar kvar i reningsanläggningen.

Basfakta och antaganden

De anläggningar och åtgärder som förslås för respektive tillrinningsområde är avsedda att reducera föroreningstillförseln med minst 70% i till reningsanläggningar inkommande dagvatten. Det är följaktligen inte frågan om att reducera föroreningstillförseln med 70% från hela tillrinningsområdet. Då vissa metaller kan förekomma i löst form till >30% kan det, utan att tillgripa avancerad reningsteknik, vara svårt att för dessa uppnå målet 70 % rening.

Den årliga nederbörden i Stockholm har antagits vara 600 mm/år. Av denna nederbörd kommer inte allt vatten att nå ledningsnätet och avledas till recipienterna. Hur stor andel som når ledningsnätet (avrinningskoefficienten) styrs av markanvändningen inom området. En stor andel hårdgjorda ytor leder till en större avrinning medan stora park/grönområden leder till mindre avrinning p.g.a. infiltrationen i mark. Utöver infiltration tillkommer den avdunstning som sker under sommartid och ytterligare minskar andelen nederbörd som rinner av via ledningsnätet. Efter avdunstning återstår ca 500 mm nederbörd som är den nederbörd som antingen infiltreras i mark eller avleds i ledningsnätet.

Volymavrinningskoefficienten varierar beroende på vilket tillrinningsområde som avses och är svår att schablonisera. En avrinning på mer än 50% (avrinningskoefficient = 0,5) är inte trolig i ett urbaniserat område av varierad karaktär². Vid beräkningar av inkommande volymer till anläggningarna har detta värde använts. Områden av karaktären "naturmark" utan kopping till Va-nätet har helt uteslutits ur arealberäkningarna.

Dimensioneringen av sedimentationsanläggningarna har gjorts med utgångspunkten att dessa ska klara att innehålla ett regn på 13 mm vilket ger volymen ca 65 m³/ha tillrinningsområde med avrinningskoefficienten 0,5. Det finns en mängd olika sätt att utifrån nederbörden dimensionera ex. dammar för dagvattenrening^{7}. Den föreslagna volymen här är anpassad så att de allra flesta 1-årsregn, oavsett varaktighet, kan tas om hand. Volymen är också tillräckligt stor för att klara ett 10-årsregn med 10 min varaktighet. För stora delar av tillrinningsområdena innebär detta att det första, mest förorenade ("first flush"), dagvattnet kan tas omhand även vid stora nederbörds mängder.

Dimensioneringen av lamellavskiljare utgår från flöden då idén med avskiljaren inte är att allt regn ska rymmas i anläggningen. Tidigare undersökningar^{8} visar att en partikelavskiljning

² Här avses områden utanför Innerstaden ("stenstaden").

större än ca 50% sker först vid låga flöden (ca 1 m³/h). Däremot kan större mängder olja avskiljas vid betydligt högre flöden. I praktiken är det svårt att tänka sig en lamellavskiljare (med tillgängliga maximala dimensioner) som enda rening för ytor större än 1 ha. Troligen är den bästa lösningen att kombinera lamellavskiljare med ett avsättningsmagasin eller en damm. Dimensioneringen av lamellavskiljaren blir då inte så betydelsefull.

Kostnader för olika reningsåtgärder

Kostnader för olika åtgärder har inhämtats internt och externt (bilaga 3a). Kostnadsberäkningar för större reningsanläggningar visar tydligt att underjordiska avsättningsmagasin är i särklass dyrast att anlägga.

Använda schablonvärden per m³ anläggningsvolym.

- Avsättningsmagasin : 7000 kr/ m³
- Damm : 300 kr/ m³
- ”Dunkersanläggning”(enkel typ med skärmväggar) : 20 kr/ m³

För ett mer komplicerat utförande av en Dunkersanläggning (flera olika fack samt bryggor) är kostnaden väsentligt högre än i exemplet ovan. För avsättningsmagasin tillkommer ca 140 000 kr för styr- och reglerutrustning etc.

Överfört till kostnad /km² tillrinningsområde(dimensionering enligt ovan ger volymen 6500 m³) :

- Avsättningsmagasin : 46 milj. kr
- Damm : 2 milj. kr
- Dunkersanläggning : 130 000 kr

En komplettering med lamellavskiljare för att förhindra oljeutsläpp medför en extra kostnad på ca 400 000-600 000 kr.

Alla typer av reningsanläggningar kräver tillsyn och reparationer och andra åtgärder som slamsugning etc. Kostnader för elkraft till ev. pumpar tillkommer. Dessa kostnader är svåra att uppskatta och varierar kraftigt beroende på anläggningstyp. Ett schablonvärde på 100 000 kr/år och anläggning kan antas vara ett rimligt genomsnitt.

Hur deponeringen/omhändertagandet av de sediment³ som samlas i anläggningarna ska ske är också osäkert, dels ur rent praktisk aspekt (hur ska slammet omhändertas?, vart ska slammet deponeras?), dels är kostnaderna för detta osäkra. För gallerrens från reningsverken betalar Stockholm vatten idag ca 700 kr/ton vid deponering på tipp. Till denna kostnad kommer en skatt på 250 kr/ton. Det är dock tveksamt om denna skatt även omfattar slam från dagvattenreningsanläggningar då slammet saknar värde både ur jordförbättrings- och förbränningssynpunkt.

Vid omhändertagande av massor från Dunkersanläggningar som sugmuddrats måste muddermassorna, på grund av den höga vattenhalten, tillfälligt läggas upp vid respektive anläggning. En markyta måste därvid reserveras vid varje Dunkersanläggning. Hur markytan görs i ordning beror till stor del på i vilken mån avrinningen ska vara kontrollerad. Detta är sin tur avhängigt av vilka halter av t.ex. tungmetaller som finns i massorna. Vilken kostnad som uppstår för hanteringen är svårt att bedöma.

³ Sannolikt ska sedimenten i reningsanläggningarna betraktas som farligt avfall.

Utöver de kostnader som uppstår vid byggandet av reningsanläggningar tillkommer utredningskostnader i samband med den detaljerade undersökningen av respektive tillrinningsområde som måste föregå beslut om vilka åtgärder som ska vidtas. Kostnaden är svår att uppskatta bl.a. beroende på tillrinningsområdenas olika storlek och utseende. Ett rimligt antagande är att dessa kostnader inte understiger 100 000 kr per område (ca 20 mandagar).

Enligt den inom dagvattenstrategiarbetet föreslagna framtida ansvarsfördelningen blir Stockholm Vatten huvudansvarig för dagvattenreningsåtgärder. Under uppbyggnadsskedet av dagvattenreningsanläggningarna behövs därför en övergripande projektledning m.m. på Stockholm Vatten. Kostnaden för detta beräknas till ca 1 milj. kr/år.

Dagvattenbrunnar

Då det finns planer på att överföra driften (eg. slamsugning av sandfång) från de olika stadsdelsförvaltningarna till Stockholm Vatten har kostnadsuppgifter inhämtats (se bilaga 3b) från Gatu- och fastighetskontoret och stadsdelsförvaltningarna. Det bör påpekas att en majoritet av stadsdelsförvaltningarna inte kan redovisa en specificerad kostnad för skötsel av dagvattenbrunnar då denna ingår i ett större åtagande från entreprenörens sida.

Snittpriset för rensning per brunn baserat på uppgifter från 8 stadsdelsförvaltningar och uppgifter om antal brunnar{9} är ca 85 kr (bilaga 3b). För 7 stycken stadsdelsförvaltningar är priset per brunn mellan 55 och 89 kr. Norrmalms stadsdelsförvaltning anger betydligt högre kostnad (154 kr/brunn) vilket skulle kunna förklaras med att det är mer tidskrävande att rensa brunnar i innerstadsmiljö. Å andra sidan uppger Maria-Gamla stan och Katarina-Sofia en kostnad som ligger på ca 90 kr/brunn. Möjligen kan en anledning till Norrmalms högre kostnad vara att cityområdet ingår i stadsdelen.

I ”Dagvattenplan för Västerås” (1997) anges en ungefärlig kostnad för rensning av en brunn till 50 kr.

Staden har totalt ca 31000 dagvattenbrunnar{9} vilket ger en total kostnad på ca 2,6 milj. kr/år vid ett pris enligt ovan på ca 85 kr/brunn. I denna kostnad är deponi på tipp inkluderad. Kostnaden baseras på att rensning sker en gång per år vilket inte alltid är fallet med brunnar i parkmark (ca 5000 st). Cirka hälften av Stadsdelsförvaltningarna rensar brunnar i parkmark en gång vartannat år{9}.

Vid extrabeställning av rensning anger två stadsdelsförvaltningar med samma entreprenör ett pris på 150 kr/brunn.

Det totala antalet dagvattenbrunnar är osäkert, framför allt uppgifterna om brunnar i parkmark{9}. Troligen är det totala antalet brunnar underskattat.

Även om föroreningshalterna är lägre i slammet från sandfång i dagvattenbrunnar jämfört med sediment från dagvattenreningsanläggningar{10, 8} kan det visa sej att den hantering som idag praktiseras (deponi på tipp) inte anses långsiktigt hållbar. Kostnader kan därför uppstå för en eventuell behandling av slammet i syfte att återanvända vissa fraktioner. Dessa kostnader är i dagsläget svåra att beräkna.

Tillrinningsområden

Underlag

En kartering av tillrinningsområden i Stockholm gjordes till Vattenprogram för Sockholmsjöar och vattendrag (1994). Ett nytt Vattenprogram är under färdigställande (klart 2002) och i samband med detta arbete har mer detaljerade karteringar gjorts för vissa recipienter där även deltillrinningsområden⁴ har tagits fram. Justeringar av de gamla tillrinningsområdenas yttre gränser har också gjorts.

Uppgifter om recipienternas status och tillrinningsområdet (föroreningsbelastningen) är hämtade ur vattenprogrammet. För mer information om de beskrivna vattenområdena hänvisas till det kommande vattenprogrammet, ”Vattenprogram för Stockholm 2000 – sjöar och vattendrag”, som utarbetats parallellt med denna rapport.

Av de beskrivna tillrinningsområdena är Råcksta Träsk och Laduviken uppdaterade. Tillrinningsområdena vid Drevviken/Forsån samt Årstaviken är enligt karteringen i det gamla Vattenprogrammet (1994) och kan därför innehålla felaktigheter. Inga deltillrinningsområden är därmed heller inlagda i det ursprungliga materialet för dessa två recipienter. Dessa har i efterhand översiktligt lagts in (ingen detaljerad kartering) i denna rapport.

Tillrinningsområdet vid Trekanten är detaljkarterat i samband med ett projekt 1999{11}. Tillrinningsområdet får nog anses vara det, i alla avseenden, bäst kända i Stockholm.

För recipienternas recipienters läge i Stockholm, se bilaga 1.

⁴ I de flesta fall definierade som ett område vars dagvatten slutligen leds ut i recipienten via en större ledning.

Råcksta Träsk

Se bilaga 1 och 4a-e

Recipientbeskrivning

Råcksta Träsk är en liten och vassrik sjö belägen i den östra delen av Grimsta friluftsområde. Sjön är cirka 3 ha och med ett största djup på 2,3 m. Sjön ligger inom det föreslagna naturreservatet Grimsta. I början av 1970-talet genomgick sjön omfattande muddring, då den hade blivit starkt igenväxt. Sjön upplåts för fiske till allmänheten via Sportfiskekortet.

Hydrologiska fakta

- Tillrinningsområdets yta: 361 ha Sjöyta: 3,2 ha
- Sjövolym: 47 000 m³ Omsättningstid: 2-3 veckor
- Största djup: 2,3 m Medeldjup: 1,5 m

Vatten- och sedimentkvalitet

Råcksta Träsk försörjs huvudsakligen med dagvatten. Uppehållstiden är mycket kort. Skiktningen är svag under sommaren med syre på alla djup. Under vintern förekommer svavelväte tidvis i bottenvattnet. Innehållet av fosfatfosfor är anmärkningsvärt litet under vintern men ökar kraftigt under sommaren, och kväve är begränsande ämne under vegetationsperioden. Halten av totalkväve har minskat sedan 80-talet medan totalfosfor inte visat några förändringar. Siktdjupet är måttligt, 1-2 m, och har inte förbättrats sedan 80-talet trots betydligt lägre klorofyllhalter under 90-talet. Planktonalgen utgörs till största delen av grönalger.

Halterna av tungmetaller i sedimenten är höga. Blyhalterna är höga till mycket höga och kopparhalterna mycket höga enligt Naturvårdsverkets klassning. Kopparhalterna är de högsta som uppmätts i någon av Stockholms vattenområden. Längre ner i sedimenten är halterna av organiska miljögifter (PAH och PCB) höga. Sjöns sediment har sedan tillrinningsområdet började urbaniseras på 1950-talet fungerat som en sänka för de föroreningar som transporterats via dagvattnet. Lite tillspetsat kan man säga att Råcksta Träsk fungerat som ett stort avsättningsmagasin och därmed hindrat utsläpp till Mälaren.

Befintlig rening

En lamelloljeavskiljare (bilaga 10) finns placerad (se bilaga 4b, 4c) på den dagvattenledning som leder vatten från deltillrinningsområde 1(R1) till recipienten. Efter lamelloljeavskiljaren leds vattnet via ett ca 250 m långt dike innan det slutligen når recipienten.

Stora delar av avrinningen från Bergslagsvägen och Lövestavägen sker via svackdiken.

Tillrinningsområde och föroreningsbelastning

Utsläpp av dagvatten från respektive deltillrinningsområde till recipienten sker på tre platser (bilaga 4a). Samtliga deltillrinningsområden innehåller avsnitt av Bergslagsvägen med drygt 30 000 fordon/dygn. Ett antal större kopparytor, takbeläggningen på Råcksta krematorium (ca 1500 m²) samt två industribyggnader i Vinsta industriområde (tot. 2500 m²) är belägna inom deltillrinningsområde 3.

Som framgår av tabell 1 nedan utgörs en relativt stor andel av de hårdgjorda ytorna inom tillrinningsområdet av Miljöfarlig verksamhet (i de flesta fall synonymt med godsterminals- och industriområden). Detta gäller framför allt deltillrinningsområde 3. Totalt är tillrinningsområ-

det 360 ha varav ca 110 ha är ytor med bebyggelse/kommunikation (till stor del hårdgjorda ytor). Drygt 200 ha är skogsmark/övrig genomsläpplig mark.

Tabell 1. Räcksta Träsk, markanvändning och beräknad tillförsel av näringsämnen och metaller

	Yta, ha	Fosfor	Kväve	Koppar	Zink
A. Vatten	3,5	0,1	3,4	*	*
Våtmark	3,5	0,1	3,4		
B. Kommunikation	32,6	27	220	7,5	29
Väg<20 000 fordon/dygn	14,3	11	100	3,1	11
Väg>20 000 fordon/dygn	3,7	5,5	43	1,4	6,3
Parkering	5,8	2,5	27	0,7	2,7
Spårväg	8,8	7,6	51	2,3	8,9
C. Bebyggelse	79,0	70	530	18	44
Miljöfarlig verksamhet	17,7	22	150	6,5	25
Arbetsplats/service	20,1	22	150	2,2	7,2
Speciellenhet	21,0	12	110	4,9	6,1
Flerfamiljsfastighet	17,3	11	97	4,3	5,4
Enfamiljsfastighet	0,7	0,2	2,9	0,1	0,1
Djurhållning	2,1	2,3	15	*	*
Övrig bebyggelse	0,1	<0,1	0,5	<0,1	<0,1
D. Genomsläpplig mark	245	23	520	10	21
Förorenad mark	11,2	8,1	54	2,4	9,4
Kyrkogård	7,4	0,9	18	0,4	0,4
Odlad mark/odlingslotter	4,7	0,7	26	0,2	0,3
Övrig öppen mark	109	7,9	260	5,2	6,6
Skogsmark	113	5,4	160	2,2	4,1
SUMMA	360	120	1300	36	94

* Underlag för beräkningar saknas

E. Atmosfäriskt nedfall på sjöytan	<0,1	27
---	----------------	-----------

Deltillrinningsområden

Se även bilaga 4a, 4b

Område R1 består utöver Bergslagsvägen av genomsläpplig mark, service/arbetsplatser (Vattenfalls kontorsbyggnad), samt en mindre andel flerfamiljsbostäder med lokalgator.

Område R2 består utöver Bergslagsvägen av genomsläpplig mark, stora parkeringsytor (Vattenfalls kontorsbyggnad och SL:s område), viss flerfamiljsbebyggelse med lokalgator samt SL:s spårområde och vissa miljöfarliga verksamheter vid Jämtlandsgatan. Enligt SL Infrastruktur som äger fasigheten leds endast vatten från vägen inom området samt p-platserna till dagvattenledningar. Den stora vagnhallen där tågsätten parkeras (ej tvätt och annat underhåll) saknar ledningssystem, avrinning från tunnelbanetågen sker direkt på mark (makadambädd). Vatten från all verksamhet med tvätt och service av tunnelbanetågen sker till spilledning. Ingen transport av farligt gods och kemikalier sker inom området.

Område R3 är till stora delar genomsläpplig skogsmark. I anknötning till skogsmarken finns idrottsanläggningar och ridhus. Om all avrinning från ridhuset eller delar därav sker via dagvattenledningar är osäkert. Nordväst om Räcksta Träsk ligger Räcksta krematorium⁵ med kyrkogård. Om all avrinning eller del därav går via dagvattenledningar är osäkert. Efter Bergslagsplan delas trafiken upp mellan Bergslagsvägen och Lövstavägen som båda trafikeras av drygt 15 000 fordon/dygn inom tillrinningsområdet. Inom området finns också, nordväst om Bergslagsplan, ett större industriområde i Vinsta.

⁵ Krematorier är kända utsläppspunkter för kvicksilver som härrör från amalgam. Provtagningar visar dock att halterna i sjöns sediment inte är alarmerande höga.

Åtgärdsförslag och kostnadsuppskattningar

Se även ”Avgränsningar”.

Område R1: Den befintliga reningsanläggningen i kombination med det följande ca 250 m långa diket bör kompletteras med ett ytterligare reningssteg⁶. Den befintliga lamelloljeavskiljarens förmåga att avskilja föroreningar är troligtvis begränsad p.g.a. tillrinningsområdets storlek och därmed stora flöden (ca 31 ha varav ca 10 ha är hårdgjorda ytor).

Vid utloppet till befintligt dike vid korsningen Grimstagatan/Kaanans väg finns plats för en damm som tillsammans med lamellavskiljaren ger en effektiv rening. Dammens yta blir ca 1200 m², beräknat djup 1,5 m (bilaga 4c)

Kostnad för en damm efter lamellavskiljaren uppskattas till ca 300 000 kr.

Område R2 : Endast en ca 500 m lång sträcka av Bergslagsvägen finns inom tillrinningsområdet. Denna delsträcka avvattnas främst genom avrinning till dikesrenar. Bedömningen är att tillförseln av föroreningar från denna del av Bergslagsvägen inte är så stor att det finns motiv för rening.

Parkeringsytorna i anknäring till Vattenfalls kontorsbyggnad är relativt stora (ca 1,5 ha inklusive parkeringshus) och beräknas ge ett så pass stort föroreningsbidrag att reningsåtgärder kan anses befogade.

SL:s spårområde med verkstäder och tillhörande parkeringsplatser bedöms inte vara någon stor källa till föroreningar. Däremot kan rening övervägas för det mindre området med miljöfarliga verksamheter vid Jämtlandsgatan.

Rening av dagvattnet från område R2 kan ske med hjälp av en reningsanläggning i anslutning till dagvattenledningens utsläpp i recipienten eller genom åtgärder vid föroreningskällorna. En reningsanläggning, som bör bestå av en oljeavskiljare kompletterad med ett avsättningsmagasin/damm, är möjlig att anlägga vid utsläppet då plats finns. Nackdelen är att allt vatten från tillrinningsområdet måste passera vilket leder till en kraftig överdimensionering i förhållande till den del av tillrinningen som bedöms vara i behov av reningsåtgärder. Till viss del kan detta problem lösas genom att bräddning/förbildning av dagvattnet.

Vid utloppet i sjön kan en reningsanläggning med lamelloljeavskiljare och damm anläggas. Dammens yta blir ca 1000 m² och är till viss del redan befintlig då dagvattnet når recipienten via ett brett utloppsdike (bilaga 4d). Kostnad för lamellavskiljare ca 600 000 kr, för ”damm” (inklusive spont och överfall mot recipienten) ca 300 000 kr. Kostnader kan tillkomma för ledningsarbeten. Totalsumman torde inte överstiga 1 milj. kr.

Ett alternativ till en större reningsanläggning är att förse dagvattenbrunnarna på parkeringsplatsen med effektiva filterinsatser och flytta en ev. reningsanläggning upp i systemet närmare Jämtlandsgatan. Utrymme för en sådan anläggning finns på Bergslagsvägens norra sida söder om Jämtlandsgatan. En komplikation är det djup som ledningen ligger på, ca 7m under marknivå. Ett alternativ till rening är att via borrhål leda dagvattnet till Bromma reningsverk via den underliggande avloppstunneln (Hässelby – Åkeshovstunneln). Bilaga 4b. Ett borrhål ner till Hässelby- Åkeshovstunneln för avledning av dagvatten från industriområde vid Jämtlandsgatan (ansluten yta ca 6 ha) kostar ca 200 000 kr.

⁶ Det finns ett ej genomfört förslag från 1996 om att anlägga dammar/våtmark något närmare stranden{12}

Område R3 : Dagvattnet från Bergslagsvägen och Lövestavägen (totalt ca 2,5 km vägsträcka) bör renas innan utsläpp sker till recipienten. Även dagvattnet från industriområdet i Vinsta (bilaga 4b) kan vara i behov av rening. Vägarna och industriområdet är för stora och hårt utnyttjade för att lokala lösningar som t.ex. filterinsatser kan komma i fråga. Möjligen kan lokala lösningar komma i fråga för dagvatten från koppartak inom området.

En lämplig placering av en större reningsanläggning kan vara i svackan mellan Bergslagsvägen och Grimstavägen söder om Bergslagsplan (bilaga 4e). Här finns utrymme för ett större damm med ev. oljeavskiljare. Genom placeringen så pass långt upp i ledningssystemet kan andelen mindre förorenat dagvatten minskas vilket leder till en optimal dimensionering.

Hur avrinningen sker från krematoriet med dess koppartak är osäkert. Om avrinning sker via dagvattenledningar kan det, med tanke på hur liten recipienten är och de höga kopparhalterna i sedimenten, vara värt att överväga rening av detta dagvatten. En lokal rening med någon typ av filter eller infiltrationsanläggning kan vara lämplig. Ytor för reningsanläggning finns i anslutning till krematoriet.

Den föreslagna dammen vid Bergslagsplan upptar en yta på ca 2600 m² och kostar ca 800 000 kr i schaktkostnader. Kostnader för projektering, ledningsarbeten etc. tillkommer och beräknas uppgå till ca 250 000 kr. På grund av ledningsdjupet vid inloppet måste vattnet pumpas upp till dammen vilket medför ytterligare kostnader på ca 100 000 kr. Totalkostnad ca 1,2 milj. kr. Om dammanläggningen kompletteras med en lamelloljeavskiljare tillkommer kostnader på ca 600 000 kr.

En infiltrationsanläggning för att omhänderta kopparhaltigt vatten från Råcksta krematorium beräknas kosta ca. 50 000 – 100 000 kr.

Totalt uppgår investeringskostnaderna för rening av dagvatten till Råcksta Träsk till ca 2,6 milj.kr.

Reduktion av föroreningar och näringsämnen

Med utgångspunkt i den beräknade belastningen enligt tabell 1 har belastningsreduktionen översiktligt beräknats. Beräkningen av reduktionen bygger på att samtliga föreslagna reningsåtgärder antas bli genomförda. En generell reningseffekt på ca 70% (se Basfakta och antaganden, sid.11) har antagits för de föreslagna reningsåtgärderna.

Framför allt två faktorer påverkar den totala belastningsreduktionen inom hela tillrinningsområdet :

- Den antagna reningseffekten
- Vilka markytor som undantas från rening. Är exempelvis belastningen relativt hög från markytor klassade som ”genomsläpplig mark” (rening oftast ej möjlig) kommer detta att minska den totala reduktionen. Effekten är speciellt tydlig för kväve som till stor del härör från atmosfärisk deposition.

Tabell 2. Råcksta Träsk, reduktion av näringsämnen och metaller

	Fosfor kg/år				Kväve kg/år			
	Nu-läge	Efter rening	reduktion	reduktion %	Nu-läge	Efter rening	reduktion	reduktion %
Vatten	0,1	0,1	0	0%	3,4	3,4	0	0%
Kommunikation	27	15	12	44%	220	123	97	44%
Bebyggelse	70	28	42	60%	530	212	318	60%
Genomsläpplig mark	23	23	0	0%	520	520	0	0%
Totalt	120	66	54	45%	1300	860	440	33%

	Koppar kg/år				Zink kg/år			
	Nu-läge	Efter rening	reduktion	reduktion %	Nu-läge	Efter rening	reduktion	reduktion %
Vatten	-	-	-	-	-	-	-	-
Kommunikation	7,5	4,6	2,9	39%	29	17,5	11,5	40%
Bebyggelse	18	7,2	10,8	60%	44	17,6	26,4	60%
Genomsläpplig mark	10	10	0	0%	21	21	0	0%
Totalt	36	22	14	39%	94	56	38	40%

Som framgår av tabell 2 ovan uppnås inte 50% reduktion för något av de redovisade ämnena. Den främsta orsaken är den stora andelen av den *beräknade* belastningen som härrör från ”genomsläpplig mark”. Till viss del sänks också reduktionen därför att dagvatten från ca 10 % av de hårdgjorda ytorna anslutna till ledningsnätet inte kommer att genomgå rening.

Den beräknade belastningen från ”Spårväg” är relativt hög. Då inga reningsåtgärder vidtas inom detta område (se Deltillrinningsområden) sänks reduktionen för ”Kommunikation”. Undantags ”Spår område” från den nuvarande totala belastningen ökar reduktionen med 10-15% för gruppen ”Kommunikation”.

Koppling till dagvattenstrategi och vattenprogram för Stockholm

Dagvattnet kommer helt eller delvis från vägar med >15 000 fordon /dygn och från industri- mark och är därför dagvatten som i de flesta fall ska renas enligt den gjorda dagvattenklassifi- ceringen {2}. Åtgärdsförslagen i Recipientklassificeringen {5} är i överensstämmelse med de föreslagna reningsåtgärderna enligt ovan.

Enligt Vattenprogrammet för Stockholm- 1994 {6} är de observerade oljeutsläppen från indu- striområdet inom del tillrinningsområde R3 skäl för rening, det konstateras också att koppar- halterna i sedimenten är mycket höga. Som närliggande mål anges att Råcksta Träsk i första hand är värdefull som vattenspegel.

Om enbart vattenprogrammets intentioner utgör underlag för rening av dagvatten faller de föreslagna åtgärderna för område R1 och R2 bort. För område R3 kan reningsåtgärder, om dessa enbart är till för oljeavskiljning, inskränkas till en lamelloljeavskiljare. Investerings- kostnaden blir då ca 600 000 kr.

Drevviken/Forsån

Se även bilaga 5a-d

Recipientbeskrivning

Drevviken är den största sjön i Tyresåns vattensystem. Sjön består av en nordlig och sydlig bassäng, vilka förbinds av den ganska smala men djupa Trångsundet. Stockholms kommun omfattar den norra och västra delen av den norra bassängen. Delar av Drevviken ingår i det föreslagna naturreservatet för Flaten och delar omfattas även av strandskydd.

Drevvikens läge invid det föreslagna naturreservatet medför stora friluftsvärden och naturvärden. Området används för rekreation; promenader längs stranden, bad och båtsport. Merparten av sjön upplåts via tre olika fiskekort.

Hydrologiska fakta

- Tillrinningsområdets yta: 4897 ha , varav 860 ha inom Stockholms kommun
- Sjöyta: 571 ha
- Sjövolym: 37 000 000 m³
- Omsättningstid: 0,9 år
- Största djup: 15,2 m
- Medeldjup: 6,7 m

Forsån rinner från sjön Magelungen till Drevviken och utgör en delsträcka i Tyresåns sjösystem. Forsån är ett dellrinningsområde inom Drevvikens tillrinningsområde. Ån är 1,4 km lång och kallas även Stortorpsån och Forsen. Tillrinningsområdet är ca 8a stort.

Vatten- och sedimentkvalitet

Drevviken: Vattenprov, som ingår i Stockholm Vattens regelbundna recipientprovtagning, tas i den nordvästra viken, där vattendjupet är bara drygt 5 m. Det största djupet i Drevviken är över 15 m. Resultaten säger därför lite om sjön som helhet. Provtagningspunkten ligger nära mynningen av Forsån som är Magelungens utlopp.

Syrehalterna är i allmänhet höga, i augusti är övermättnad vanlig. Halterna av fosfor och kväve är höga. Halterna var ännu högre i början på 1970-talet, före bortledningen av avloppsutsläppet från Huddinge. Fosfatfosfor finns vanligen i överskott och växtligheten begränsas främst av brist på oorganiskt kväve. Siktdjupet är litet, 0,5-1,5 m.

Bakteriologiska prover från Sköndalsbadet uppvisar bättre värden än de från Hökarängsbadet. Av de prover som tagits vid Sköndalsbadet sedan 1990 har 86 % varit tjänliga. Under sommaren 1998 konstaterades ett otjänligt prov. Vid Hökarängsbadet har 38 % av proverna varit tjänliga med anmärkning och 5 % otjänliga under perioden 1990 – 2001.

Vid provtagningar i sedimenten 1997 påträffades måttligt höga halter av kvicksilver samt höga halter av koppar och nickel i ytsedimentet. Även PCB fanns i höga halter i ytsedimenten.

Forsån: Proverna tas i utloppet från Magelungen och åvattnet är i stort sett detsamma som sjöns ytvatten. Innehållet av fosfor har minskat från slutet av 1980-talet, då de var som högst.

Halten totalkväve har minskat något sedan mitten av 1980-talet.

Befintlig rening

Ett utjämningsmagasin för dagvatten finns strax öster om korsningen Tyresövägen-Nynäsvägen (norr om Tyresövägen, bilaga 5b). Magasinet, som byggdes 1985 för att undvika översvämningar på Tyresövägen, är ca 160 m² stort (effektiv volym ca 250 m³) och tar emot dagvatten från Vinthundsvägen samt industriområdet norr därom. I vilken mån magasinet har en renande effekt är okänt, uppgifter saknas om drift och underhåll.

De vägar inom tillrinningsområdet med mer än ca 15 000 fordon/dygn (Nynäsvägen, Örbyleden, Tyresövägen, Magelungsvägen, Ågestavägen, Farstavägen och Gudöbroleden) saknar i de flesta fall dagvattenbrunnar i vägytan. Undantagen är Nynäsvägen (norr om Trafikplats Gubbängen), Örbyleden (sträckan Gubbängens trafikplats- Hökarängens centrum), Trafikplats Gubbängen och Farstavägen.

Söder om Trafikplats Gubbängen fram till Trafikplats Farsta avleds dagvatten från Nynäsvägen via svackdiken. Söder om Trafikplats Farsta fram till Trafikplats Larsboda avleds vägdagvatten via svackdiken och dräneringsledningar i mitten av vägen. Från Larsboda trafikplats och söderut leds dagvattnet diffust i dikesrenar utan anslutning till dagvattenledningar. Vid Forsån är dock avståndet till recipienten endast 10-25 m.

Den del av motorvägen mot Tyresö/Gudöbroleden som ligger inom tillrinningsområdet avvattnas uteslutande genom diffus avrinning till svackdiken utan anslutning till dagvattenledningar.

Tillrinningsområde och föroreningsbelastning

Drevvikens tillrinningsområde (bilaga 1, 5a) delas av Stockholm, Huddinge, Tyresö och Haninge. Knappt 20 % av tillrinningsområdets yta (totalt ca 8 km²) ligger inom Stockholm stad. Förutom avrinnande vatten från det primära tillrinningsområdet kommer vatten från Magelungen via Forsån, som rinner mellan Larsboda och Stortorp samt från Flaten vars utlopp leds via en bäckravin till Drevviken.

En stor del av hela tillrinningsområdet är bebyggt. Inom Stockholms stad ligger Sköndal och delar av Farsta, Hökarängen och Gubbängen. Nynäsvägen, som går i nord-sydlig riktning väster om sjön och Tyresövägen/Örbyleden är vägar med hög trafikintensitet. Sammanlagt är sträckan för dessa vägar ungefär 7 km. Delar av tunnelbanan mot Farsta går i tillrinningsområdets västra kant.

I norra delen ligger Stora Sköndal, ett område för vård och omsorg. Här finns även personalbostäder, en kyrka och en begravningsplats. Det finns tre kolonistugeområden; vid Orhem, Skrubba och Larsboda. Öster om Nynäsvägen, nära vattnet, ligger en plantskola och strax söder därom ett mindre område med odlingslotter. Odlinglotter finns även i Orhem. Vid Orhems gård och Skrubba gård finns bland annat hästar och får.

Det finns flera verksamheter som klassats som miljöfarliga. Vid Nynäsvägen, söder om Skogskyrkogården ligger en bensinstation och strax intill, vid Bogårdsvägen/Vinthundsvägen, finns ett område med bland annat åkeriverksamhet. I Larsboda industriområde finns det bland annat ett asfaltverk och en betongindustri. I Skrubba förekommer småindustriell verksamhet och i den norra delen av området har det nyligen etablerats en krossanläggning.

I den östra delen av Sköndal finns ett gammalt tippområde som omfattar ungefär nio hektar. Området var tidigare en dalgång som sträckte sig från Drevvikens norra strand norrut i riktning mot Skarpnäck. Massorna utgörs av framförallt schaktmassor och byggavfall, bland annat från rivningen av Klarakvarteren i centrala Stockholm. Det uppskattas att fyllnadshöjden varierar från någon meter till cirka fem meter. Tippområdet dräneras ut i Drevviken via ett mindre vattendrag (öster om Talludden). Provtagningar i vattnet visar på förhöjda halter av tungmetaller. I tillrinningsområdets västra del ingår även en mindre del av Högdalstippen.

Eftersom Drevvikens tillrinningsområde delas av flera kommuner och sjön dessutom har en stor sekundär tillrinning är uppskattningar av tillförseln av föroreningar svår att göra. Stockholms del av tillrinningsområdet utgör 1/5 av det totala ytan. Detta område är den mest urbaniserade delen av hela tillrinningsområdet. Drevvikens norra del kan också betraktas som en vik där det idag leds ut stora mängder dagvatten. Uppskattningarna av tillförseln av näringsämnen och metaller som redovisas i *tabell 3 nedan berör enbart Stockholms del av tillrinningsområdet*. Det atmosfäriska nedfallet av kväve på *hela* Drevvikens yta beräknas vara 4400 kg/år.

Tabell 3. Drevviken, markanvändning och beräknad tillförsel av näringsämnen och metaller

	Yta, ha	Fosfor	Kväve	Koppar	Zink
A. Vatten	22,2	0,7	21	*	*
Våtmark	22,1	0,7	21		
Övrigt vatten	0,1	<0,1	0,1		
B. Kommunikation	68,9	62	540	17	65
Väg<20 000 fordon/dygn	47,1	36	340	10	36
Väg>20 000 fordon/dygn	13,5	20	160	5,2	23
Parkering	4,0	1,7	19	1	1,9
Spårväg	4,3	3,8	25	1,1	4,4
C. Bebyggelse	192	120	1100	34	63
Miljöfarlig verksamhet	13,7	17	110	5,1	20
Arbetsplats/service	26,1	28	200	2,8	9,4
Specialenhet	44,3	26	230	10	13
Flerfamiljsfastighet	49,6	31	280	13	15
Enfamiljsfastighet	25,8	7,5	110	3,0	5,2
Fritidsfastighet/kolonistugeomr.	27,5	10	140	*	*
Djurhållning	3,3	3,6	24	*	*
Övrig bebyggelse	1,8	0,5	7,7	0,2	0,4
D. Genomsläpplig mark	578	55	1200	23	50
Förorenad mark	29,4	21	140	6,4	25
Kyrkogård	25,0	3,0	60	1,2	1,5
Odlad mark/odlingslotter	8,4	1,2	46	0,4	0,5
Övrig öppen mark	189	14	450	9,1	11
Skogsmark	325	16	470	6,2	12
SUMMA	860	240	2800	74	180

* Underlag för beräkningar saknas

Deltillrinningsområden

De deltilrinningsområden, D1-D8 (bilaga 5a), som redovisas är de som är belägna i den västra delen (Farsta/Sköndal) av tillrinningsområdet. Den östra delen av tillrinningsområdet inom Stockholm saknar dagvattenledningar till recipienten (avrinningen är diffus) och har därför inte bedömts vara av intresse ur reningssynpunkt. Ett undantag utgörs möjligen av det dräneringsvatten från tippområdet i östra Sköndal (se ovan). Vattnet har förhöjda halter av tungmetaller.

Deltillrinningsområdena är inte detaljkarterade och är därför att betrakta som ungefärliga.

Sammanfattningsvis är utsläppen av dagvatten koncentrerade till ett fåtal större ledningar (bilaga 5a) varav två mynnar i Forsån och avvattnar Larsboda industriområde (D5) samt stora delar av Telias centralförvaltning (D4) vid Nynäsvägen. Vid Hökarängsbadet och Hökarängens gård (viken mellan Farsta och Sköndal) mynnar två stora ledningar som avvattnar delar av Farsta och Hökarängen, Nynäsvägen och Örbyleden (D1,D2). Utöver dessa finns 2 utlopp i södra Sköndal som avvattnar delar av Sköndals bostadsområden (D3). Ett mindre område (D7) öster om Forsån mynnar och ett mindre (D6) väster om Forsåns början i Magelungen, får anses ha marginell betydelse som tillrinningsområde.

Utöver utsläpp från ledningar finns 2 diken som avleder vatten från området öster om Nynäsvägen. I detta område finns en plantskola samt ett område med odlingslotter. Det finns också ett dike som avleder vatten från utkanten av Larsboda industriområde till Forsån.

Område D1: Deltillrinningsområdet är ca 2 km² stort och innefattar industriområden, stora delar av de större vägarna inom tillrinningsområdet samt flerfamiljsområden i Farsta. Vid Hökarängen finns en kyrkobyggnad med koppartak. En utloppsledning till Drevviken finns strax norr om Hökarängens gård.

Område D2 : Deltillrinningsområdet är ca 0,5 km² stort och innefattar delar av Nynäsvägen och Ågesta Broväg med omgivande bebyggelse och verksamhetsområden. I den södra delen är även en del av Magelungsvägen och flerfamiljsområden påkopplade. En utloppsledning finns vid Hökarängsbadet.

Område D3 : Deltillrinningsområdet är ca 0,7 km² stort och innefattar bostadsområden i Sköndal med genomfartsgata (Sköndalsvägen) samt sjukhemsområdet Stora Sköndal. Inom Stora Sköndals område finns ett par byggnader med koppartak. Tre utloppsledningar finns söder om Sköndal.

Område D4 : Deltillrinningsområdet är ca 0,2 km² stort och innefattar delar av Telias centralförvaltning samt norra delen av Larsboda industriområde. En utloppsledning finns i den nedre delen av Forsån.

Område D5 : Deltillrinningsområdet är ca 0,3 km² stort och innefattar södra delen av Larsboda industriområde samt ett mindre bostadsområde. En utloppsledning finns i den övre delen av Forsån.

Område D6 : Deltillrinningsområdet är endast ca 3 ha stort och består av enfamiljsbostäder samt ett mindre verksamhetsområde. En utloppsledning finns i den övre delen av Forsån.

Område D7 : Deltillrinningsområdet är ca 8 ha stort och innefattar enfamiljsbostäder samt en genomfartsgata (Stortorpsvägen). Två utloppsledningar till Drevviken finns.

Område D8 : Deltillrinningsområdet består av Magelungsvägen (ca 800 m vägsträcka) på båda sidor av Forsån och är ca 1,6 ha stort. Två utloppsledningar finns i Forsån, en från norr och en från söder.

Åtgärdsförslag och kostnadsuppskattningar

Se även ”Avgränsningar”.

Utöver de nedan angivna förslagen bör det övervägas om åtgärder skall vidtas mot de utsläpp av tungmetaller från tippområdet i östra Sköndal som sker i Drevviken via ett dike. För detta utsläpp förslås inga åtgärder nedan.

Område D1, D2 och D3 : För dessa tre deltillrinningsområden, som omfattar en stor del av den urbaniserade delen av Stockholms del av tillrinningsområdet, föreslås en gemensam lösning (bilaga 5c). Den vik som utgör den västra delen av Drevviken lämpar sig väl för en reningsanläggning av Dunkerstyp. Här mynnar redan den ledning som avvattnar område D1 och ledningar från D2 och D3 är belägna i närheten. Utloppsledningarna för dessa områden bör kunna flyttas så att allt utsläpp av dagvatten sker i Dunkersanläggningen längst in i viken. En positiv bieffekt av att flytta utsläppet från område D2 är att utloppsledningen i dagsläget är belägen strax intill Hökarängsbadet. Sannolikt bidrar detta till att säkra badvattenkvaliteten.

Anläggnings totala yta blir ca 1,5 ha (ungefärlig volym 22 000 m³).

Som ett komplement förslås exempelvis lamelloljeavskiljare på ett antal platser inom de olika deltillrinningsområdena i anslutning till vägnätet. Avsikten är dels att uppnå ett bättre reningsresultat, dels att förhindra oljeutsläpp till reningsanläggningen. Då anläggningens vattenspegel är öppna är det också en fördel att kunna avskilja synligt skräp som plast och fimpar innan dagvattnet når anläggningen. Lamelloljeavskiljarna kan möjligen ersättas av ett reningssteg innan Dunkersbassängen. Nackdelen med en sådan lösning är att detta reningssteg måste dimensioneras för hela tillrinningen.

Lämpliga platser för lamelloljeavskiljarna kan vara vid trafikplatserna Gubbängen, Farsta och Larsboda samt där Örbyleden passerar Hökarängen (bilaga 5b). Även Sköndalsvägen kan komma i fråga. Uppskattningsvis blir antalet lamellavskiljare ca 5-10 stycken.

Den föreslagna anläggningen (bilaga 5c) av Dunkerstyp bör p.g.a. de stora volymer som släpps ut i viken indelas i olika sektioner för att en effektiv rening ska uppnås. För detta ändamål behövs ca 400 m flytvägg, kostnad uppskattad till ca 1,4 milj. kr. (inklusive monteringskostnader). För eventuella bryggor tillkommer ytterligare kostnader.

För flyttning av utloppet från område D2 vid Hökarängsbadet till reningsanläggningen behövs en nyläggning av ca 230 m ledning (bilaga 5c). Kostnaden uppskattas till ca 1,5 milj. kr. Ytterligare kostnader kan uppstå vid eventuella omdragningar av vatten och avloppsledningar från Hökarängens gård.

Av de tre ledningar som kommer från område D3 kan en flyttning vara aktuell för de ledningar som är belägna längst västerut mot reningsanläggningen (bilaga 5c). Kostnaden uppskattas till ca 1,2 respektive 0,9 milj. kr. d.v.s. totalt drygt 2 milj. kr för ledningsomdragningar. Genom att omdragningarna inte görs helt nära utloppen blir en mindre del (ca 2 ha) av deltillrin-

ningsområdet fortfarande avvattnat via de befintliga utloppsledningarna. Dess delar består dock uteslutande av enfamiljsbostäder och därför bedöms inte dagvattnet var i behov av rening. Den totala investeringskostnaden för reningsanläggning och ledningsomdragningar uppskattas till ca 5,5 milj. kr.

Inom området tillkommer kostnader för ca 5-10 lamelloljeavskiljare. Denna kostnad uppskattas till ca 6 milj. kr.

Den ledning från område D3 som är belägen längst österut kan inte anslutas till reningsanläggningen på grund av avståndet och terrängförhållanden. Det finns dock utrymme vid utloppet för att placera en mindre reningsanläggning. Ledningen avvattnar en mindre villagata samt delar av Stora Sköndal. Eventuellt kan åtgärder vidtas vid de byggnader i Stora Sköndal som har koppartak. Det avvattnade området inom Stora Sköndal är okänt men kan dock inte vara alltför stort då servisledningarna har en diameter på 225 mm.

Område D4 : För detta område finns tre alternativ (bilaga 5d), anslutning till Henriksdals reningsverk via Fagersjö-Sickla avloppstunnel, dammanläggning i korsningen Perstorpsvägen/Edsvallavägen eller ett avsättningsmagasin beläget mellan Perstorpsvägen och Forsån. En damm kan eventuellt vara omöjlig att anlägga p.g.a. den komplicerade ledningssituationen på platsen (korsande vatten- och spillvattenledningar). Volymen i dammen respektive avsättningsmagasinet bör vara ca 1300 m³.

Ett borrhål till Sickla-Fagersjö avloppstunnel beräknas kosta ca 200 000 kr.

För dammen, vars yta beräknas bli ca 1300 m², uppgår schaktkostnaderna till ca 300 000 kr. Kostnader för ledningsarbeten uppskattas till ca 100 000 kr. Ytterligare kostnader för pumpar och styr- och reglerutrustning kan tillkomma.

En avsättningsmagasin, inklusive styr- och reglerutrustning samt pumpar, beräknas kosta ca 9 milj. kr.

För både dammen och avsättningsmagasinet tillkommer kostnader för en eventuell oljeavskiljare. (ca 600 000 kr).

Område D5 : Även för detta område (bilaga 5d) finns möjlighet att ansluta till Fagersjö-Sickla avloppstunnel. Drygt hälften av området kan anslutas via två borrhål. Mellan Frykdalsbacken/Perstorpsvägen/Magelungsvägen finns det i anslutning till utloppet i Forsån utrymme för en damm eller ett avsättningsmagasin.

Två borrhål till avloppstunnel beräknas kosta ca 400 000 kr. Från den del av området som inte kan avvattnas via avloppstunnlarna kan dagvattnet omhändertas i en damm (yta ca 700 m²) kombinerat med en lamelloljeavskiljare. Den totala investeringskostnaden beräknas bli ca 750 000 kr.

Om alternativet med borrhål till avloppstunneln faller bort måste dammen göras större (yta ca 1400 m²) och kostnaden stiger till ca 1,2 milj. kr (inklusive lamelloljeavskiljare).

Område D6 och D7 : På grund av områdenas små ytor och markanvändningen (enfamiljsbostäder) föreslås inga åtgärder. För område D6 finns dock en möjlighet att ansluta till Fagersjö-Sickla avloppstunnel.

Område D8 : För den södra delen av Magelungsvägen (bilaga 5d) som endast har en yta på ca 0,3 ha kan en lamelloljeavskiljare räcka för att åstadkomma en godtagbar rening. Den del av vägen som ligger norr om Forsån har en större yta (ca 1,3 ha). Längs med vägen kan troligtvis befintliga diken utnyttjas för en reningsanläggning av typen ”VEKLIP” (se bilaga 9). Ett annat alternativ kan vara en mindre sedimentationsanläggning i kombination med en lamelloljeavskiljare.

För den del av vägavsnittet som är belägen norr om Forsån bedöms investeringskostnaderna för en infiltrationsanläggning av typen ”VEKLIP” samt en mindre oljeavskiljare uppgå till ca 1,7 milj. kr. För vägsträckan söder om Forsån där en lamelloljeavskiljare bedöms som tillräcklig uppgår kostnaden till ca 450 000 kr.

Totalt uppgår investeringskostnaderna för åtgärder inom hela det beskrivna tillrinningsområdet (Stockholms del) till mellan 15 och 24 milj. kr. Helt avgörande för totalkostnaden är om avsättningsmagasin används.

Reduktion av föroreningar och näringsämnen

Med utgångspunkt i den beräknade belastningen enligt tabell 3 har belastningsreduktionen översiktligt beräknats. Beräkningen av reduktionen bygger på att samtliga förslagna reningsåtgärder antas bli genomförda. En generell reningseffekt på ca 70% (se Basfakta och antaganden sid.11) har antagits för de föreslagna reningsåtgärderna.

Framför allt två faktorer påverkar den totala belastningsreduktionen inom hela tillrinningsområdet :

- Den antagna reningseffekten
- Vilka markytor som undantas från rening. Är exempelvis belastningen relativt hög från markytor klassade som ”genomsläpplig mark” (rening oftast ej möjlig) kommer detta att minska den totala reduktionen. Effekten är speciellt tydlig för kväve som till stor del härör från atmosfärisk deposition.

Tabell 4. Drevviken, reduktion av näringsämnen och metaller

	Fosfor kg/år				Kväve kg/år			
	Nu-läge	Efter rening	reduktion	reduktion %	Nu-läge	Efter rening	reduktion	reduktion %
Vatten	5,7	5,7	0	0%	4400	21	0	0%
Kommunikation	62	22	40	64%	540	177	363	67%
Bebyggelse	120	45	75	62%	1100	461	639	58%
Genomsläpplig mark	55	55	0	0%	1200	1200	0	0%
Totalt	245	128	115	47%	7200	1860	940	13%

	Koppar kg/år				Zink kg/år			
	Nu-läge	Efter rening	reduktion	reduktion %	Nu-läge	Efter rening	reduktion	reduktion %
Vatten	-	-	-	-	-	-	-	-
Kommunikation	17	6	11	65%	65	22,4	42,6	66%
Bebyggelse	34	10,6	23,4	69%	63	19,7	43,3	68%
Genomsläpplig mark	23	23	0	0%	50	50	0	0%
Totalt	74	40	34	46%	180	92	86	48%

Som framgår av tabell 4 ovan uppnås inte 50% reduktion för något av de redovisade ämnena. Den främsta orsaken är den stora andel av den *beräknade* belastningen som härrör från ”genomsläpplig mark”. En relativt stor andel (ca 50%) av fosfor- och zinkbelastningen från ”Genomsläpplig mark” beräknas komma från undergruppen ”Förorenad mark”. Det finns inga föreslagna åtgärder för dessa områden men kan reningsåtgärder vidtas ökar den totala reduktionen av dessa ämnen till 55-60%.

Den stora sjöytan gör att det atmosfäriska nedfallet av kväve (inkluderat i ”Vatten”, tabell 4) direkt på sjöytan (4400 kg/år) blir relativt stort. Detta är orsaken till att den totala reduktionen av kväve blir blygsamma 13% trots alla vidtagna reningsåtgärder. Det bör dock noteras att kvävenedfallet på sjöytan avser *hela sjöytan* varav ca hälften ingår i den norra delen av sjön som tillhör Stockholm.

Ytterligare en aspekt på föroreningsbelastningen/reduktionen är att ca 40%{6} av fosforbelastningen till Drevviken kommer via Forsån från uppströms belägna sjöar (Trehörningen, Orlången och Magelungen) i Tyresåns sjösystem.

Koppling till dagvattenstrategi och vattenprogram för Stockholm

Dagvattnet kommer helt eller delvis från vägar med >15 000 fordon /dygn och från industri-mark och är därför dagvatten som i de flesta fall ska renas enligt den gjorda dagvattenklassificeringen{2}. Åtgärdsförslagen i Recipientklassificeringen{5} är till stora delar i överensstämmelse med de föreslagna reningsåtgärderna enligt ovan. Bland annat pekas vattendrag som Forsån ut som särskilt skyddsvärda.

Enligt Vattenprogrammet för Stockholm(1994){6} är ett närliggande mål att bevara badbart vatten. Som långsiktiga mål anges ökat siktdjup och begränsad algblooming som orsakas av den alltför höga näringstillförseln till sjön. Det nämns också att trafikdagvattnet från Nynäsvägen bör renas eller avledas.

De föreslagna reningsåtgärderna är i stort i överensstämmelse med vattenprogrammets mål, dock med utvidgningen att även dagvatten från bostadsområden renas. Detta kan motiveras med att näringstillförseln i de västra delarna av Drevviken (där två badplatser är belägna) begränsas. Att rena även dagvatten från bostadsområden kan således kopplas till både målet att bevara badbart vatten samt att på längre sikt minska näringstillförseln. Dessutom gör placeringen av reningsanläggningen att allt dagvatten måste tas om hand vilket knappast kan betraktas som en nackdel. Den föreslagna Dunkersanläggningen är en kostnadseffektiv åtgärd, reningsanläggningar av olika typ längre upp i ledningssystemet är betydligt mer komplicerat och kostsamt.

Årstaviken

Se även bilaga 6a-g

Recipientbeskrivning

Årstaviken är en vik av Mälaren mellan västra Södermalm och Årsta. Längden är ca 3 km och bredden uppgår som mest till 600 m. Djupet överstiger i allmänhet 6 m. Det största djupet, drygt 9 m, återfinns i den östra delen, öster om Årsta Holmar. Liljeholmsviken, förbindelsen

med Mälaren, har en bredd av endast 100 m. Djupet där är över 6 m och någon egentlig tröskel finns inte.

Viken saknade tidigare förbindelse med Saltsjön och var fram till början av 1900-talet Stockholms viktigaste vattentäkt. På 1920-talet öppnades Hammarbyslussen vilket har medfört inflöde av saltvatten och en täthetsskiktning med relativt låga syrehalter i bottenvattnet under sommaren. Årstavikens läge intill Södermalms största park och Årstaskogen/Årsta holmar medför stora rekreations- och naturvärden.

Hydrologiska fakta

- Tillrinningsområdets yta: 737 ha Sjöyta: 111 ha
- Sjövolym: 7 800 000 m³ Omsättningstid: 3,3 år
- Största djup: ca 10 m Medeldjup: 6,0 m

Vatten- och sedimentkvalitet

Årstaviken är ett ganska instängt vattenområde, som står i viss kontakt med Saltsjön genom Hammarbyslussen. Vattnet är omblandat under vintern. På sommaren är salthalten förhöjd i bottenvattnet. Under 4 m djup kan syrehalten vara låg, men total syrebrist förekommer inte. Halterna av fosfor och kväve är måttligt höga till höga, liksom klorofyllhalterna och siktdjupet är måttligt stort. Växtligheten kan begränsas av brist på både fosfor och kväve - kvävebrist är vanligare än i de öppna delarna av Östra Mälaren.

Årstaviken har inga officiella badplatser. Vid Tantolunden finns ett "sol och duschbad" där det även förekommer badning. Provtagning avseende på badvattenkvaliteten har skett vid detta eventuellt tilltänkta bad. Bakteriehalterna har tidvis varit för höga för att vattnet ska betraktas som tjänlig för bad.

Vid provtagning på bottensedimenten i Årstaviken 1997 var halterna av tungmetaller förhöjda. Utmärkande för sedimenten i Årstaviken är de mycket höga halterna av organiska miljögifter i form av PCB och PAH.

Befintlig rening

1986 anlades en perkolationsbrunn för dagvatten vid Långholmsgatan 30.

1998 byggdes ett avsättningsmagasin för trafikdagvatten intill Eriksdalsbadet. Efter utjämning och sedimentering leds dagvattnet till Årstaviken/Hammarby Kanal. Magasinet tar emot dagvatten från ca 1 ha av Johanneshovsbron.

1998/99 anlades ett avsättningsmagasin för trafikdagvatten vid Årstabergsvägen/Svärdlångsvägen. Magasinet tar emot dagvatten från ca 1 ha vägyta (Årstabergsvägen).

Kommunfullmäktige beslutade 1994 att Årstafältet skulle planläggas som park. En dagvattendamm med efterföljande markbädd har anlagts på Årstafältet. Dammen omhändertar dagvatten från Östbergahöjdens bostadsområde, Årstapark som är ett industri- och kontorsområde samt delar av Huddingevägen och Östbergavägen. Ett mindre koloniområde med 40-50 stugor planeras intill dammanläggningen.

Vägarna runt Årstafältet (Årstalänken, Huddingevägen, Östbergavägen och Ersta gårdsväg) avvattnas till stora delar via svackdiken.

Se bilaga 6b för anläggningarnas placering.

Tillrinningsområde och föroreningsbelastning

Tillrinningsområdet är cirka 7,4 km² stort (bilaga 6a). Södermalmsdelen av tillrinningsområdet står för omkring en fjärdedel av den totala ytan. Genomsläpplig mark täcker omkring 40 % av ytan, bland annat Årstafältet i söder och Tantolunden på Södermalm. Spårrområden och miljöfarlig verksamhet, vägar och parkeringar upptar tillsammans drygt en tredjedel av det totala tillrinningsområdet. Den totala vägsträckningen med hög trafikintensitet är 12 kilometer.

På Södermalm (bilaga 6c) ligger bland annat Södersjukhuset, Eriksdalsbadet, Åsö gymnasium och "Skatteskrapan". Flerfamiljsbostäder finns i Södra stationsområdet, längs Hornsgatan samt invid Södersjukhuset. Här finns även arbetsplatser och butiker. De delar av Hornsgatan, Långholmsgatan och Götgatan som ingår i tillrinningsområdet har hög trafikintensitet.

Söder om Årstaviken (bilaga 6d) präglas tillrinningsområdet främst av godsterminaler som klassats som miljöfarliga verksamheter (få tillverkande industrier finns) samt spårrområden och stora trafikleder. Vägar med hög trafikintensitet är Södertäljevägen, Essingeleden (Sveriges mest trafikerade vägavsnitt med ca 120 000 fordon/vardagsdygn), Årstalänken⁷ samt Huddingevägen. I de delar av Årsta, Midsommarkransen, Västberga, Östberga och Liseberg som ligger inom tillrinningsområdet finns även ett antal flerfamiljsområden, skolor, serviceinrättningar och arbetsplatser.

Tabell 5. Årstaviken, markanvändning och beräknad tillförsel av näringsämnen och metaller

	Yta, ha	Fosfor	Kväve	Koppar	Zink
A. Vatten	3,2	0,1	3,0	*	*
Våtmark	3,2	0,1	3,0		
B. Kommunikation	152	130	1100	37	140
Väg<20 000 fordon/dygn	48,2	37	350	10	37
Väg>20 000 fordon/dygn	23,0	35	270	8,9	39
Parkering	22,6	9,7	110	2,9	10
Spårväg	57,9	50	340	15	59
C. Bebyggelse	280	250	1900	66	190
Miljöfarlig verksamhet	90,1	110	740	33	130
Arbetsplats/service	65,0	70	490	7,0	23
Specialenhet	22,4	13	120	5,2	6,5
Flerfamiljsfastighet	82,9	51	460	21	26
Enfamiljsfastighet	0,9	0,3	4,1	0,1	0,2
Fritidsfastighet/kolonistugeomr.	17,5	6,6	86	*	*
Övrig bebyggelse	0,9	0,3	3,9	0,1	0,2
D. Genomsläpplig mark	302	25	670	14	22
Förorenad mark	6,6	4,7	31	1,4	5,5
Odlad mark/odlingslotter	0,3	<0,1	1,6	<0,1	<0,1
Övrig öppen mark	225,4	17	540	11	14
Skogsmark	70,6	3,4	100	1,4	2,5
SUMMA	737	410	3600	120	350
* Underlag för beräkningar saknas					
E. Atmosfäriskt nedfall på sjöytan		1,1	850		

⁷ Stora delar av Årstalänken tas ur drift 2004 då Södra länken beräknas vara klar. Dagvatten från Södra länken släpps, efter rening, i Hammarby sjö.

Mälaren har tre utlopp, vid Årstaviken, Riddarfjärden och Södertälje kanal. Årstavikens utflöde är mycket litet jämfört med Riddarfjärdens. Detta innebär att vattnet i Årstaviken har lång uppehållstid, 3,3 år. Känsligheten är därmed större för yttre påverkan i Årstaviken än i Riddarfjärden. Reglering av vattennivån kan ske via Hammarbyslussen antingen genom avledning i kulvert, öppna slussportar eller via ventiler i slussportarna.

Viken får ta emot stora mängder dagvatten bl.a. via två dagvattentunnlar som mynnar på vikens södra sida. På flera ställen runt Årstaviken sker bräddning av avloppsvatten vid kraftiga regn. Stora mängder fosfor och kväve kommer enligt beräkningarna från de miljöfarliga verksamheterna med även från kommunikation och övrig bebyggelse. Beräkningarna visar att också zink och koppar främst kan härledas till de miljöfarliga verksamheterna, kommunikationer och flerfamiljsfastigheter.

Utöver den allmänna tillförseln av föroreningar tillkommer de momentena utsläpp som kan ske vid olyckor inom området. Ett exempel är den brand i ett färglager som inträffade i Västberga terminal/industriområde i början av juni 2001. Risken för utsläpp i samband med olyckshändelser och bränder måste, på grund av den höga trafikintensiteten och de stora terminal/industriområdena, bedömas som hög.

Deltillrinningsområden

Deltillrinningsområdena (Å1-Å5, bilaga 6a) är inte detaljkarterade och är därför att betrakta som ungefärliga.

Sammanfattningsvis är utsläppen av dagvatten koncentrerade till ett fåtal större ledningar (se bilagor, 6c och 6d) varav två mynnar i Årstavikens norra del och avvattnar delar av Södermalm, bl.a. Södra Stationsområdet och delar av Ringvägen, Hornsgatan samt Långholmsgatan.

De övriga tre, varav två är tunnlar, avleder vattnet från Årstafältet med omnejd, Västberga industriområde, Liljeholmen samt flera km motorvägar (E4/E20, Södertäljevägen, Årstälänken). Det bör nämnas att dessa områden ända fram till 1950-talet avvattades naturligt via Valla å och Årsta dike som mynnar vid Årsta skog väster om järnvägsbron.

Väster om Årstaviken (farleden mellan Södermalm och Liljeholmens industri/hamnområde) finns betydande utsläpp av dagvatten (även bräddvatten). Dessa utsläpp påverkar också Årstaviken men har inte studerats då denna del av Mälaren definitionsmässigt inte tillhör Årstavikens tillrinningsområde.

Område Å1 : Områdets totala yta är ca 2,5 km² varav Årstafältet med angränsande gröna ytor utgör ca 0,6 km². Industriområden och partihandelsområde utgör sammanlagt 0,7 km² och utgörs till största delen av hårdgjorda ytor. Övrig mark utgörs mestadels av bostadsområden (Östbergahöjden och södra delarna av Årsta).

Området avvattnas via Årstafältet-Årstavikentunneln som mynnar strax öster om järnvägsbron

Område Å2 : Området har tidigare översiktligt inventerats {13}. Arealuppgifter etc. är hämtade från denna undersökning.

Området präglas av hög andel hårdgjorda ytor. Dessa utgör 88% (120 ha) av den totala arean på ca 135 ha (1,35 km²). Av den hårdgjorda ytan utgörs ca 20 ha (14% av total yta) av motor

vägar inom området. Utöver motorvägar utgörs området till stor del (ca 75 ha) av industriområde (östra delen av Västberga) vilket också är förklaringen till den stora andelen hårdgjorda ytor. Den höga andelen hårdgjorda ytor leder till mycket kraftiga flöden i samband med nederbörd.

Området avvattnas via Västberga-Årstadalstunneln (även bräddavlopp) som mynnar vid Sjövikskajen i Årstadal.

Område Å3 : Områdets totala yta är ca 73 ha varav ca 33 ha utgörs av hårdgjorda ytor. Inom området finns bl.a. Essingeleden och Södertäljevägen samt industriområdet (ca 25 ha) vid Årstadal. Enligt Översiktplan 1999 planeras en stor omdaning av Årstadal från det nuvarande industriområdet till ett bostadsområde. Mellan Södertäljevägen och Hägerstensvägen ligger Nybodadepån med SL:s vagnhallar och bussupställningsplatser.

Området avvattnas till största delen via en stor dagvattenledning (även bräddavlopp) som mynnar vid Sjövikskajen i Årstadal. Ytterligare tre dagvattenledningar som avvattnar Årstadalsområdet mynnar vid kajen.

Område Å4 : Området är ca 65 ha stort. Tantolunden med koloniområden utgör ca 35 ha av totalytan, resterande del utgörs mestadels av bostadsområden vid Hornstull och Södra Station. I området finns delar av Långholmsgatan, Hornsgatan och Ringvägen, samtliga med > 20 000 fordon/dygn.

Området avvattnas via en ledning (även bräddavlopp) som mynnar vid Horntulls strand strax öster om Liljeholmsbron.

Område Å5 : Området som innefattar Södersjukhuset (delvis kombinerat ledningssystem) med angränsande bostadsområden vid Årstaviken och Södra station är ca 44 ha stort. I området finns delar av Ringvägen med >20 000 fordon /dygn.

Området avvattnas via tunnel/ledning som mynnar öster om järnvägsbron.

Åtgärdsförslag och kostnadsuppskattningar

Se även ”Avgränsningar”.

Område Å1 : Dammen på Årstafältet med översilningsytor och efterföljande rotzonsanläggning renar dagvatten från stora delar av tillrinningsområdet. Den totala investeringskostnaden för omdaning av området är ca 10 milj. kr varav ca 6 milj. kr är kostnaden för dagvattenrening.

De områden som kvarstår utan rening är delar av SJ:s spårområde och partihandelsområdet i Västberga där avrinningen sker i samma tunnel som leder det renade vattnet från Årstafältet till utloppet i Årstaviken. Även en del av Årstalänken ingår i området.

Situationen i området är komplicerad genom att dagvatten leds till tunneln på ett flertal ställen. Det finns dock ett antal olika lösningar som kan komma i fråga (bilaga 6e).

- 1) Utnyttjande av en lågpunkt i tunneln för rening. Nackdelen är att tunneln belastas med vatten från Årstafältet som redan genomgått rening i två till tre steg.
- 2) Lokala reningsanläggningar (dammar, avsättningsmagasin och oljeavskiljare) vid minst tre olika platser.

- 3) Uppumpning av allt dagvatten från tunneln (ev. kombinerat med mindre reningsanläggning i tunneln) vid Skälderviksplan för vidare transport i den tidigare naturliga avrinningsfåran⁸ (Årsta dike). Rening sker i två dammar i närheten till utloppet i Årstaviken enligt ett tidigare förslag {13}. En fördel med detta förslag är att det, utöver reningen av dagvattnet, också återskapar den naturliga avrinningen som fanns i området innan det exploaterades.

Alternativ 1 ska utredas enligt "Förnyelse och åtgärdsplan 1996" {1}. Tunneln har en magasinliknande konstruktion på en ca 400 m lång sträcka mellan Södra länken och Svärdlångsvägen. Det finns dock i dagsläget inga möjligheter att sköta/inspektera magasinet då transporttunnel saknas. Arbetet med att göra transporttunnel etc. kan bli mycket komplicerat på grund av bebyggelsen i området. Dessutom har redan, som påpekats ovan, dagvattnet från områdena runt Årstafältet renats vilket innebär att anläggningen utsätts för en onödig hydraulisk belastning.

En grov uppskattning av investeringskostnaden för detta alternativ är 15-20 milj. kr.

För alternativ 2 behövs separata reningsanläggningar för tre områden: SJ:s spårområde, Partihallsområdet samt Södra länken/Årstalänken (ungefärligen från Trafikplats Nyboda fram till Åbymotet).

För rening av dagvatten från SJ:s spårområde kan en damm med ca 2000 m² yta anläggas mellan Partihandlarvägen och Södra länken. Innan dammen bör en oljeavskiljare placeras. Utlopp kan ske till tunnel omedelbart söder om Södra länken. För dammen (inklusive kostnad för anslutning etc.) beräknas kostnaden uppgå till ca 500 000 kr. Kostnader för spontning mot Södra länken kan tillkomma, uppskattas till ca 200 000 kr. För en lamelloljeavskiljare tillkommer ca 600 000 kr. Den totala kostnaden beräknas bli mellan 1,2 milj. och 1,5 milj. kr.

För rening av dagvattnet från partihandelsområdet finns en yta mellan Grosshandlarvägen och Södra Länken som kan tas i anspråk. En damm är troligen inte möjlig att anlägga då området korsas av både spill och vattenledningar samt högspänningskablar. Ett avsättningsmagasin med en effektiv volym på ca 1800 m³ kan ev. anläggas. Investeringskostnaden uppskattas till drygt 12 milj. kr.

Vilka reningsåtgärder som kan vidtas (typ/placering) för den del av Södra länken/Årstalänken som för närvarande avvattnas till tunneln är svårt att avgöra beroende på den omfattande byggverksamheten i området. Ett mindre avsättningsmagasin med oljeavskiljning med volymen 200 m³ bör vara tillräckligt för rening. En exakt placering är svår att göra. Kostnaden för magasinet uppskattas till ca 1,6 milj. kr.

Sammanfattningsvis uppskattas investeringskostnaden enligt alternativ 2 till ca 15 milj. kr varav avsättningsmagasinet utgör merparten av kostnaden.

Alternativ 3 är ursprungligen tänkt för deltillrinningsområde Å2 {13} men då detta område uteslutande består av industriområden och trafikleder görs bedömningen att detta dagvatten inte är lämpligt att avleda via dike⁸/damm. En viss bräddning av spillvatten förekommer till dagvattenledningar vilket också gör en öppen lösning mindre lämplig.

I detta alternativ pumpas vattnet från tunneln (från lågpunkt, se alt.1) och leds via en kort rörledning till Skälderviksplans östra avgränsning för att därifrån avledas i öppen dager till två

⁸ Till viss del återskapad i Gatu- och fastighetskontorets regi.

dammar i närheten av utloppet vid Årstaviken ca 400 m öster om järnvägsbron. De två större dagvattenledningar som löper i den gamla dikesfåran mot Årstaviken tas bort med undantag av den sträcka som passerar under Svärdlångsvägen. De få mindre anslutande dagvattenledningarna från angränsande bostadsområden föreslås mynna direkt i diket.

Som framgår av alternativ 1 finns det inga transporttunnlar som möjliggör transporter ner till den del av tunnelns lågpunkt där pumparna ska placeras. Ett borrhål måste göras grovt för att uppifrån applicera en pump. Exakt hur denna del av förslaget ska genomföras är osäkert och därför svårt att kostnadsberäkna. Här antas denna kostnad uppgå till 1 milj. kr. Ledningen (2000 Ø) från borrhål till dike beräknas kosta ca 500 000 kr. Det ca 400 m långa diket som för vattnet vidare mot befintligt dike norr om nordost om Svärdlångsvägen beräknas kosta ca 600 000 (inklusive släntning). De två dammar som föreslås vid utloppet utnyttjar den befintliga topografien {13} vilket minimerar schaktarbetet. Kostnaden för dammarna uppskattas till 250 000 kr.

Utöver de redovisade åtgärderna för alternativ 3 ovan kan det eventuellt behövas någon form av magasin innan vattnet leds ut i diket. Magasinet är avsett för att avskilja skräp och ska kunna fungera som en spärr mot t.ex. utsläpp vid olyckor inom tillrinningsområdet. Ett mindre avsättningsmagasin med oljeavskiljning (volym 200 m³) beräknas kosta ca 1,4 milj. kr.

Den totala investeringskostnaden för alternativ 3 beräknas bli mellan 2,6 och 4,1 milj. kr beroende på om det föreslagna avsättningsmagasinet byggs. Kostnaden för applicering av pumpar i tunneln är osäker.

Område Å2 : För detta deltillrinningsområde finns ingen möjlighet att anlägga en damm, dels på grund av utrymmesbrist, dels på grund av den bräddning som då och då sker. Det alternativ som kvarstår är ett större avsättningsmagasin. En sådan är även den svår att placera då det område i den norra delen av Västberga som kan vara lämpligt (vid tunnelns början) inte är allmän mark. En annan nackdel med placeringen är att en stor del av det trafikdagvatten som leds till tunneln inte renas.

I ”Förnyelse och åtgärdsplan 1996” {1} föreslås en utvidgning av tunneln så att en del kan utnyttjas som avsättningsmagasin. Till skillnad mot Årstafältet- Årstavikentunneln finns en transporttunnel ner till tunneln ca 100 m från Årstaviken vilket underlättar en utsprängning av berget samt kommande skötsel och underhåll (bilaga 6f).

På grund av den stora andelen hårdgjorda ytor kan inte den generellt antagna avrinningskoefficienten 0,5 användas. För dimensioneringen har avrinningskoefficienten 0,8 använts vilket ger avsättningsmagasinet volymen 14 000 m³. Enbart utsprängning och transporter av sprängsten beräknas kosta 28 milj. kr. Kostnader för pumpar och styr- och reglerutrustning tillkommer, dessa kostnader uppskattas till 1 milj. kr.

Anläggnings storlek, den höga belastningen, olycksrisken inom avrinningsområdet och de förekommande bräddningarna kan eventuellt motivera en mer sofistikerad rening utöver sedimentering och oljeavskiljning. En sådan rening skulle kunna inbegripa exempelvis dosering av fällningskemikalier och ett bakteriedödande steg med UV-strålning. Kostnaderna är svåra att uppskatta men torde knappast understiga 1 milj. kr.

Den totala investeringskostnaden (inklusive projektering etc.) beräknas bli 30-35 milj. kr. Eventuellt kan ytterligare kostnad tillkomma för rening av dagvatten från område Å3 (se nedan).

Område Å3 : Liksom för område Å2 finns få ytor att disponera för rening. Med tanke på att utloppen i Årstaviken sker på maximalt ca 300 m avstånd från den föreslagna avsättningsmagasinet i tunneln (se ovan) är en kostnadseffektiv lösning att även avleda dagvatten från område Å3 till denna reningsanläggning (bilaga 6f).

För att i någon mån avlasta anläggningen kan LOD tillämpas i det nya bostadsområdet i Årstadal (yta ca 32 ha). Denna lösning med ett antal olika alternativ finns närmare beskrivet i en tidigare publicerad rapport{14}. Tyvärr finns inga kostnadsberäkningar gjorda och detta är ett alltför omfattande arbete för att rymmas inom ramen för detta arbete. LOD-alternativet innebär dock en besparing på ca 3-4 milj. kr vilket är den ungefärliga kostnaden för anslutning till avsättningsmagasinet i tunneln.

Då det på grund av den kommande nybyggnationen i Årstadal är svårt att förutse hur ledningssystemet kommer att se ut är en kostnadsuppskattning svår att göra. Det är t.ex. inte omöjligt att dagvatten måste pumpas från ledningarna till avsättningsmagasinet i tunneln. Enbart nya ledningar enligt den nuvarande placeringen kostar minst 2 milj. kr. Till denna kostnad tillkommer eventuella kostnader för pumpar etc. Den totala kostnaden för nya ledningar kan komma att uppgå till ca 3-4 milj. kr.

För de ca 40 ha yta som återstår om Årstadal får en LOD-lösning krävs en utvidgning med ca 2500 m³ av det föreslagna avsättningsmagasinet i tunneln (se Å2 ovan). Detta innebär en ytterligare kostnad för magasinet med ca 5 milj. kr.

Den totala investeringskostnaden för område Å3 uppgår till ca 10 milj.kr varav ca 5 milj. kr läggs på en utvidgning av avsättningsmagasinet i tunneln. Avsättningsmagasinets totala kostnad för rening av dagvatten från område Å2 och Å3 (ej Årstadal) blir då ca 35-40 milj. kr.

Område Å4 : I anslutning till utloppet i Årstaviken finns möjlighet att anlägga en damm. På grund av den bräddning av spillvatten som kan förekomma är en öppen lösning med damm inte lämplig.

Ett avsättningsmagasin med volymen 2000 m³ beräknas kosta ca 14 milj.kr.

Ett betydligt billigare alternativ är den redan tidigare föreslagna (Kjessler och Mannerstråle, förstudie 1995) Dunkersanläggningen vid utloppet i Årstaviken (bilaga 6g). Denna beräknas kosta ca 500 000 kr. En komplikation är att den yta som upptas (ca 2000 m²) hamnar mitt i en fritidsbåtshamn vilket bl.a. innebär att en bryggsektion med ett 20-tal förtöjningsplatser måste tas bort eller flyttas. Det är troligt att flytväggarna måste kompletteras med bryggor för förtöjning av båtar.

Den totala investeringskostnaden för område Å4 är, p.g.a. båthamnen, svår att uppskatta men understiger troligen inte 1 milj. kr. I den utförda förstudien uppskattas totalkostnaden till ca 1,6 milj.kr (inkluderar bryggor, cirkulationspumpar samt övriga kostnader som upphandling, ritningar och de arbeten som kan uppstå p.g.a. bryggornas samtida användning som båtbryggor).

Område Å5 : I anslutning till utloppet i Årstaviken ligger en större lekplats vilket utesluter en lösning med öppen damm. En Dunkersanläggning i Årstaviken är inte heller lämplig då av

ståndet till Årsta holmar endast är ca 100 m. Det finns en risk att den farled som går mellan Årsta holmar och Södermalm blir alltför smal för sjöfarten. Det är möjligt att anlägga ett avsättningsmagasin men detta medför också problem (p.g.a. lekplatsen).

Ett bättre och billigare alternativ är att utvidga den befintliga dagvattentunneln (bilaga 6g). Tantogatan och Sockerbruksgatan samt delar av bostadsområdet (totalt ca 3 ha) strax väster om utloppet renas inte med denna lösning. Det finns dock möjlighet att med mindre nyläggningar av ledningar inkludera även dessa områden för en kostnad av ca 300 000 kr.

Vid tunnelns slut finns en avloppspumpstation insprängd i berget. Inne i tunneln finns den tryckledning som för spillvattnet upp till befintlig avloppskulvert vid korsningen Jägargatan/Tantogatan. Genom att vidga öppningen till pumpstationen kan en transportväg som är maximalt ca 15 m lång skapas till tunneln. En utsprängning av ca 2400 m³ berg beräknas kosta ca 4,8 milj. kr. Styr och reglerutrustning samt pumpar beräknas kosta ca 0,6 milj. kr. Kostnader tillkommer för att skapa passage genom pumpstationen samt för att skydda den tryckledning som finns i tunneln.

Totalt beräknas reningen av dagvatten från deltillrinningsområdet kosta ca 6 milj. kr.

Hela tillrinningsområdet (Å1-Å5) : Anläggningskostnaderna för reningsanläggningar runt Årstaviken blir totalt mellan 50 och 67 milj. kr. varav ca hälften används för avsättningsmagasinet i Årstadalstunneln.

Reduktion av föroreningar och näringsämnen

Med utgångspunkt i den beräknade belastningen enligt tabell 5 har belastningsreduktionen översiktligt beräknats. Beräkningen av reduktionen bygger på att samtliga föreslagna reningsåtgärder antas bli genomförda. En generell reningseffekt på ca 70% (se Basfakta och antaganden sid. 11) har antagits för de föreslagna reningsåtgärderna.

Framför allt två faktorer påverkar den totala belastningsreduktionen inom hela tillrinningsområdet :

- Den antagna reningseffekten
- Vilka marktytor som undantas från rening. Är exempelvis belastningen relativt hög från marktytor klassade som ”genomsläpplig mark” (rening oftast ej möjlig) kommer detta att minska den totala reduktionen. Effekten är speciellt tydlig för kväve som till stor del härör från atmosfärisk deposition.

Tabell 6. Årstaviken, reduktion av näringsämnen och metaller

	Fosfor kg/år				Kväve kg/år			
	Nu- läge	Efter rening	reduk- tion	reduk- tion %	Nu- läge	Efter rening	reduk- tion	reduk- tion %
Vatten	1,2	1,2	0	0%	853	853	0	0%
Kommunikation	130	39	91	70%	1100	330	770	70%
Bebyggelse	250	80	170	70%	1900	570	1330	70%
Genomsläpplig mark	25	25	0	0%	670	670	0	0%
Totalt	410	145	261	64%	4520	2420	2100	46%

	Koppar kg/år				Zink kg/år			
	Nu- läge	Efter rening	reduk- tion	reduk- tion %	Nu- läge	Efter rening	reduk- tion	Reduk- tion %
Vatten	-	-	-	-	-	-	-	-
Kommunikation	37	11	26	70%	140	42	98	70%
Bebyggelse	66	20	46	70%	190	57	133	70%
Genomsläpplig mark	14	14	0	0%	22	22	0	0%
Totalt	120	45	72	60%	350	121	231	66%

En betydande del av belastningen från ”Genomsläpplig mark” härrör från undergruppen ”Övrig öppen mark” som inkluderar Årstafältet. Då en stor del av avrinningen sker via den nyanlagda damm/rotzonsanläggningen kan det antas att en reduktion av belastningen från omgivande marktytor sker. Den totala reduktionen för tillrinningsområdet stiger därför sannolikt med ytterligare några procentenheter.

Koppling till dagvattenstrategi och vattenprogram för Stockholm

Dagvattnet kommer helt eller delvis från vägar med >15 000 fordon /dygn och från industri-
 mark och är därför dagvatten som i de flesta fall ska renas enligt den gjorda dagvattenklassifi-
 ceringen {2}. Åtgärdsförslagen i Recipientklassificeringen {5} är till stora delar i överens-
 stämmelse med de föreslagna reningsåtgärderna enligt ovan.

Enligt Vattenprogrammet för Stockholm-1994 {6} är ett närliggande mål att förbättra möjlig-
 heterna till sportfiske. Som långsiktiga mål anges minskad näringshalt och badbart vatten. Det
 finns för närvarande inga badplatser i Årstaviken p.g.a. de förhöjda bakteriehalter som upp-
 mätts vid ett antal tillfällen. Årstavikens utveckling bedöms som negativ bl.a. beroende på den
 stora mängden orenat dagvatten som belastar viken. Ett förslag till åtgärd är att trafikdagvat-
 ten ska renas innan utsläpp sker.

De här föreslagna åtgärderna för rening av dagvattnet är samtliga möjliga att koppla till Vat-
 tenprogrammets mål för Årstaviken. Med hänsyn tagit till avrinningsyta och föroreningsbe-
 lastning bör avsättningsmagasinet i Årstadalstunneln (område Å2) ha hög prioritet.

Det kan också noteras att Miljö- och hälsoskyddsnämnden i ”Mål för verksamheten 2002-
 2004” anger Årstaviken som en recipient där det är särskilt angeläget att vattenkvaliteten för-
 bättras.

Trekanten

Se även bilaga 7a-d

Recipientbeskrivning

Trekanten är en relativt stor parksjö i området Gröndal- Liljeholmen i sydvästra Stockholm. Sjön med
 omgivning har stort rekreationsintresse och används bl.a. för bad och fiske. Sjön uppvisar en för
 Stockholmsområdet ordinär flora och fauna, men den är en viktig länk i naturmiljön kring Årsta-
 Vinterviken

Hydrologiska fakta

- Tillrinningsområdets yta: 60 ha
- Sjöyta: 13,5 ha
- Sjövolym: 570 000 m³
- Omsättningstid: ca 1år p.g.a. tillsats av dricksvatten (teoretisk 3,1 år)
- Största djup: 7,0 m
- Medeldjup: 4,4 m

Vatten- och sedimentkvalitet

Den naturliga tillrinningen till Trekanten är liten. Vattenomsättningen förbättras genom tillsats av dricksvatten (70-80 % av sjöns volym/år). Bottenvattnet luftas periodvis och pumpas periodvis ut från den djupaste punkten till Mälaren. Naturligt utflöde saknas.

Vattnet är skiktat både sommar och vinter. Låga syrehalter förekommer på 6 m djup under sommaren, men total syrebrist är mycket ovanlig. Halterna av fosfor och kväve har minskat mycket kraftigt p.g.a. de vidtagna åtgärderna. Fosforhalten i ytvattnet är dock fortfarande hög, medan kvävehalten är måttlig. Luftningen och pumpningen har medfört låga fosforhalter i bottenvattnet och klorofyllhalterna är betydligt lägre än tidigare. Siktdjupet har ökat till ca 3 m i augusti.

Bakteriologiska prover från Trekantsbadet, vid sjöns nordöstra strand, visar att Trekanten återkommande belastas av förorenande bakterier. Av de prover som tagits vid badet sedan 1990 har 41 % varit tjänliga med anmärkning. Vid tre tillfällen i början av 1990-talet konstaterades prover som var otjänliga.

Det är mycket höga halter av tungmetaller i bottensedimenten, framförallt av koppar men också kvicksilver, bly och zink.

Befintlig rening

Allt trafikdagvatten från Essingeleden avleds sedan 1996 till en lamelloljeavskiljare under Blommensbergsviadukten (bilaga 7c) innan det rinner ut i Trekanten. Funktionen av reningsanläggningen har utvärderats under ett år (1996-97)⁹. Drygt 10 % av oljan⁹ stannade i avskiljaren. Avskiljningen av tungmetaller och suspenderat material varierade mellan 9 och 17 %. För att få en bättre reningseffekt behövs troligen en utjämning av dagvattnet innan det leds in i oljeavskiljaren.

Tillrinningsområde och föroreningsbelastning

Trekantens närmaste omgivning är ett attraktivt parkområde. Marken är flack med undantag av den södra sidan där en förkastningsbrant sträcker sig upp mot bostadsområdet Nybohov.

Tillrinningsområdet (bilaga 7a, 7b), som totalt är 58 ha stort, präglas av närheten till Stockholms innerstad. På ömse sidor av sjön går två av landets mest trafikerade vägar, Essingeleden (E4 och E20) och Södertäljevägen. Förutom Nybohov, söder om sjön, finns flera flerbostadsområden inom tillrinningsområdet. På en höjd i områdets östra del, invid Södertäljevä

⁹ Oljehalterna var generellt låga (<1 mg/l)

gen, ligger Katrineberg och i den nordvästra delen Sannadalsplatån. Även delar av äldre bebyggelse i Gröndal avvattnas till Trekanten.

Öster om sjön går tunnelbanan. Vid Liljeholmstorget, i anslutning till tunnelbanestationen, finns ett centrum med bland annat butiker och kontor. En ny bussterminal och bostäder är under uppförande vid Liljeholmstorget.

Den enda miljöfarliga verksamheten som finns inom tillrinningsområdet är en trävarufirma vid Lövholmsvägen, på den norra sidan av sjön.

Trekanten har varit hårt belastad av förorenat vatten från industrier som tidigare låg i närheten av sjön. I området har det bland annat funnits garverier och färgerier. Tidigare impregnerades trä vid det trävaruföretag som fortfarande finns kvar norr om sjön då bland annat krom och arsenik användes. Impregneringen upphörde 1982 och marken sanerades. En markundersökning gjord 1997, i närheten av företaget, visar låga halter av arsenik. Däremot upptäcktes förhöjda halter av DDT i en gammal ledningsgrav vid Trekantsvägen.

Fram till 1961 belastades Trekanten av bräddavloppsvatten. Under den senaste 20-års perioden har flera stora insatser gjorts för att förbättra tillståndet i sjön, bland annat syresättning av bottenvattnet och tillsats av dricksvatten från vattenreservoaren i Nybohov.

Efter bortkoppling av vägdagvatten från delar av Essingeleden återstår numera avrinning från en 300 meter lång vägsträcka på Blommensbergsviadukten. Denna sträcka har tre körfiler i vardera riktning och trafikeras med cirka 120 000 fordon/dygn.

Vägdagvattnen från en cirka 200 meter lång sträcka av Södertäljevägen (45 000 fordon/dygn) leds orenat ut i sjöns östra del.

Tabell 7. Trekanten, markanvändning och beräknad tillförsel av näringsämnen och metaller

Kg/år

	Yta, ha	Fosfor	Kväve	Koppar	Zink
B. Kommunikation	11,6	9,0	80	2,5	10
Väg<20 000 fordon/dygn	5,2	4,0	38	1,1	4,0
Väg>20 000 fordon/dygn	1,6	2,4	18	0,6	2,7
Parkering	3,6	1,6	17	0,5	1,7
Spårväg	1,2	1,0	6,8	0,3	1,2
C. Bebyggelse	19,4	14	120	4,3	7,3
Miljöfarlig verksamhet	1,1	1,3	8,7	0,4	1,5
Arbetsplats/service	3,9	4,2	30	0,4	1,4
Specialenhet	3,7	2,2	20	0,9	1,1
Flerfamiljsfastighet	10,3	6,4	58	2,6	3,2
Enfamiljsfastighet	0,4	0,1	1,9	<0,1	0,1
D. Genomsläpplig mark	29,2	1,9	61	1,1	1,4
Odlad mark/odlingslotter	0,7	0,1	4,0	<0,1	<0,1
Övrig öppen mark	16,7	1,2	40	0,8	1,0
Skogsmark	11,8	0,6	17	0,2	0,4
SUMMA	60	25	260	7,9	18
<hr/>					
E. Atmosfäriskt nedfall på sjöytan		0,1	100		

Den största delen av fosfor- och kvävebelastningen uppskattas komma från bebyggelsen, främst flerfamiljsfastigheter (inklusive lokalgor).

Essingeleden och Södertäljevägen beräknas bidra med ca en femtedel av den totala belastningen av zink till sjön vilket bland annat beror på att bildäck innehåller zink. Även flerfamiljsfastigheterna i området står för en stor del (ca 20 %) av den zink som transporteras till

Trekanten. Det har ett samband med korrosion av utvändigt byggnadsmaterial, t ex förzinkade tak, stolpar och vägräcken. Enligt beräkningarna här bidrar flerfamiljsfastigheter med mer koppar än trafiken. Ursprungligen hade flertalet av husen i Nybohov koppartak. Numera är de flesta taken belagda med asfalt, men 1 700 m² takyta är fortfarande täckta av kopparplåt.

En teoretisk modell för att uppskatta betydelsen av olika källor till föroreningar i dagvatten har utarbetats för Hammarby Sjöstad. För att undersöka om beräkningarna i modellen var riktiga har provtagningar av dagvattnet från Nybohov undersökts {11} under en ettårsperiod (1998-99). I delar av tillrinningsområdet för Trekanten gjordes samtidigt en detaljerad inventering av utvändigt byggnadsmaterial.

Med utgångspunkt från mätvärden och den teoretiska modellen för Hammarby Sjöstad beräknades att följande mängder (kg/år) förs ut i Trekanten:

Fosfor	Zink	Koppar	Kadmium	Bly	PAH
21	30	15	0,025	2,4	0,6

Fosformängden är något mindre än vad som beräknats med schablonvärden (se tabell 7), men både zink och kopparmängderna är större. Kväve ingick inte i undersökningen. Möjliga orsaker till underskattningen av tungmetallerna med schablonvärden kan vara att trafikmängden är mycket stor på vägarna i närheten av Trekanten. Även om bara delar av trafikdagvattnet leds till sjön så kan föroreningar från vägarna föras bort med vinden och på så sätt få ett större spridningsområde. Mätdata visar att dagvatten som avrinner från koppartak innehåller högre halter koppar än vägdagvatten och att byggnadsmaterial är den största källan för koppar i områden med koppartak men också en mycket viktig källa för zink. Detta visar att schablonvärdena bör vara större i områden där koppartak förekommer.

Internbelastningen är av stor betydelse och förklarar de tidigare ibland anmärkningsvärt höga fosforhalterna i vattnet. Efter bortpumpning och luftning av bottenvattnet närmar sig fosforhalterna nu de värden som kan förväntas med den beräknade belastningen via tillrinningen.

Deltillrinningsområden

Deltillrinningsområdena (T1-T4, bilaga 7b) är tidigare detaljkarterade {11} .

Sammanfattningsvis är utsläppen av dagvatten koncentrerade till fyra större ledningar (bilaga 7c) varav två mynnar i sjöns västra del (dagvatten från Essingeleden och bostadsområden i Gröndal) och de övriga två sjöns östra del (dagvatten från bostadsområdet Nybohov och Liljeholmen med Södertäljevägen).

I de nedan angivna ytorna inkluderas inte större områden med diffus avrinning (parkmark, berg).

Område T1 : Området är ca 17 ha stort. Inom området finns bostadsområdet Nybohov, ca 200 m av Södertäljevägen (45 000 fordon/dygn) och Liljeholmstorget med bussterminal och p-ytor.

Område T2 : Området är ca 6 ha stort och består av verksamhetsområden och ett mindre bostadsområde (Katrineberg).

Område T3 : Området är ca 7 ha stort och består av bostadsområdet Gröndal. Utloppet i Trekanten är beläget vid sjöns allmänna badplats.

Område T4 : Området är ca 1 ha stort och utgörs enbart av en 300 m lång del av Essingeleden (Blommensbergsviadukten) med 120 000 fordon/dygn.

Åtgärdsförslag och kostnadsuppskattningar

Se även ”Avgränsningar”.

Område T1 : I området finns få disponibla ytor för dammar och avsättningsmagasin. Dessutom har området kring Liljeholmstorget och den parkyta som finns vid Trekantens strand nyligen genomgått en stor omdaning. Området lämpar sej inte heller för lokal infiltration.

Då dagvattenledningen innan utloppet är dragen i början av spillvattentunneln Årstadal-Eolshällstunneln är en mycket billig åtgärd att leda dagvattnet till tunneln för vidare transport till SYVAB:s reningsverk i Botkyrka kommun. Eftersom en minskad vattenomsättning i Trekanten bedöms påverka sjön negativt är denna lösning inte att föredra.

En tänkbar lösning kan vara att anlägga en mindre Dunkersanläggning (bilaga 7d) vid utloppet i Trekanten. Utloppet mynnar i mindre långstäckt vik vilket gör att flytväggarna inte uppfattas som om att de ligger ”ute i sjön”. Eftersom Trekanten är en liten sjö kan en Dunkersanläggning som inte placeras så ”naturligt” som möjligt påverka helhetsintrycket. En Dunkersanläggning med ca 1500 m² yta beräknas kosta ca 350 000 kr (inkluderar en innervägg för styrning av flödet).

På grund av läget kan flytväggarna förses med en flytbrygga som skulle kunna utgöra en del av promenadstråket runt sjön.

I den tidigare gjorda {11} detaljerade undersökningen av tillrinningsområdet framkom det att koppar och till viss del även zink till stor del härrörde från byggnaderna i Nybohovsområdet. Då dessa korrosionsprodukter från bl.a. taken kan förmodas förekomma i löst form och därmed inte kan tas om hand med hjälp av enkel sedimentationsteknik är också åtgärder vid källan ett alternativ. Det finns t.ex. ett större koppartak med en yta på ca 1300 m² (av totalt ca 2400 m² kopparyta som är direktansluten till dagvattenledning) som kan täckas över med lämpligt material. En ungefärlig kostnad för detta är 250 000 kr. Övriga kopparytor (vindskivor och fönsterbleck) måste bytas ut då en övermålning ej är möjlig. Denna kostnad är svåruppskattad.

De obehandlade förzinkade ytorna inom området finns framför allt på vägräcken etc. En övermålning av dessa ytor svår att kostnadsuppskatta.

Område T2 : Liksom för område T1 är marken hårt utnyttjad och består i bostadsområdet Katrineberg till stor del av berg i dagen varför en LOD-lösning som infiltration/perkolation är svår att genomföra.

Det finns i anslutning till utloppet parkyta som kan utnyttjas för rening. Ytan är dock för begränsad och korsas av promenadvägar vilket gör en damm svår att anlägga. Ett avsättningsmagasin är möjligt att anlägga för en kostnad av ca 3 milj. kr. På grund av tidigare träbehandling finns risk för markföroreningar i området vilket kan försvåra schaktarbeten.

En billigare lösning är dock att liksom för område T1 placera en Dunkersanläggning vid utloppet. Utloppet är placerat i en hörna (bilaga 7d) av sjön vilket gör anläggningen mindre framträdande ur estetisk synpunkt. Investeringskostnaderna för Dunkersanläggningen uppskattas till 250 000 kr.

Liksom för anläggningen i område T1 kan flytväggarna förses med en flytbrygga som kan utgöra en del av promenadstråket runt sjön.

Område T3 : Även inom detta område är marken hårt utnyttjad och består till stor del av berg i dagen varför en LOD-lösning som infiltration/perkolation är svår att genomföra. De disponibla ytor som finns i anslutning till utloppet är en populär rekreationsyta med badplats vilket omöjliggör rening i en damm eller Dunkersanläggning.

Ett avsättningsmagasin under mark vid utloppet är möjligt att anlägga (bilaga 7d) till en ungefärlig kostnad av 1,5 milj. kr. Med dagens ledningsdragning inkluderas inte Lövholmsvägen och bostäderna strax norr därom (totalt ca 2,5 ha) i denna lösning. En omdragning av ledningen från dessa områden till avsättningsmagasinet beräknas kosta ca 250 000 kr. Magasinet måste då göras större vilket ger en merkostnad på ca 1 milj. kr. Totalkostnaden blir då ca 3 milj. kr.

Område T4 : Den befintliga lamelloljeavskiljaren (se ”Befintlig rening” ovan) har en låg reningseffekt och behöver kompletteras med ett mindre utjämningsmagasin för att åstadkomma ca 70 % rening av vägdagvattnet. Ett mindre utjämningsmagasin (ca 100 m³) med pumpar beräknas kosta ca 700 000 kr.

Hela tillrinningsområdet (T1-T4) : Anläggningskostnaderna för reningsanläggningar runt Trekanten blir totalt mellan 2,8 och 4,5 milj. Den största delen av kostnaderna avser avsättningsmagasinet för område T3.

Reduktion av föroreningar och näringsämnen

Med utgångspunkt i den beräknade belastningen enligt tabell 7 har belastningsreduktionen översiktligt beräknats. Beräkningen av reduktionen bygger på att samtliga förslagna reningsåtgärder antas bli genomförda. En generell reningseffekt på ca 70% (se Basfakta och antaganden sid. 11) har antagits för de föreslagna reningsåtgärderna.

Framför allt två faktorer påverkar den totala belastningsreduktionen inom hela tillrinningsområdet :

- Den antagna reningseffekten
- Vilka markytor som undantas från rening. Är exempelvis belastningen relativt hög från markytor klassade som ”genomsläpplig mark” (rening oftast ej möjlig) kommer detta att minska den totala reduktionen. Effekten är speciellt tydlig för kväve som till stor del härör från atmosfärisk deposition.

Tabell 8. Trekanten, reduktion av näringsämnen och metaller

	Fosfor kg/år				Kväve kg/år			
	Nu-läge	Efter rening	reduktion	reduktion %	Nu-läge	Efter rening	reduktion	reduktion %
Vatten	0,1	0,1	0	0%	100	100	0	0%
Kommunikation	9	2,7	6,3	70%	80	24	56	70%
Bebyggelse	14	4,2	9,8	70%	120	36	84	70%
Genomsläpplig mark	1,9	1,9	0	0%	61	61	0	0%
Totalt	25	9	16	64%	360	220	140	39%

	Koppar kg/år				Zink kg/år			
	Nu-läge	Efter rening	reduktion	reduktion %	Nu-läge	Efter rening	reduktion	reduktion %
Vatten	-	-	-	-	-	-	-	-
Kommunikation	2,5	0,7	1,8	70%	10	3	7	70%
Bebyggelse	4,3	1,3	3	70%	7,3	2,2	5,1	70%
Genomsläpplig mark	1,1	1,1	0	0%	1,4	1,4	0	0%
Totalt	7,9	3,1	4,8	61%	18	6,6	12	67%

Koppar kan reduceras ytterligare genom att föreslagna åtgärder inom bostadsområdet Nybohov genomförs. Denna koppar förekommer troligen till största delen initialt i löst form.

Koppling till dagvattenstrategi och vattenprogram för Stockholm

Både Essingeleden och Södertäljevägen är hårt trafikerade trafikleder vars avrinnande dagvatten ska renas enligt Dagvattenklassificeringen. Höga kopparhalter har uppmätts i dagvattnet från område T1 vilket ska föranleda någon form av åtgärd. För bostadsområden med flerkonfamiljsfastigheter ska åtgärder övervägas.

I Recipientklassificeringen föreslås en rening av dagvattnet från delavrinningsområde T1 samt en förbättrad rening av vägdagvattnet från Essingeleden. Däremot föreslås inga åtgärder för områdena T2 och T3.

Enligt Vattenprogrammet (1994) är den främsta målsättningen att behålla ett badbart vatten och att förhindra blomningar av blågröna alger. Som närliggande mål anges en sänkning av näringsinnehållet och behålla ett badbart vatten. Ett långsiktigt mål är låga metallhalter¹⁰. Vidare föreslås att möjligheten att rena trafikdagvatten undersöks.

Samtliga föreslagna reningsåtgärder kan kopplas till vattenprogrammets mål att ytterligare sänka näringsinnehållet och därmed minska risken för algblomning. Även det långsiktiga målet att sänka metallhalterna kan anses till viss del uppfyllt genom reningsåtgärderna. Skriv

¹⁰ Det framgår inte om det halterna i vattnet eller sedimenten som avses. Då halterna i sedimenten är höga förmodas målet gälla sedimenten.

ningarna i Vattenprogrammet (1994){6} är dock inte så starka att man utan vidare kan motivera rening av allt dagvatten som tillförs sjön.

Sammantaget kan reningen av dagvattnet från område T1 och den utökade reningen av vägdagvatten från Essingeleden (T4) klart motiveras med utgångspunkt från Dagvattenstrategin och Vattenprogrammet. Åtgärderna för område T2 och T3 är mer tveksamma. Det bör dock beaktas att en allmän badplats är belägen vid utloppet för område T3 och att den relativt trafikbelastade Lövholmsvägen (ca 12 000 fordon/dygn) delvis ingår i område T2.

Laduviken

Se även bilaga 8a-b

Recipientbeskrivning

Laduviken, som rinner till Husarviken, ligger på Norra Djurgården och ingår i Nationalstadsparken. Sjön ligger en halv meter över havsytan och bräckt vatten kan därför tränga in vid höga vattenstånd i Lilla Värtan. I slutet av 1970-talet fördjupades sjön genom muddring, eftersom den annars bedömdes växa igen inom 50-100 år. Sjöns läge i Nationalstadsparken medför att den har mycket stor betydelse för friluftsliv och rekreation. Laduviken ingår i förslaget naturreservat för Norra Djurgården.

Hydrologiska fakta

- Tillrinningsområdets yta: 110 ha
- Sjöyta: 5,3 ha
- Sjövolym: 117 000 m³
- Omsättningstid: 3 månader
- Största djup: 3,2 m
- Medeldjup: 2,2 m

Vatten- och sedimentkvalitet

Vattnet är mycket saltrikt. Skiktningen är svag under vintern och syrehalterna låga. Svavelväte påträffas relativt ofta i bottenvattnet och förekom i hela vattenmassan 1994. Vattnet kan vara skiktat även under sommaren, tillfälligtvis med svavelväte vid botten. Fosforhalterna är ganska höga, medan kvävehalterna är måttliga. Fosfatfosfor brukar finnas i överskott under sommaren och växtligheten begränsas främst av kvävebrist. Klorofyllhalterna har de senaste åren varit låga och siktdjupet stort, över 2 m.

Vid provtagning år 1991 hade Laduviken låga halter av tungmetaller i sedimenten. En förnyad provtagning år 1997 visade på en viss förhöjning av bly och koppar i de översta sedimentlagren.

Befintlig rening

Avrinningen från Roslagsvägen och delar av universitetsområdet samt dräneringsvatten från tunnelbanan behandlas i en anläggning för slam- och oljeavskiljning (byggår 1968) innan vattnet rinner ut i Laduviken (bilaga 8b). Anläggningens effektiva volym är ca 120 m³{16}. Hur väl anläggningen fungerar är okänt. Då tillrinningsområdet utgörs av 15 ha hårdgjorda ytor{16} är anläggningen för liten för att en effektiv rening ska kunna ske.

Utloppet efter reningsanläggningen är placerat så att vattnet rinner via dike i en mindre våtmark innan det når recipienten. Det är troligt att en viss rening sker i våtmarken innan det slutliga utloppet i sjön.

Tillrinningsområde och föroreningsbelastning

Tillrinningsområdet (bilaga 8a) som är ca 114 ha stort (varav 83 ha är natur- och parkmark), domineras av grönområden, huvudsakligen öppen gräsmark med inslag av glest växande ekar och andra ädellövträd. Naturmarken, inklusive området väster om sjön, som är en utfylld våtmark, täcker knappt två tredjedelar av tillrinningsområdet. Marken väster om sjön avvattnas av ett dike som följer våtmarkens södra sida. Utflödet från Laduviken går till Husarviken via ett dike som börjar i sjöns östra ände.

Öster om Roslagsvägen (ca 60 000 fordon/vardagsdygn) ligger stora delar av Stockholms universitet. Byggnader och tillhörande mark som tillhör universitetet upptar knappt tjugo procent av tillrinningsområdets yta. Roslagsbanan passerar genom tillrinningsområdets västra del. Tunnelbanan går under jord parallellt med Roslagsvägen. I områdets sydvästra del, invid Roslagsvägen ligger en bensinstation. I tillrinningsområdets östra del, mellan Stora Skuggans väg och Fiskartorpsvägen finns ett område med kontorsverksamhet. Utöver den kartering som ligger till grund för markanvändningskartan gjordes 1996 en omfattande detaljkartering i fält av hela Laduvikens tillrinningsområde

Den påverkan som markanvändningen bidrar till kommer huvudsakligen från bebyggelsen vid universitetsområdet. Endast fem procent av tillrinningsområdet består av vägar.

Tabell 9. Laduviken, markanvändning och beräknad tillförsel av näringsämnen och metaller

Kg/år					
	Yta, ha	Fosfor	Kväve	Koppar	Zink
A. Vatten	9,6	0,3	9,2	*	*
Våtmark	9,5	0,3	9,1		
Övrigt vatten	0,1	<0,1	0,1		
B. Kommunikation	8,9	7,3	64	2,0	7,8
Väg<20 000 fordon/dygn	4,0	3,1	29	0,9	3,1
Väg>20 000 fordon/dygn	1,7	2,5	19	0,6	2,8
Parkering	2,4	1,0	11	0,3	1,1
Spårväg	0,8	0,7	4,6	0,2	0,8
C. Bebyggelse	15,4	15	110	1,8	5,5
Miljöfarlig verksamhet	0,4	0,5	3,0	0,1	0,5
Arbetsplats/service	12	13	90	1,3	4,3
Specialenhet	0,9	0,5	4,7	0,2	0,3
Enfamiljsfastighet	0,2	0,1	0,8	<0,1	<0,1
Övrig bebyggelse	1,9	0,6	8,3	0,2	0,4
D. Genomsläpplig mark	76	4,9	160	2,7	3,8
Odlad mark/odlingslotter	1,8	0,3	9,7	0,1	0,1
Övrig öppen mark	41,9	3,0	100	2,0	2,5
Skogsmark	32,3	1,6	47	0,6	1,2
SUMMA	110	27	340	6,5	17

* Underlag för beräkningar saknas

E. Atmosfäriskt nedfall på sjöytan	0,1	40
---	------------	-----------

Övervägande delen av fosfor- och kvävetillförseln kommer från bebyggelsen vid universitetsområdet.

Beräkningarna visar även att den största andelen koppar, zink och även olja kommer från bebyggelsen. Roslagsvägen är den enda väg som är tungt trafikerad. Dess vägträckning genom tillrinningsområdet är cirka 0.8 kilometer.

Det finns inga stora föroreningskällor inom Laduvikens tillrinningsområde, varför en omfattande intern belastning är den sannolikaste förklaringen till Laduvikens höga näringshalter.

Deltillrinningsområden

Här behandlas endast den del av ytan som inte är natur- eller parkmark. Till den befintliga reningsanläggningen och dess utlopp i diket/våtmarken som leder vidare ut i recipienten finns två större ledningar. I den större av de två (Ø1400 mm) avleds dagvatten från Roslagsvägen och de västra delarna av universitetsområdet. Den andra ledningen (Ø800 mm) kommer från öster och avleder dagvatten från de nordöstra delarna av universitetsområdet (Frescati Backe) som är anslutet via ledning och ett ca 200 m långt dike .

Område L1 : Området består helt av den del av Roslagsvägen (ca 2 ha vägyta) som passerar genom tillrinningsområdet. Trafikintensiteten är ca 60 000 fordon/dygn.

Område L2 : Delar av universitetsområdet (västra delen) med en yta på ca 20 ha varav ca 5 ha är parkmark inom området. En större parkeringsplats (1,5 ha) ingår i området strax söder om huvudbyggnaderna.

Område L3 : Delar av universitetsområdet (nordöstra delen, Frescati Backe) med en yta på ca 4 ha. Utöver de hårdgjorda ytorna är ett ca 2 ha {16} obebyggt område anslutet till ledningen via ett dikessystem.

Åtgärdsförslag och kostnadsuppskattningar

Se även ”Avgränsningar”.

Generellt sett lämpar sig området inte för LOD-lösningar som infiltration då stora delar av marken antingen består av berg i dagen eller lera. Det dräneringsvatten från tunnelbanan (salthaltigt) som via dagvattnet når Laduviken behandlas inte här.

Den befintliga reningsanläggningen, vars reningseffekt är osäker (se ovan) antas ha en reningseffekt som inte uppfyller kraven på minst 70% reduktion av föroreningar. Reningen i diket genom våtmarken är inte känd (se ovan).

För hela tillrinningsområdet är ett alternativ att ett avsättningsmagasin (ca 1400 m³) anläggs någonstans mellan universitetsområdet och utloppet. Investeringskostnaden blir dock hög, ca 10 milj. kr. I stället för ett avsättningsmagasin kan, efter en mindre ledningsomdragning, en damm eller en infiltreringsyta anläggas på den öppna ytan väster om våtmarken. Detta alternativ beräknas kosta ca 800 000 kr varav ledningsarbeten utgör ca hälften av totalkostnaden.

Ytterligare ett alternativ kan vara att skapa en damm vid utloppet (bilaga 8b) med hjälp av sponning. Denna kostnad uppskattas till ca 500 000 kr.

Område L1 : Platsbrist och ledningsdjup gör det mycket komplicerat att anlägga någon typ av reningsanläggning för vägdagvattnet från Roslagsvägen.

Om spillvattenkulverten som löper längs med Roslagsvägen klarar av den ökade hydrauliska belastningen kan vägdagvattnet till största delen ledas till reningsverk. Två anslutningspunkter där dag- och spillvattenledningar passerar varandra beräknas kosta ca 250 000 kr.

Område L2 : En möjlig åtgärd inom området är lokalt omhändertagande av dagvattnet från den 1,5 ha stora p-platsen. Ett antal ”rännor” (total längd ca 300 m) med perkolations/ infiltrationsmaterial kan anläggas på p-platsen för att på så sätt fördröja/renera dagvatten och eventuellt helt hindra det från att nå huvudledningen. Kostnaden uppskattas till ca 200 000 kr.

Ett alternativ till perkolation/infiltration kan vara att sätta någon typ av filter i dagvattenbrunnarna. Antalet dagvattenbrunnar är okänt men antas vara ca 20 st vilket är normalt för en p-yta av den här storleken. Det finns ett antal filter för gatubrunnar på marknaden varför ett styckpris är svårt att ange. Gissningsvis kostar filtren mellan 500 och 1000 kr stycket. Den totala kostnaden för filter i brunnarna kan dock inte beräknas då det är okänt om de aktuella brunnarna har en konstruktion som passar för filterinsatser. Filter kräver också stora skötselinsatser då dessa lätt täpps igen. Troligen är det nödvändigt med minst två byten /år och filter.

Område L3 : Området är relativt litet och avvattningen sker delvis via ett ca 200 m långt dike där en viss rening sker. Den befintliga reningsanläggningen bedöms vara tillräcklig för att en acceptabel rening sak ske. Detta förutsätter dock att den hydrauliska belastningen från det övriga tillrinningsområdet i stora delar helt reduceras.

Den totala investeringskostnaden för rening/avledning av dagvattnet från hela tillrinningsområdet blir mellan 0,5 och 10 milj. kr.

Reduktion av föroreningar och näringsämnen

Med utgångspunkt i den beräknade belastningen enligt tabell 9 har belastningsreduktionen översiktligt beräknats. Beräkningen av reduktionen bygger på att samtliga förslagna reningsåtgärder antas bli genomförda. En generell reningseffekt på ca 70% (se Basfakta och antaganden sid.11) har antagits för de föreslagna reningsåtgärderna.

Framför allt två faktorer påverkar den totala belastningsreduktionen inom hela tillrinningsområdet :

- Den antagna reningseffekten
- Vilka marktytor som undantas från rening. Är exempelvis belastningen relativt hög från marktytor klassade som ”genomsläpplig mark” (rening oftast ej möjlig) kommer detta att minska den totala reduktionen. Effekten är speciellt tydlig för kväve som till stor del härör från atmosfärisk deposition.

Tabell 10. Trekanten, reduktion av näringsämnen och metaller

	Fosfor kg/år				Kväve kg/år			
	Nu-läge	Efter rening	reduktion	reduktion %	Nu-läge	Efter rening	reduktion	reduktion %
Vatten	0,4	0,4	0	0%	49	49	0	0%
Kommunikation	7,3	2,7	4,6	63%	64	22	42	65%
Bebyggelse	15	4,5	10,5	70%	110	33	77	70%
Genomsläpplig mark	4,9	4,9	0	0%	160	160	0	0%
Totalt	27	12	15	56%	380	264	119	31%

	Koppar kg/år				Zink kg/år			
	Nu- läge	Efter rening	reduk- tion	reduk- tion %	Nu- läge	Efter rening	reduk- tion	reduk- tion %
Vatten	-	-	-	-	-	-	-	-
Kommunikation	2	0,7	1,3	65%	7,8	2,9	4,9	63%
Bebyggelse	1,8	0,5	1,3	70%	5,5	1,7	3,8	70%
Genomsläpplig mark	2,7	2,7	0	0%	3,8	3,8	0	0%
Totalt	6,5	3,9	2,6	40%	17	8,4	8,7	51%

En betydande del av den *beräknade* belastningen från ”Genomsläpplig mark” härrör från undergruppen ”Övrig öppen mark” som inkluderar de öppna ytorna norr om Laduviken. Då en stor del av avrinningen sker via den befintliga reningsanläggningen kan det antas att en reduktion av belastningen från omgivande markytor sker. Den totala reduktionen för tillrinningsområdet stiger därför sannolikt ytterligare några procentenheter.

Om en avledning av dagvatten från Roslagsvägen (>20 000 fordon/dygn) sker till det kombinerade nätet ökar den totala reduktionen ytterligare då reduktionen för detta delområde ökar från 70% till 100%.

Koppling till dagvattenstrategi och vattenprogram för Stockholm

I Recipientklassificeringen {5} föreslås ingen ytterligare rening av dagvattnet till Laduviken. Orsaken är att den nuvarande reningsanläggningen måste utvärderas innan vidare åtgärder föreslås. Då Laduviken ligger inom Nationalstadsparken och dessutom ingår i Stockholms ekologiskt särskilt känsliga tillrinningsområden faller det sig naturligt att rena dagvattnet effektivt innan det släpps ut i recipienten.

Enligt Dagvattenklassificeringen {2} ska alltid reningsåtgärder vidtas för vägar med >30 000 fordon/dygn. Roslagsvägen faller under denna kategori. För dagvattnet från universitetsområdet kan åtgärder vara mer tveksamma då en stor del av avrinningen från de hårdgjorda ytorna sker från promenadstråk och hustak (målad plåt, grus och asfaltplattor) som beräknas ge låga halter föroreningar. Undantaget är den stora p-yta söder i södra delen av området, här bör någon form av rening ske.

I Vattenprogrammet -1994 {6} föreslås inga ytterligare reningsåtgärder för dagvatten från befintligt tillrinningsområde trots sjöns höga natur- och friluftsvärde. Som närliggande mål anges naturvård/artskydd, fågelsjö och sportfiske. Precis som i Recipientklassificeringen är troligen orsaken till att inga reningsåtgärder föreslås den befintliga (ej utvärderade) anläggningen vid utloppet. Som ett förslag till åtgärd påpekas att en regelbunden tillsyn och skötsel av anläggningen är nödvändig.

Vattenprogrammet skrivningar kan tolkas så att rening av dagvatten är nödvändig men att den befintliga anläggningen bedöms vara tillräcklig om den sköts på rätt sätt. Med tanke på anläggningens ringa storlek och tillrinningsområdets storlek är det dock tveksamt om en tillräcklig rening uppnås. Om så är fallet är de föreslagna reningsåtgärderna i enlighet med Vattenprogrammet.

Kostnadsberäkningar

Allmänt

De kostnader som redovisas är enbart förknippade med insatser i tillrinningsområden med duplikatsystem. Områden anslutna till kombinerat ledningsnät där dagvatten tillsammans med spillvatten leds till reningsverk inkluderas följaktligen inte.

Skillnaderna i kostnad mellan olika typer av reningsanläggningar stor. De absoluta talen ska betraktas med skepsis men de säger ändå en del om vilken storleksordning på investeringskostnaderna som kan förväntas om en större satsning görs för att rena dagvatten i Stockholm.

Med tanke på de olika förutsättningarna för rening som finns i de olika tillrinningsområdena är det svårt att förutse i vilken utsträckning en viss anläggningstyp kommer att användas. På grund av platsbrist är dock dammar i många fall uteslutna. Dessutom kan det djup som dagvattenledningen ligger på försvåra dammalternativet. Ligger ledningen på för stort djup måste vatten pumpas upp till dammen vilket komplicerar och fördyrar detta alternativ.

För större reningsanläggningar kvarstår i de flesta fall avsättningsmagasin och Dunkersanläggningar som huvudalternativ. Utöver dessa finns det lokala lösningar som infiltration och filter att tillgå men dessa lösningar går troligtvis inte att applicera på annat än en begränsad del av de aktuella tillrinningsområdena. Avledning till reningsverk är inte heller en lösning som kan användas för stora delar av tillrinningsområdena.

Av kostnadsskäl framstår Dunkersanläggningar som det bästa alternativet. Denna anläggningstyp kan också ofta placeras i recipienterna runt om i Stockholm men är inte en lösning för alla tillrinningsområden eller delar därav. På grund av att en del av recipienten avspärras kan anläggande av Dunkersanläggningar komma i konflikt med friluftslivet. Kan inte en Dunkersanläggning användas är ofta det enda kvarvarande alternativet ett avsättningsmagasin vilket då medför väsentligt högre investeringskostnader.

Dagvatten från delar av vissa tillrinningsområden är kanske inte aktuella för rening på grund av lågt föroreningsinnehåll. Det kan också finnas platser där recipienten inte anses så skyddsvärd att dagvattenrening bedöms som nödvändig.

Översiktlig beräkning av investeringskostnader för dagvattenrening i Stockholm

Den totala ytan av de 5 beskrivna tillrinningsområdena är ca 16,5 km² vilket utgör 25% av den yta (66 km²) som beräknas vara ansluten till duplikatsystem {1}. Den uppskattade totalkostnaden för de beskrivna områdena är mellan 70 och 107 milj. kr (exklusive kapitalkostnader) beroende på vilka åtgärdsalternativ som väljs. Detta innebär att den totala investeringskostnaden för rening av allt dagvatten som avrinner via duplicerat ledningsnät i Stockholm blir mellan 280 och 430 milj. kr (exklusive kapitalkostnader) om man utgår från att de framtagna investeringskostnaderna för de fem beskrivna tillrinningsområdena är representativa för hela Stockholm.

Det totala antalet anläggningar beräknas bli mellan 50 och 80 stycken med utgångspunkt i de förslag som lagts för de fem undersökta tillrinningsområdena. Det bör observeras att lokala lösningar (eg. infiltration, fördröjning etc.) inte fullt ut är beaktade. De anläggningar som föreslås är till övervägande delen lagda i anslutning till större dagvattenutsläpp. Vilka anlägg

ningstyper som kommer att anläggas beror på de platsspecifika förutsättningarna som t.ex. tillgängliga ytor och tillrinningsområdets storlek. I de lagda förslagen för de 5 redovisade tillrinningsområdena. finns följande ungefärliga fördelning mellan huvudtyperna av reningsanläggningar. Siffror inom parantes avser ungefärligt antal uppskattat för hela Stockholm.

- Dammar: ca 6 (15) st. En damm anlagd på Årstafältet.
 - Dunkersanläggningar: ca 4 (10) st. Två anläggningar vid sjön Flaten resp. Magelungen
 - Avsättningsmagasin (betong och bergrum): ca 4 (16) st. Ca 10 mindre anlagda.
 - Oljeavskiljare (som enda reningssteg): ca 6 (24) st. Två stycken är i bruk.
 - Övriga lösningar (LOD, filter, diken, avledning till reningsverk etc.) : ca 11 (48) st
- De befintliga anläggningar som nämns ovan beräknas rena vatten från ca 5 % av de duplicerade områdena i Stockholm (inkluderar områden som avvattnas via Järva dagvattentunnel¹¹).

Då det finns områden där det av tekniska skäl inte är möjligt att rena dagvatten faller en viss del av ytan bort. Det finns också områden där åtgärder med säkerhet inte bedöms som nödvändiga, exempelvis enstaka mindre utsläpp och utsläpp till hamnområden samt från villaområden där rening inte bedöms vara motiverad. Till viss del har dock detta beaktats i bl.a. Drevvikens tillrinningsområde.

Hur stort bortfallet av tillrinningsyta blir är svårt att beräkna utan att studera alla tillrinningsområden inom duplikatsystemet. Ett rimligt antagande kan vara att ca 30% av den totala ytan på ca 66 km² faller bort av olika skäl. Den totala investeringskostnaden minskar då till mellan 196 och 300 milj. kr (exklusive kapitalkostnader). Till investeringskostnaderna tillkommer kostnader (ca 1 milj. kr/år) för förstudier och projektledning under uppbyggnadsskedet.

Översiktlig beräkning av driftskostnader för dagvattenrening i Stockholm

Den totala driftskostnaden är svåruppskattad då erfarenhet saknas för att bedöma dessa kostnader. Sannolikt uppgår dock kostnaderna till ca 9 milj. kr/år (se nedan samt sid. 12-13) varav 2,6 milj. kr avser slamsugning av gatubrunnar.

Kostnaderna för omhändertagande av det förorenade slammet i reningsanläggningarna är svårt att beräkna. Med en antagen genomsnittlig halt av suspenderat material på ca 120 mg/l {15} och årliga renade dagvattenvolymer på ca 4 milj. m³ (70 % reningseffekt) blir den totala slammängden ca 500 ton/år mätt som torrsubstans. Möjligen kan mängden vara överskattad då större vägar är överrepresenterade i bakgrundsmaterialet {15}. Mängden torrsubstans torde knappast överstiga 30 % i slammet. En uppskattning av total mängd blött slam är ca 1500 ton/år. Kostnad för deponering på tipp exklusive ev. skatt blir då ca 1 milj. kr/år. Tillkommer skatt blir kostnaden ca 400 000 kr högre d.v.s. totalt ca. 1,4 milj. kr. Om inte slammet inte kan läggas på tipp uppstår kostnader för investering i processteknik som i dagsläget inte kan kostnadsuppskattas.

Om antagandet görs att ca 50 anläggningar (se ovan) av olika typ är aktuella i Stockholm tillkommer årliga driftskostnader på ca 5 milj. kr baserat på ett schablonvärde per anläggning på ca 100 000 kr. Dessa kostnader avser drift och underhåll av t.ex. pumpar, flytväggar samt styr- och reglersystem. Även en allmän tillsyn vid ett par tillfällen /år bör rymmas inom denna kostnad. Kapitalkostnader ingår inte.

¹¹ Järva dagvattentunnel avleder dagvatten från Kista, Akalla och Tensta till Edsviken i Sollentuna.

Kostnader för tömning av reningsanläggningarna med varierande tidsintervall (2-12 år) tillkommer. Dessa kostnader varierar beroende på vilken typ av anläggning som ska tömmas på slam (en Dunkersanläggning är kostsam att sugmuddra, se bilaga 3a). En uppskattning av snittkostnaden ger ca 25 000 kr/tömning och anläggning. Antas tömning ske i snitt vart femte år fås en årlig kostnad på ca 250 000 kr (50 olika anläggningar varav ca 10 st/år töms). Totalt uppgår då kostnaderna för slamhantering (tömning och deponi) till ca 1,2-1,6 milj. kr/år.

Till den beräknade driftskostnaden på ca 6,3 milj. kr/år för det fullt utbyggda dagvattenreningsystemet tillkommer ca 1,5 milj. kr/år för projektledning och förstudier under uppbyggnadsperioden samt kostnader för utvärdering av reningsanläggningarna. En utvärdering är nödvändig för att valet av reningsteknik ska bli så väl underbyggt som möjligt.

Inkluderas kostnaderna för slamsugning (rensning) av dagvattenbrunnar (kostnad ca 2,6 milj. kr/år) fås en total driftskostnad på ca 9 milj. kr/år för ett fullt utbyggt dagvattenreningsystem samt rensning av dagvattenbrunnar.

Kostnad per kg avskild förorening/näringsämne

Med hjälp av den uppskattade belastningsreduktionen för respektive tillrinningsområde och beräknade totalkostnader för olika föreslagna reningsalternativ kan en ungefärlig investeringskostnad (kostnad/kg och år) tas fram för de redovisade ämnena.

Framför allt två faktorer påverkar kostnaden :

- Vilka reningsåtgärder som vidtas inom tillrinningsområdet.
- Föroreningsbelastningen i förhållande till tillrinningsområdets yta. Är belastningen låg och tillrinningsområdet stort (eg. låga halter) måste ändå anläggningarnas storlek anpassas till den totala avrinningen vilket ger samma investeringskostnader som om belastningen varit hög.

Tabell 11. Investeringskostnad/reducerat kg och år i kilokr.

	Fosfor	Kväve	Koppar	Zink
Räcksta Träsk	48	6	190	68
Drevviken	120-200	15-25	410-680	160-270
Årstaviken	190-260	24-32	690-930	220-290
Trekanten	180-280	20-32	580-930	230-380
Laduviken	33-670	4-84	190-3850	57-1150
Medel	110-290	14-36	410-1300	150-430
Median	120-260	15-32	410-930	160-290

De angivna kostnaderna i tabell 11 ovan bygger på att all kostnad läggs på endast en parameter. Oftast stämmer inte detta, i de flesta fall önskas en reduktion av föroreningar och näringsämnen i stort. Investeringskostnaden måste då fördelas på alla de ämnen som reningsanläggningen är avsedd att reducera.

Ett mer ”ämnesneutralt” sätt att ange kostnaden är att beräkna investeringskostnaden för att rena 1 kubikmeter dagvatten per år (dvs. investeringskostnaden/totala årligen inkommande volymen). Tabell nedan.

	Avsättningsmagasin	Damm	Dunkersbassänger
kr/m ³ och år	150	10	1

ORD- OCH BEGREPPSFÖRKLARINGAR

Avrinningskoefficient	Den andelen av nederbörden som rinner av (eg. dagvatten). En avrinningskoefficient på 0,5 anger att ca 50 % av nederbörden rinner av från ett område.
Avsättningsmagasin	Betongkonstruktion där det fasta (suspenderade) materialet i viss mån sedimenterar och därmed avskiljs innan vattnet leds till recipienten.
Bräddvatten	Avloppsvatten som vid överlastning av kombinerat ledningsnätet, vid stora nederbördsmängder, förs orenat till recipient.
Dagvatten	Föreslagen definition inom ”Dagvattenstrategi för Stockholm”: ”Dagvatten är ytavrinnande regn-, spol- och smältvatten som rinner på hårdgjorda ytor, eller på genomsläpplig mark via diken eller ledningar till recipienter (sjöar och vattendrag) eller reningsverk”.
Dunkersanläggning	Sedimentationsfälla med skärmväggar av plastduk placerad i sjö eller hav. Avskiljer fast (suspenderat) material, skyddar mot oljeutsläpp.
”First flush”	Allmänt accepterad term för att beskriva det dagvatten som rinner av vid inledningen av ett nederbördstillfälle.
Lamelloljeavskiljare	Synonymt med lamellbrunn. Kallas ibland för lamellavskiljare. Innehåller parallella skivor (”lameller”) vilket ökar den tillgängliga sedimentationsytan. Utöver förmåga att avskilja ej emulgerad olja sker viss avskiljning av fast (suspenderat) material
LOD	Lokalt omhändertagande av dagvatten genom exempelvis infiltration i mark
Näringsämnen/närsalter	Här avses fosfor- och kväveföreningar
Olja	I denna rapport används beteckningen för opolära alifatiska kolväten som diesel och smörjolja
Organiska föroreningar/miljögifter	Här avses ämnesgrupper som PAH, PCB och Kreosot.
PAH	Polycykliska aromatiska kolväten. Samlingsnamn för hundratals olika föreningar med varierande cancerogena egenskaper. Finns bland annat i högaromatiska oljor (används som mjukgörare i bildäck), bitumen, tjära, sot. Bildas även när smörjoljor utsätts för höga temperaturer i motorer..
Recipient	Sjö, vattendrag eller annan mottagare av dag- och avloppsvatten.
Suspenderat material	Förkortas SS (Eng. ”suspended solids”). Pariklar större än 1,8 µm (0,0018 mm).
Svackdiken	Grunda diken, ofta placerade längs med vägar
Totalhalter	Summan av lösta och till fast material knutna fraktioner av respektive ämne
Tungmetaller	Här avses metaller med miljö- och hälsopåverkan som t.ex. bly, koppar, kadmium och zink.
1-årsregn/10-årsregn	Regnintensiteter som förekommit 30 resp. 3 ggr de senaste 30 åren
Översilningsytor	Markytor, oftast gräsbevuxna, där dagvatten sprids över för att infiltrera/renas

Källförteckning

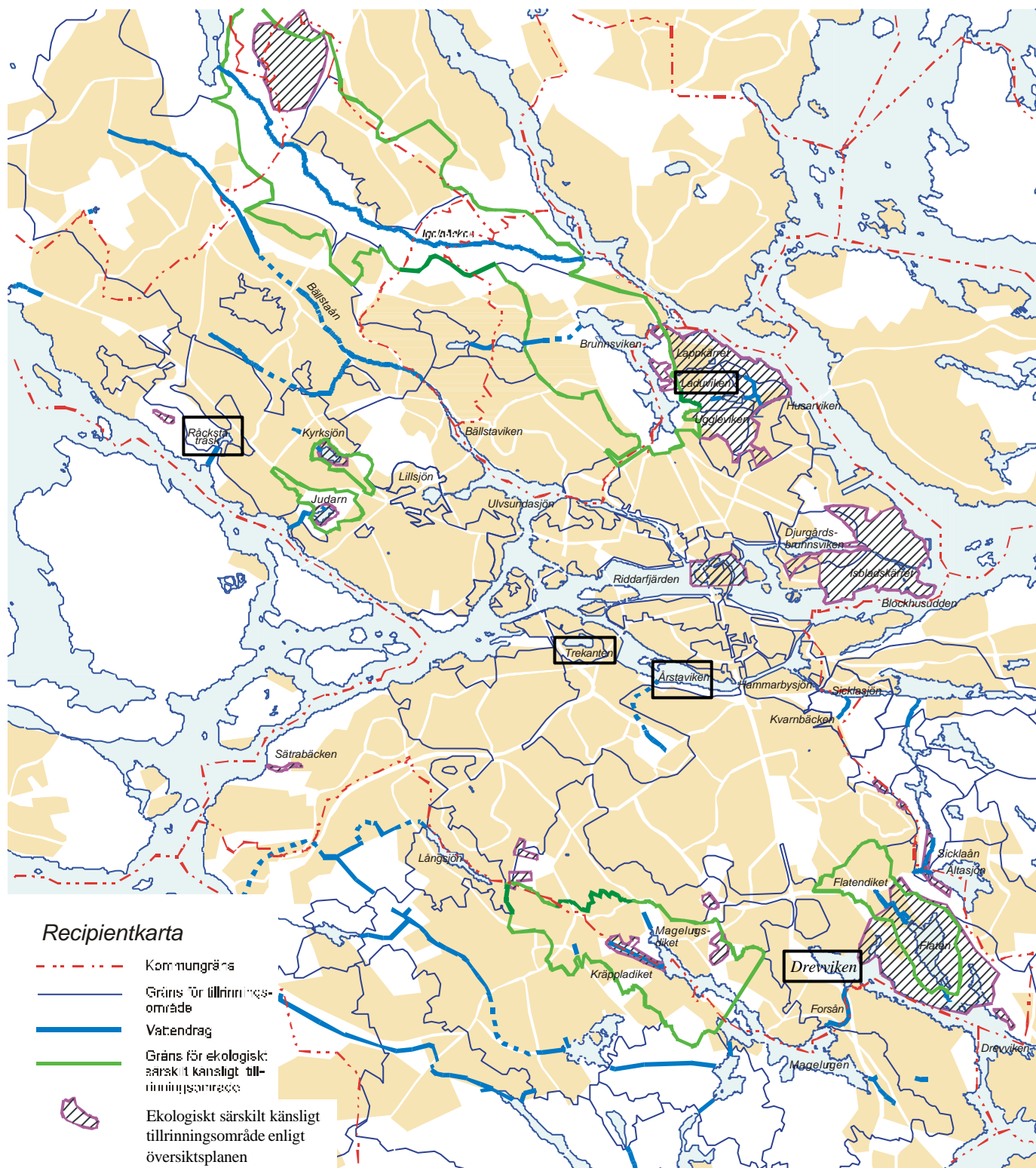
- 1. *Förnyelse- och åtgärdsplan 1996- Utredning om åtgärdsbehov på ledningsnätet i Stockholm.* Stockholm Vatten, rapport nr. 25/1998.
- 2. *Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav- del2, Dagvattenklassificering.* J. Ekvall m.fl. , Stockholms stad, 2001.
- 3. *Källor till föroreningar i dagvatten Stockholms stad- del 1; Metaller.* S. Thörnelöf m.fl. , Stockholms stad, 1999.
- 4. *Källor till föroreningar i dagvatten Stockholms stad- del 2; Organiska miljögifter, Olja, Näringsämnen och bakterier.* S. Thörnelöf m.fl. , Stockholms stad 2001.
- 5. *Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav- del2, Recipientklassificering.* J. Ekvall m.fl. , Stockholms stad, 2001.
- 6. *Vattenprogram för Stockholm -sjöar och vattendrag.* Stockholms stad, 1994.
- 7. *Rening av trafikdagvatten. Dimensionering av dagvattendammar – En litteraturstudie med beräkningsexempel.* A. Nordfeldt, Institutionen för samhällsbyggnadsteknik (VA-teknik) LTU, 1998.
- 8. *Rening av vägdagvatten med lamelloljeavskiljare- Försök vid Essingeleden.* J. Ekvall, Stockholm Vatten, rapport nr. 46/1998.
- 9. *Dagvatten - Befintliga anläggningar.* Christer Rosenblad m.fl. , Stockholms stad 2001.
- 10. *Lokal rening av trafikdagvatten med filter- Försöksanläggning vid Älvsjövägen.* Rapporten under färdigställande. Stockholm Vatten 2002.
- 11. *Föroreningsbelastning till sjön Trekanten- Utvärdering av beräkningsmodell för dagvatten.* T. Larm, A. Holmgren, VBB VIAK. Stockholm Vatten rapport nr. 44/1999.
- 12. *Råcksta Träsk- Utredning angående recipientvård- vägdagvatten.* Marktek, 1996.
- 13. *Dagvatten i Västberga- Förslag till dagvattenhantering i Västbergaområdet.* K. Alin, L-G Jonsson. Stockholm Vatten, rapport nr. 5/2000.
- 14. *LOD- Exemplifierat i Årstaviken.* E. Hessleryd, Geografiprogrammet (Stockholms Universitet)/Stadsbyggnadskontoret, 2000.
- 15. *Dagvattenundersökningar i Stockholm 1992-2000.* J. Ekvall, M. Strand. Stockholm Vatten rapport nr. 3/2001. Även som bilaga i ref. nr 2.
- 16. *Avskiljningsbassäng Frescati.* E. Lindberg, B. Pettersson, P. Stahre. KTH, Vatten-vårdsteknik, 1979 . Rationella avloppssystem, meddelande nr 12.

BILAGOR

1. Recipientkarta
2. ”Platsbesparande befintliga reningssystem för dagvatten”. Förstudie,
Tekniktävling för rening av dagvatten
- 3a-b. Underlag, kostnadsberäkningar
- 4a-e. Räcksta Träsk, tillrinningsområde och situationsplaner
- 5a-d. Drevviken, tillrinningsområde och situationsplaner
- 6a-g. Årstaviken, tillrinningsområde och situationsplaner
- 7a-d. Trekanten, tillrinningsområde och situationsplaner
- 8a-b. Laduviken, tillrinningsområde och situationsplaner
9. Beskrivning, ”VEKLIP” (rening i dike)
10. Beskrivning, lamellavskiljare

Bilaga 1.

Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav, del 3;
Rening av dagvatten- exempel på åtgärder och kostnadsberäkningar



De undersökta tillrinningsområdenas läge i Stockholm

Bilaga 2

Förstudie, tekniktävling för rening av dagvatten

Tekniktävling för rening av dagvatten



**PLATSBESPARANDE BEFINTLIGA RENINGSSYSTEM
FÖR DAGVATTEN**

**FÖRSTUDIE I PROJEKT
TEKNIKTÄVLING FÖR RENING AV DAGVATTEN**

**Stockholm 1999-11-23
VBB VIAK
Region Stockholm**

Thomas Larm

Anna Holmgren

Erika Börjesson

Förord

Denna förstudie genomfördes i projektet Tekniktävling för rening av dagvatten på uppdrag av Stockholms stads LIP-kansli.

Syftet med förstudien var att kartlägga befintliga platsbesparande reningssystem för dagvatten och översiktligt beskriva den tekniska funktionen, reningseffekt, kostnader och för- och nackdelar.

Förstudien har baserat sig på litteraturstudier, kontakt med tillverkare/företag och inhämtade synpunkter om olika teknikers prestanda från nationella och internationella dagvattenexperter och forskare.

Teknikerna har kategoriserats i olika grupper utifrån den tekniska funktionen. Kategorin anges i översta vänstra hörnet. Teknikerna presenteras i form av produktblad. En principskiss och en text beskriver respektive teknik. Under rubriken *Nationella och internationella synpunkter* redovisas synpunkter från forskare och experter inom dagvattenområdet.

1999-11-22

VBB VIAK
VA-Mark

Thomas Larm
Anna Holmgren
Erika Börjesson

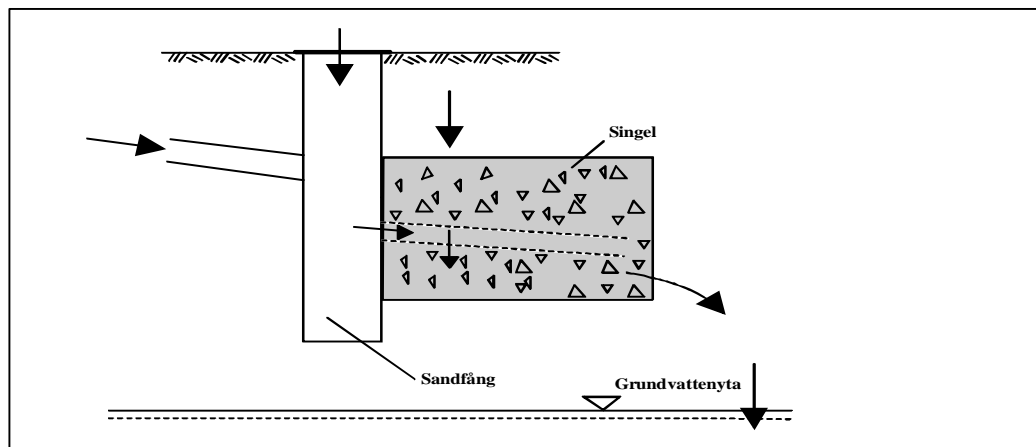
Innehållsförteckning

MAGASIN UNDER MARK...	6.
Perkolationsmagasin...	6.
Avsättningsmagasin...	7.
DRÄNERINGSSTRÅK...	8
Dräneringsstråk...	8
BRUNNAR...	9
Perkolationsbrunn...	9
Brunnsfilter...	10.
Infiltrationsbrunn...	11
Silning, mikrosilning...	12
Hydrocykloner...	13.
OLJEAVSKILJARE...	14
Oljeavskiljare...	14
FILTERBÄDDAR...	15.
Sandfilter, reaktiva filter, aktivt kol, infiltrationsmagasin...	15.
FILTERANLÄGGNINGAR...	17
Filteranläggningar, filterförsedda inlopp...	17...
GRÖNA YTOR...	19
Översilningsytor, öppna diken, torra dammar...	19
Gröna tak...	21
BIOBÄDDAR...	22
Biobäddar, biofilter...	22
VÅTA DAMMAR...	23.
Våta dammar...	23
PERMEABLA YTOR...	24.
Permeabel asfalt...	24...
ÖVRIGA TEKNIKER...	25.
Skärmbassänger...	25...
REFERENSER...	27.

PERKOLATIONSMAGASIN

Svenska: *stenfyllnadsmagasin, stenkista, hålrumsmagasin*

Engelska: *percolation basin*



TEKNISK BESKRIVNING

Magasin under mark fyllt med t ex singel, grus eller stenkross. Magasinet innesluts av yttre textilfilter. Gruset eller stenkrossen utgör ett media vari dagvattnet temporärt kan lagras i porerna (Urbonas & Stahre, 1993). Dagvattnet flödar genom materialet och tränger ut till omkringliggande mark. Reningsteget består av filtrering i marklager, vilket beroende på jordart avskiljer metaller, näringsämnen och organiska föreningar i olika utsträckning.

EGENSKAPER (FÖRDELAR, NACKDELAR, RENINGSEFFEKT)

Perkolationsmagasin kräver lite utrymme och placeras under mark men de är endast tillämpbara där mark- och grundvattenförhållandena är passande (Urbonas & Stahre, 1993). Vid förhållanden som följer rekommenderas inte infiltration och perkolation: (1) grundvatten är mindre än 1,25 m under infiltrationsytan, (2) berg eller tätt jordlager mindre än 1,25 m under infiltrationsytan, (3) infiltrationsytor ligger på fyllning eller kompakt jord, och (4) när infiltrationskapaciteten vid vattenmättnad är mindre än 0,75 cm/h. Maximala avrinningsområden för bostadshus är 4 ha och för centrum 2 ha (se ytterligare dimensioneringskriterier) (Urbonas, 1997, sid 242). Perkolationsmagasin har en

tendens att sättas igen av fint material (Urbonas & Stahre, 1993), vilket kan leda till översvämningar. Reningseffekten är okänd. Det kan föreligga risk för förorening av grundvatten. Perkolationsmagasin rekommenderas inte av Urbonas.

KOSTNADER

Driftskostnad för perkolationsmagasin inklusive perkolationsbrunnar för ca 1 ha "normal stadsmiljö" beräknades 1995 till ca 12 kr/m³ dagvatten.

ÖVRIGT

Sandfång i brunn eller annan åtgärd för att ta bort grövre sediment rekommenderas före magasinet. Det är en fördel att kombinera perkolationsmagasinet med filter för att förhindra igensättning. Filter kan utgöras av t ex sandbädd eller geotextil (Urbonas & Stahre, 1993). Vid igensättning måste materialet (grus eller stenkross) bytas ut. Kombinerat magasin med filter måste filtermaterialet förnyas (Urbonas & Stahre, 1993).

NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA SYNPKTER

En grundundersökning krävs före utformande. Fungerar ofta länge. Sannolikt bra lösning om igensättning förhindras, men kan vara svår att applicera i tätare stadsbebyggelse.

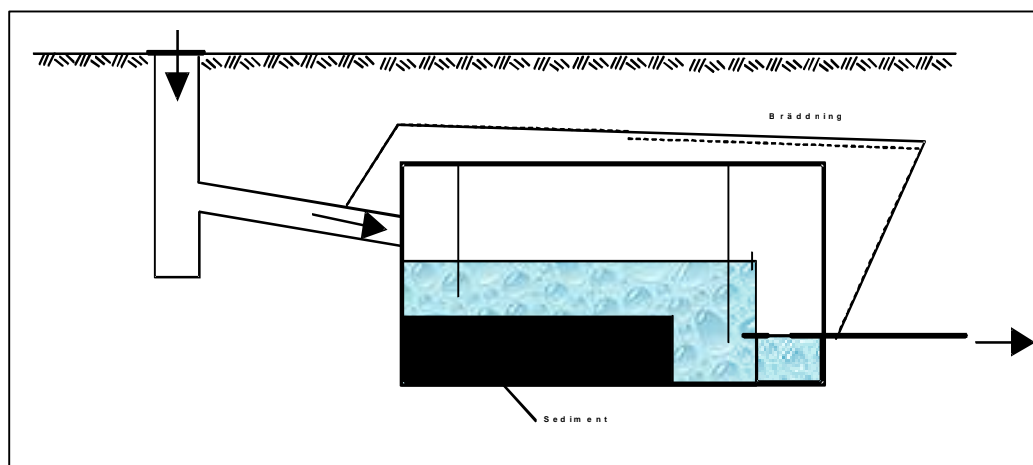
TILLVERKARE / FÖRETAG (EX)

Denna anläggningstyp dimensioneras ofta av VA-konsulter eller kommuners tekniska förvaltningar. Utförandet sker i kommunal regi alternativt av privata byggentreprenörer.

AVSÄTTNINGSMAGASIN

Svenska:

Engelska: *detention basin, detention tank*



TEKNISK BESKRIVNING

Avsättningsmagasin är betongmagasin som är förlagda under markytan. Befintliga fördröjningsmagasin med bottenutlopp kan göras om till avsättningsmagasin genom att flytta upp utloppet (Field m fl, 1993, sid 16). Tekniken innebär föroreningsavskiljning genom sedimentering. Tillsats av fällningskemikalier t ex aluminium- eller järnsalt kan användas i samband med avsättningsmagasin (Wanielista & Yousef 1992) och en koaguleringsprocess sker. Koagulering används för att avlägsna kolloidalt eller fint suspenderat material. Det kolloidala eller suspenderade materialet bildar aggregat med bildade metallhydroxider och sedimenterar.

EGENSKAPER (FÖRDELAR, NACKDELAR, RENINGSEFFEKT)

Lösta föroreningar avskiljs i princip inte i avsättningsmagasin. Genom koagulering fångas kolloidalt eller fint suspenderat material. Vid koaguleringsprocessen bildas slam vilket måste omhändertas. Näringsämnen i sediment inaktiveras då de täcks med slam (Wanielista & Yousef, 1992). Genom koagulering har reningseffekter på 60 % totalkväve, 90 % ortofosfor och 80 % suspenderat material uppmäts (Wanielista & Yousef, 1992). 50-70% rening av suspenderat material har uppskattats för Norra Länken, 1996, och i Huddinge (Huddingevägen).

KOSTNADER

Vid 300 m³ är kostnad för rening ca 10 800 kr/m³. Vid 6000 m³ är kostnaden ca 3000 kr/m³

(Sulsbruck, 1997, sid 299). Kostnaden är enligt VBB VIAK, 1993 (projekt Solna Stad) ca 2500 kr/m³.

Konstruktionskostnad för ett automatisk injektionssystem av t ex alun för att rena en årlig dagvattenmängd på omkring 185 000 m³ uppskattas till ca 800 000 kr (Wanielista & Yousef, 1992).

ÖVRIGT

Rening kan även ske genom att tillsätta finmalet aktivt kol tillsammans med fällningskemikalier till dagvattnet. Adsorption sker i en uppehålls-tank försedd med omrörare.

Fällningskemikalien (t ex aluminiumsulfat) och kolpulvret kan återanvändas (Hultgren m fl, 1974). Reningensgraden kan höjas genom att öka doseringen av kol eller genom att öka uppehållstiden i adsorptionssteget. Reningensgraden går således relativt lätt att anpassa efter reningsskivorna (Hultgren m fl, 1974).

NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA SYNUNKTER

Fungerar bra. Dyra att konstruera om de görs av betong samt problem med föroreningar under konstruktionen.

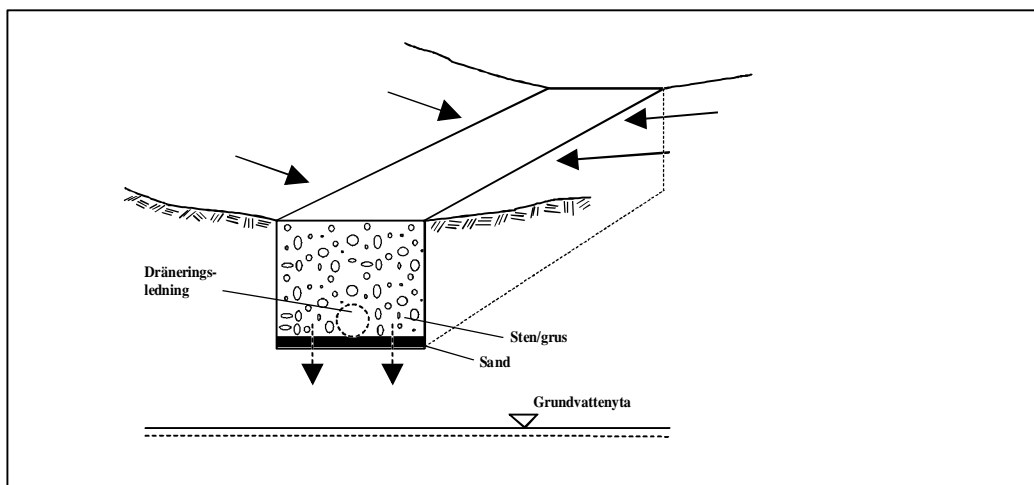
TILLVERKARE / FÖRETAG (EX)

Denna anläggningstyp dimensioneras ofta av VA-konsulter, kommuners Tekniska förvaltningar eller av Vägverket. Utförandet sker i kommunal regi, med hjälp av privata byggtreprenörer eller i Vägverkets regi.

DRÄNERINGSSTRÅK

Svenska: rörgravsmagasin, ledningsmagasin

Engelska: pipe trenches, soakaways, infiltration trench, seepage trenches, drainage passages



TEKNISK BESKRIVNING

Dagvattnet leds till ett utgrävt dike som fyllts med sten, grus eller sand och med en dränerande och renande fyllning av jord överst. Dikets sidor och botten kläs med geotextil för att förhindra att sediment tränger in från omgivande mark.

Anläggningen utgör en reservoar under mark.

Dagvattnet transporteras vidare ner i marken under diket eller leds i perforerade rör under stenbädden till utflödet (Schueler, 1987).

Rörgravsmagasin är en variant av infiltrationsdike där ett perforerat rör kompletterar magasinet (perkolationsmagasin). Dagvattnet kan lagras både i röret samt i grus eller Stenkrosset (Urbonas & Stahre, 1993). En slamavskiljare står i kontakt med en fördelningsbrunn samt ett underliggande magasin fyllt med t ex makadam (Ellis, 1991).

EGENSKAPER (FÖRDELAR, NACKDELAR, RENINGSEFFEKT)

Genom att anlägga t ex infiltrationsdiken behålls återbildning av grundvatten i området. Mängden dagvatten samt mängden föroreningar till recipienten reduceras (Urbonas & Stahre, 1993). Anordningarna är lätta att passa in i små, outnyttjade områden (Schueler, 1987). En möjlig risk för kontaminering av grundvatten föreligger dock (Schueler, 1987). Det är oftast omöjligt att infiltrera allt dagvatten då dikesytan ofta är för liten i förhållande till avrinningsytan (Urbonas & Stahre, 1993). Hög reningseffekt för partikulärt bundna föroreningar. Medelgod reningseffekt för lösta ämnen (Schueler m fl, 1992). Ej avsedda att rena grovt material. Reningseffekten för

näringsämnen är kring 65% och för suspenderat material ca 90%.

KOSTNADER

Kostnaden för dräneringsstråk är 7200-9600 kr/m³ (Sulsbruck, 1997, sid 299). Kostnader för utgrävning utgör ca 20-25% av totalkostnaden, stenfyllnad ca 45-55 %, geotextil ca 10-15 %, inledande rör ca 10-30 %. Eventuellt tillkommer kostnad för torvtäcke innan gräs etablerats (Schueler, 1987).

ÖVRIGT

På sikt nödvändigt att avlägsna sedimenterat material för att bibehålla infiltrationskapaciteten (Urbonas & Stahre, 1993). Kan kombineras med t ex speciella inlopp eller sedimenteringsfälla för att avskilja grovt material (Schueler, 1987). Kombinerat diket med fördelningsbrunn krävs periodisk tömning av slamavskiljare samt sediment i denna (Schueler, 1987).

NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA SYNPKTER

Bra och användbara. Rensning krävs efter viss tid. Rensningsintervall varierar och bör baseras på erfarenhet från den specifika anläggningen. Sannolikt bra och intressant lösning om igensättning förhindras. Dräneringsstråk kan vara svåra att applicera i tätare stadsbebyggelse.

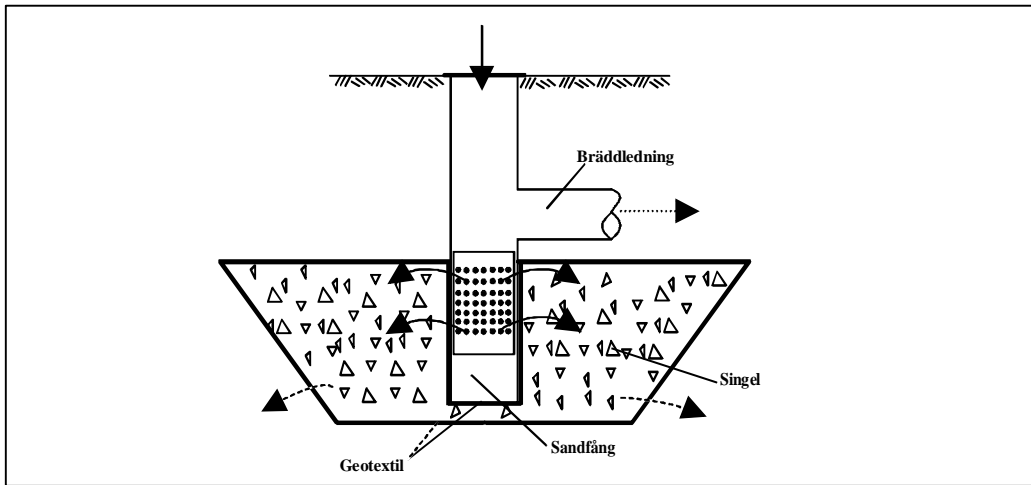
TILLVERKARE / FÖRETAG (EX)

Denna anläggningstyp dimensioneras ofta av VA-konsulter eller kommuners Tekniska förvaltningar. Utförandet sker i kommunal regi alternativt av privata byggtreprenörer. Exempel på företag som angivit att de arbetar med tekniken: SAC: Heartland Environmental, Nordisk Wavin A/S.

PERKOLATIONSBRUNN

Svenska:

Engelska: *percolation basin, percolation inlet, percolation well, percolation gully put*



TEKNISK BESKRIVNING

Brunn med sandfång omgiven av makadam eller singel. Det omgivande materialet är omslutet av geotextil (Jansson m fl, 1992). Reningsfunktionen bygger på avskiljning av partiklar då en stor del av föroreningarna är partikelbundna. Avskiljning i flera steg: sandfång i dagvattenbrunn → sedimentationsdel → makadam/singel → omgivande mark. Ett filtersteg kan ingå i brunnarna, t ex placerat i brunnens övre del som en infiltrationskorg (VIK, TS:82:10, 1982). Vatten kan passera ut genom korgen och infiltrera i materialet (t ex makadam/singel) som omger korgen. Krossmaterialet omsluts av fiberduk.

EGENSKAPER (FÖRDELAR, NACKDELAR, RENINGSEFFEKT)

Kan anslutas till dagvattenbrunnar. Det kan förekomma problem med igensättning av filter/geotextil. Reningseffekten är okänd.

KOSTNADER

Kostnaden uppskattas vara ca 10-20% högre än för torra dammar/översilningsytor.

ÖVRIGT

Vid användande av filter krävs fortlöpande kontroll av filter och filterbyten ca 6 ggr per år för ca 1 ha avrinningsyta "normal stadsmiljö". Ej färdigutformad med avseende på filtermaterial, storlek på brunnar etc. Förändringar i systemet är att vänta.

NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA SYNPUNKTER

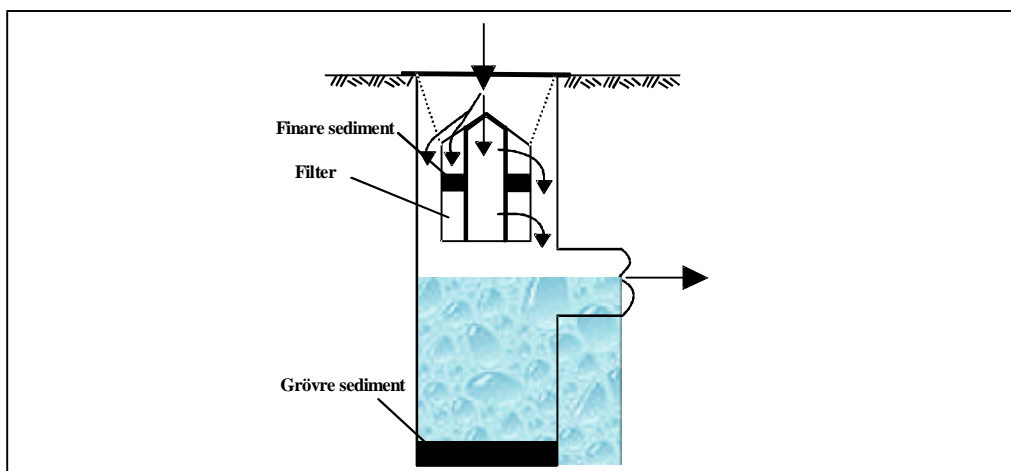
Brunnarna ofta felaktigt konstruerade och ofta byggda på mark som är olämplig för ändamålet. Känsliga för igensättning. Kräver rensning. Davinyls konstruktion ok. Begränsas endast av markförhållanden. Har varit bra lösningar i urbana områden i Japan (Tokyo), Tyskland och Schweiz. Det finns en risk för kontaminering av grundvatten. Stort skötselbehov. Dyrt att återskapa efter igensättning.

TILLVERKARE / FÖRETAG (EX)

Denna anläggningstyp dimensioneras ofta av VA-konsulter eller kommuners Tekniska förvaltningar. Utförandet sker i kommunal regi alternativt av privata byggtreprenörer. Exempel på företag som angivit att de arbetar med tekniken: Davinyl

BRUNNSFILTER

Svenska: brunnsinsats
Engelska: inlet filter, gully put filter



TEKNISK BESKRIVNING

Brunnsinsats som monteras i gatubrunn. Dagvattnet rinner genom ett filter som absorberar föroreningar. En perforerad ovan del avskiljer grövre sediment och en geotextilduk avskiljer finare sediment. Filter och finare sediment finns i den utbytbara insatsen medan grövre sediment suggs upp från brunns sandfång på traditionellt sätt. Exempel på filtermaterial: kalkkross, furubark, polypropylen, granulerad torv/frästörv, cellulosaprodukter och aktivt kol.

EGENSKAPER (FÖRDELAR, NACKDELAR, RENINGSEFFEKT)

I dagsläget finns filter som renar dagvatten från partikelbundna tungmetaller, olja och lösta föroreningar. De filter som finns idag har en reningskapacitet på ca 30-60 l/min, men filter för att klara 100 l/ minut är under utveckling. Den ökade kapaciteten innebär statistiskt sett att 85-90% av årlig avrinning skulle passera filtret. Problem med igensättning har funnits och arbete pågår för att modifiera konstruktionen. Ett normalstandard filter idag (1999) avskiljer i första hand olja samt partikelbundna föroreningar. Utprovande av andra filtermaterial (sorbenter) kan avskilja även lösta föroreningar. Tungmetallavskiljningen i ett nytt filter har av Vägverket uppskattats vara 50-80% (Norman, 1999), men reningseffekten är osäker eftersom inga relevanta kontrollprogram genomförts avseende föroreningshalter i normalt dagvatten i inloppet och utloppet.

KOSTNADER

Filter kostar mellan 1100-3000 kronor per filterinsats, installerad och klar (1999). Vid fyra filterbyten per år kostar filter, inklusive byte, mellan 900-2000 kr per år.

ÖVRIGT

Filtertillverkarna rekommenderar byte 2-4 ggr/år. Stockholm Vatten har rekommenderat byte 4 ggr/år på grund av risken för igensättning. Några filtertillverkare har avtal med RagnSells Specialavfall för omhändertagande av förbrukade filter. Filtren behandlas olika beroende på förorenings-innehåll. Oljehaltiga filter behandlas med stallströ och när oljehalten understiger 0,2% läggs de på specialdeponi. Förbränning kan vara aktuellt. Arbete pågår för att hitta andra metoder för omhändertagande.

NATIONELLA OCH

INTERNATIONELLA SYNPUNKTER

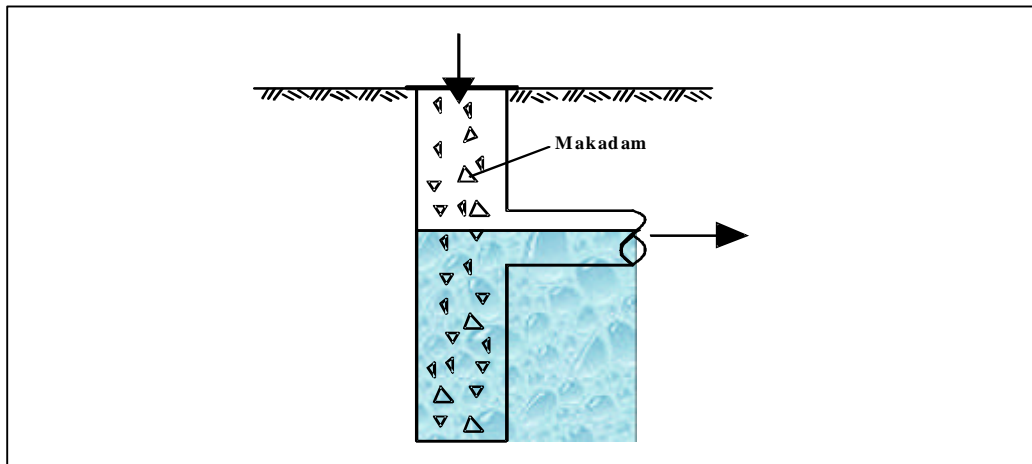
Kan fånga grövre partiklar relativt bra, men har låg effekt på miljögifter. Sätter igen lätt. Kan avskilja ungefär 30-45% av grövre sediment, men mindre andel föroreningar. Skötseln är viktig. Ok funktion.

TILLVERKARE / FÖRETAG (EX):

Det finns många företag som utvecklar brunnsfilter idag. Några exempel på företag som tillverkar och säljer filter: ProIUp (produktnamn Proldrain), EcoLine2Tusen, Ecodrain, NA Miljö och Vattenrening, Meag VA-system, Sydpumpen och Enviro-Drain (Inc. USA).

INFILTRATIONSBRUNN

Svenska: filterbrunn
Engelska: infiltration inlet



TEKNISK BESKRIVNING

Dagvattnet infiltrerar genom ett makadamfilter. Brunnen kan ha öppen botten (Larm, 1994). Infiltrationsbrunnen kan utformas som en synlig makadamyta, t ex under ett stuprör (VIAK, TS:82:10, 1982). Få uppgifter finns om infiltrationsbrunnar då perkolationsbrunnar är vanligare än infiltrationsbrunnar.

EGENSKAPER (FÖRDELAR, NACKDELAR, RENINGSEFFEKT)

Föroreningar som fastläggs i brunnens övre del kan lätt avskiljas från systemet. Risk för igensättning föreligger. Okänd reningseffekt.

KOSTNADER

Anläggningskostnader för en filterbrunn ligger i samma storleksordning som för en perkolations-brunn.

ÖVRIGT

Infiltrationsbrunnar kan kombineras med t ex ett infiltrationsmagasin (VIAK, TS:82:10, 1982).

NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA SYNPUNKTER

Känsliga för igensättning. Behöver rensas. Begränsas endast av markförhållanden. Har varit bra lösningar i urbana områden i Tokyo, Tyskland och Schweiz. Det finns en risk för kontamination av grundvatten. Stort skötselbehov. Dyrt att återskapa efter igensättning.

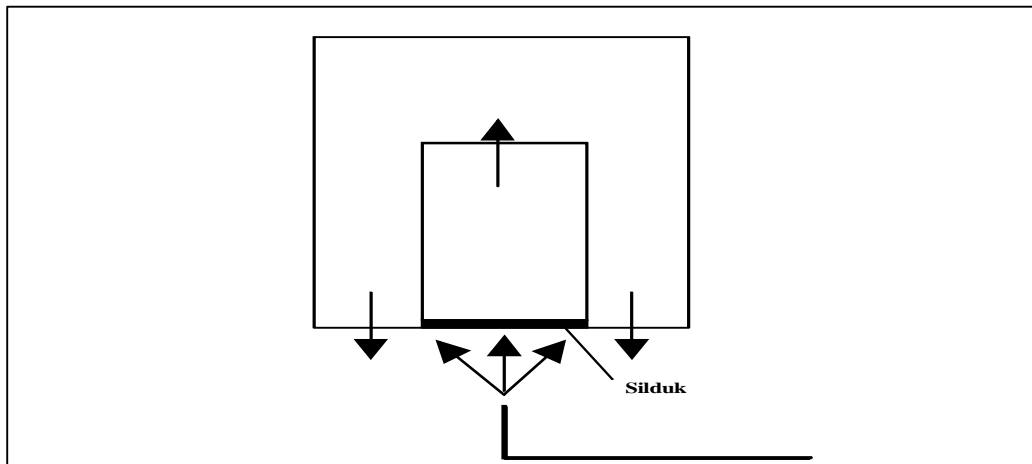
TILLVERKARE / FÖRETAG (EX)

Denna anläggningstyp dimensioneras ofta av VA-konsulter eller kommuners Tekniska förvaltningar. Utförandet sker i kommunal regi alternativt av privata byggtreprenörer.

SILNING, MIKROSILNING

Svenska:

Engelska: fine screens, micro screens, microstainer



TEKNISK BESKRIVNING

En sil har en maskvidd på 70-300 μ m medan en mikrosil har mindre öppningar, 0-70 μ m. Silduken är tillverkad av t ex rostfritt stål, polyamid eller polyester och är vanligen fäst på en roterande trumma. Mekanisk silning eller filtrering sker genom silduken. Huvudfunktionen är avskiljning av suspenderat material (Hultgren m.fl., 1974).

EGENSKAPER (FÖRDELAR, NACKDELAR, RENINGSEFFEKT)

Med hjälp av en sil kan ca 15-50% suspenderat material avskiljas. Vid mikrosilning är reningseffekten för suspenderat material ca 0-95% (Hultgren m fl, 1974).

KOSTNADER

Inga uppgifter om kostnader har påträffats.

ÖVRIGT

Denna teknik påminner en del om vissa brunnsfilter som är under utveckling.

NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA SYNPUNKTER

Silning fungerar relativt bra men bara en begränsad tid. Stort skötselbehov. Mikrosilning är bra men dyrbart och kräver underhåll.

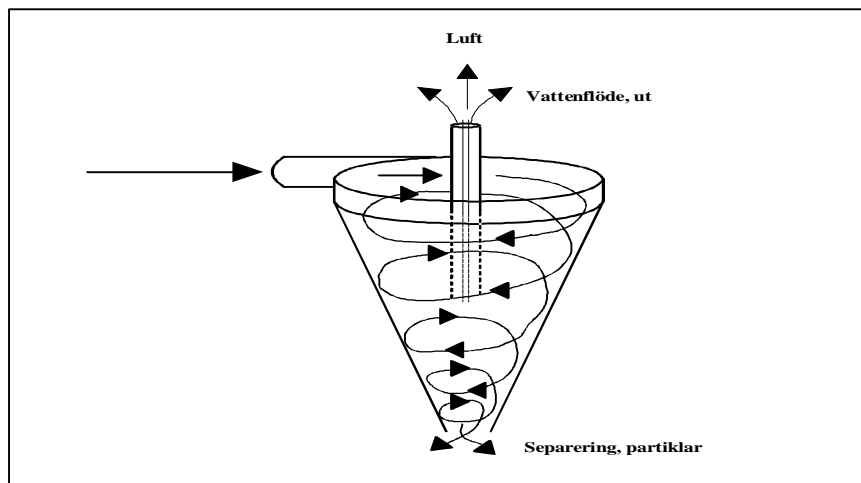
TILLVERKARE / FÖRETAG(EX)

Inga uppgifter om tillverkare har påträffats.

HYDROCYKLONER

Svenska: virvelavskiljare

Engelska: swirl degritter, swirl and helical flow regulators, solid concentrators, vortex solids separator



TEKNISK BESKRIVNING

Tekniken går ut på att separera den fasta fasen från vätskefasen. Dagvattnet förs i hög hastighet tangentiellt in i en konformad anordning, dvs en upp- och nedvänd kon med avkapad topp. Vattnet får en roterande rörelse så att en virvel uppstår. De flesta partiklarna kastas ut mot väggen och strömmar genom inverkan av gravitation nedåt ut genom toppen på den upp- och nedvända konen. Strömmar för vattnet uppåt i konens centrala del och ut genom ett munstycke (Hultgren m fl, 1974). I kombination med en flödesregulator kan hydrocykloner avskilja de största partiklarna, samt föroreningsarna bundna till dessa, till spillvattennätet och vidare till ett avloppsreningsverk (Field m fl, 1993).

EGENSKAPER (FÖRDELAR, NACKDELAR, RENINGSEFFEKT)

Den största mängden metaller binds generellt till de minsta partiklarna, vilka ej avskiljs med hjälp av hydrocykloner. Efterbehandling

rekommenderas därför, liksom ett försteg, t ex galler, för att hindra skräp mm komma in i cyklonen. Enligt Hultgren m fl (1974) är reningseffekten för suspenderat material ca 50-75%, medan Field m fl (1993) anger en reningseffekt >50% för suspenderat material.

KOSTNADER

Kostnadseffektiv lösning enligt Field m fl (1993). Inga uppgifter om kostnader har påträffats.

NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA SYNPUNKTER

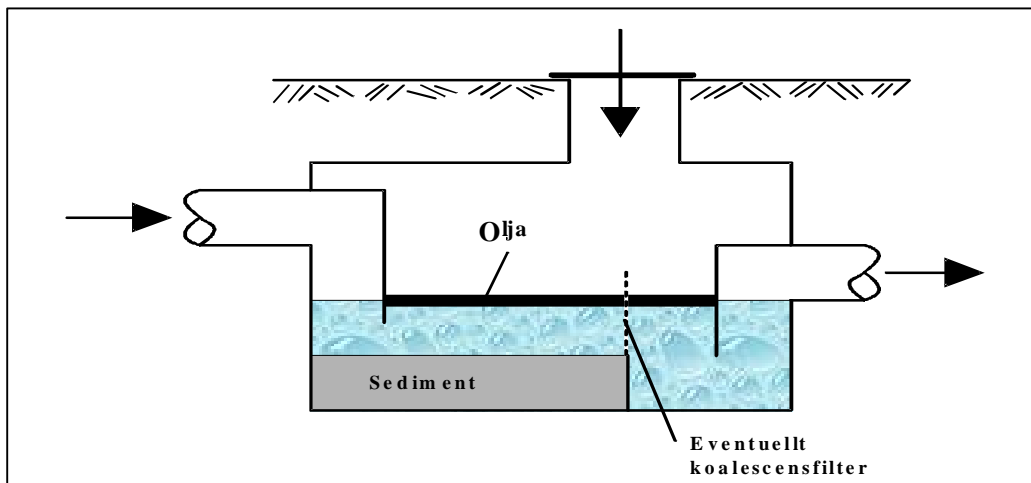
Fungerar bra och är ett billigare alternativ än många andra tekniker. Mycket begränsad avskiljningsförmåga av föroreningar i dagvatten. Tveksam funktion.

TILLVERKARE / FÖRETAG (EX)

Inga uppgifter om tillverkare har påträffats.

OLJEAVSKILJARE

Svenska: koalescensfilter, lamelloljeavskiljare
Engelska: (lamella) oil separator, water quality inlet grit chamber, baffle boxes, grease/oil separator, sediment and oil chambers, coalescence filter, oil and grease traps.



TEKNISK BESKRIVNING

Principen för oljeavskiljare är gravimetrisk avskiljning där oljan separeras från partiklar och vatten och stiger till ytan medan partiklar sjunker till botten. Ett koalescensfilter underlättar avskiljningen genom en kombination av vattenströmning och större avskiljningsyta. Filtret kan utformas t ex som ett lamellpaket, vilket underlättar för oljedroppar att sammansmälta och stiga till ytan. Oljeavskiljare bör kombineras med en slamavskiljare omdagvattnet innehåller mycket partiklar. Botten är vanligtvis tät men kan göras permeabel (Novotny, 1995).

EGENSKAPER (FÖRDELAR, NACKDELAR, RENINGSEFFEKT)

Teknikens övergripande robusthet är låg (Urbonas, 1997, sid 242). Reningseffekten är låg enligt Novotny (1995). Avskiljning av upp till 30-40 % olja, 15-25 % sediment samt 10% av metall- och näringsämnesinnehåll (Ellis, 1991). Den hydrauliska kapaciteten är låg till medel, avskiljningen av partiklar är medel till hög och det är ingen eller låg avskiljning av lösta föroreningar (Urbonas, 1997, sid 242). Flödesutjämning före oljeavskiljare ger högre reningseffekt. Ej lämplig för storaavrinningsområden. Skötselkrävande. Koalescensavskiljare fungerar ej vid utomhustemperatur understigande -8°C enligt uppgift från Vägverket. Stormceptor är en produkt som enligt tillverkaren är lätt att övervaka och rensa (sugning). Testresultat från installationer av Stormceptor i Edmonton, USA, visade på avskiljningsresultat för dagvatten: TSS (52%), olja och fett (43%), zink (39 %), bly (51%),

krom (41%) och koppar (22 %) (Labiatus et al, 1997).

KOSTNADER

Höga kostnader. En oljeavskiljare med kapacitet för 15 l/s, motsvarande en avvattningsyta på 1150 m², kostar ca 45 400 Skr (FaluTank Försäljnings AB, 1999). Underhållskostnaderna kan bli höga till följd av avlägsnande av olja och sediment (Ellis, 1991).

ÖVRIGT

Oljeavskiljare finns indelade i klass I och II. Klass I ska klara krav på utgående oljehalt under 5 mg/l och klass II under 100 mg/l (Generella regler enl. förslag till Europa-Norm prEN 858-2, 1997). Kan användas som förbehandling till dammar o dyl.

NATIONELLA OCH

INTERNATIONELLA SYNUNKTER
 Fungerar ganska bra men materialet är dyrt och de är dyra att framställa. Kan fånga skräp och grövre partiklar relativt bra, men har låg effekt på miljögifter. Avskiljningsgraden beror på lokala förhållanden. Sämre dimensionerade anläggningar förekommer.

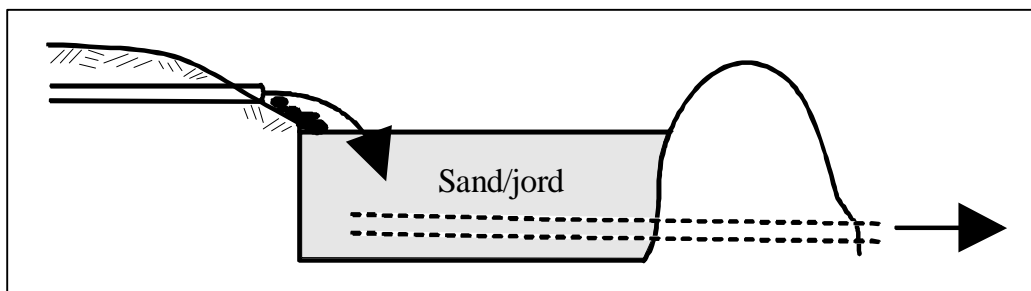
TILLVERKARE / FÖRETAG (EX)

Denna anläggningstyp dimensioneras ofta av VA-konsulter, kommuners Tekniska förvaltningar eller av leverantör. Utförandet sker i kommunal regi alternativt av privata byggentreprenörer. Exempel på företag som angivits att de arbetar med tekniken: Falu Tank AB, Labko Sverige AB, TTM Produkter, Alfa Rör AB, Skanska Prefab AB, Stormceptor (Kanada), The Konstruct (K-SEPTM grease interceptor).

SANDFILTER, REAKTIVA FILTER, AKTIVT KOL, INFILTRATIONSMAGASIN

Svenska: sandbädd, mediafilter, markfilter

Engelska: sand bed, activated carbon, reactive filter



TEKNISK BESKRIVNING

Filterbäddar kan utgöras av olika material t ex sandfilter, glasfiber och granatfilter. Filterbäddar kan eventuellt användas i kombination med tillsats av fällningskemikalier (värderas ur miljösynpunkt). Dagvattnet transporteras genom filtret och föroreningar fastnar på partiklar i filtermaterialet samt i porerna (Hultgren m fl, 1974). De anläggs i den omättade zonen, d v s över grundvattennivån.

Ett sandfilter utgörs av en sandbädd täckt med geotextil. Vattnet samlas upp i perforerade rör under bädden efter att ha passerat genom filtret. Sandfilter kan kombineras med lager med t ex torv eller kalksten och eventuellt täckas med jord och planteras med gräs (Schueler m fl, 1992).

Reaktiva filter kan skapas genom att dagvatten infiltreras i mark med utvald sammansättning. Sammansättningen kan varieras beroende på vilka effekter man vill uppnå med hänsyn taget till dagvattnets pH och sammansättning. För reduktion av föroreningar är jord med hög humushalt ett bra alternativ. Anläggningen innesluts förslagsvis i en tät geotextil och dräneringsledning i botten av markfiltret leder bort det reade vattnet.

Rening av dagvatten kan ske genom att leda vattnet genom en bädd av granulerat aktivt kol. Lösliga vattenföroreningar adsorberas på kolets ytor eller diffunderar in i de fina porer som finns i kolpartikeln och adsorberas på porväggarna (Hultgren m fl, 1974).

Infiltrationsmagasin fylls med grovt material, t ex makadam. Föroreningarna fastläggs i ytskiktet samt i magasinmaterialet (Larm, 1994).

EGENSKAPER (FÖRDELAR, NACKDELAR, RENINGSEFFEKT)

Suspenderade ämnen (partiklar) avlägsnas i sandfilter (Urbonas & Stahre, 1993). Sandfilter har lång "hållbarhet" enligt Schueler m fl (1992) och fungerar för avrinningsområden <2 ha impermeabel yta. Ej lämpad för större avrinningsområden (Novotny sid 260, 1995). Reningseffekten för sandfilter är mycket hög med avseende på sediment och metaller, moderat för näringsämnen och BOD (Schueler m fl, 1992). För suspenderat material är reningseffekten mycket hög, ca 75-95% (Hultgren m fl, 1974).

Sandfilter kräver regelbundet underhåll (Schueler m fl, 1992) då de måste rensas med jämna mellanrum.

Aktivt kol har mycket bra adsorberande egenskaper och avlägsnar organiska föreningar och metaller. Den hydrauliska kapaciteten är låg till medel, avskiljningen av suspenderat material (partiklar) är medel till hög och av lösta ämnen ingen till låg. Robustheten är låg till medel (Urbonas, 1997, sid 242). Använt kol regenereras genom upphettning i ugn och kan återanvändas ca 20 gånger (Hultgren m fl, 1974).

Infiltrationsmagasin ökar grundvattenbildningen. Risk för grundvattenförorening och igensättning (vid höga halter och om förbehandling ej används). Hög avskiljning av partikulära föroreningar, måttlig av lösta föroreningar (Schueler m fl, 1992).

KOSTNADER

Sandfilter är mer kostsamma än infiltrationsdiken men har lägre underhållskostnader (Schueler m fl, 1992).

Aktivt kol är ett dyrbart material (Wanelista & Yousef, 1992) och det blir därför mycket dyrt att använda.

Infiltrationsmagasin är ej lika kostnadseffektiva som dammar, men är mer kostnadseffektiva än sandfilter (Larm, 1994).

ÖVRIGT

På grund av höga kostnader bör aktivt kol endast användas då andra alternativ saknas.

NATIONELLA OCH

INTERNATIONELLA SYNPUNKTER

Sandfilter är en bra lösning eftersom största delen föroreningar fastnar på (en liten)

slamfraktion. Aktivt kol används bara i specialfall eller för katastrofsituationer. Dyrt material och kortvarig verkan. Tester har visat att aktivt kol har utmärkt avskiljningsförmåga på föroreningar, men det är en dyr lösning.

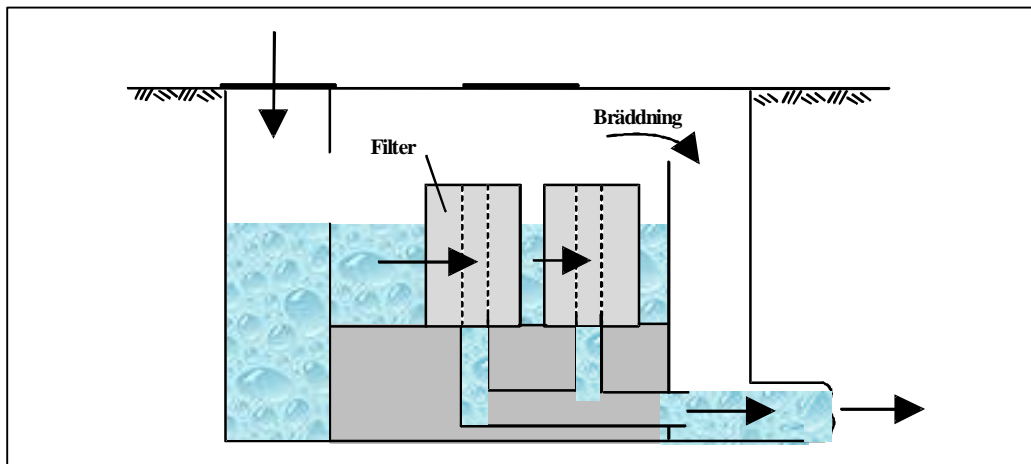
TILLVERKARE / FÖRETAG (EX)

Denna anläggningstyp dimensioneras ofta av VA-konsulter eller kommuners Tekniska förvaltningar. Utförandet sker i kommunal regi alternativt av privata byggtreprenörer.

FILTERANLÄGGNINGAR; FILTERFÖRSEDDA INLOPP

Svenska:

Engelska: Filter inlets, stormwater media filters



TEKNISK BESKRIVNING

Principen för filteranläggningar är ofta densamma. Dagvattnet leds genom en serie filterenheter där adsorption av föroreningar sker. Filtren utgörs av olika material beroende på vilken sammansättning dagvattnet förväntas ha. För flera filtertyper finns möjlighet att välja och kombinera olika filtermaterial. Filtermaterial kan t ex utgöras av perlit, zeolit, eller material som tagits patent på. Filteranläggningarna har ofta ett förreningssteg, t ex i form av sedimenteringskammare, där grövre material och olja avskiljs, innan vattnet leds in i filtren.

Filterförsedda inlopp är en konstruktion som kan fungera som förreningssteg eller som enskild rening. Bygger på liknande princip som sandbädd. Dagvattnet leds in i en gallerförsedd sedimenteringskammare. Därifrån får det flöda över in till en anslutande filterkammare fylld med sand (Urbonas & Stahre, 1993).

EGENSKAPER (FÖRDELAR, NACKDELAR, RENINGSEFFEKT)

StormFilter: Går att anpassa filtermaterial efter föroreningsinnehåll. Finns i olika storlekar för olika flöden. Kräver litet utrymme, ca 10 ggr mindre än dammar och diken för motsvarande flöden. Har hög kapacitet (behandlar flöden från 4 till 230 l/s). Reningseffekt upp till 90% av fasta föroreningar, 85% olja och fetter och 91% lösta tungmetaller. Kan ej ta hand om allt vatten vid stora flöden.

Aqua Shield: Lätt att installera. Går att anpassa i storlek och form för att passa dräneringssystem och olika flödesbelastning. Inga extra system för oljeavskiljning krävs. Avskiljer petroleum-kolväten, skadliga

organiska föreningar, tunga oljor, PCBs och insekticider samt herbicider, sulfider och tungmetaller bundna till organiskt material.

AquaShield Skimmer: Renar dagvattnet från kolväten och lagrar spillolja samt bränsle. De föroreningar som adsorberats lagras i filtermaterialet och frigörs ej. Inga problem med igensättning av filtret. Anordningen kräver litet utrymme. Rening begränsad till kolväten och olja.

Filterförsedda inlopp fungerar bra för suspenderat material. Okänd reningseffekt för lösta föroreningar (Urbonas & Stahre, 1993). Konstruktionen kräver relativt lång sträcka då den placeras som en "ränna".

KOSTNADER

StormFilter: Enligt tillverkaren är det ett kostnadseffektivt alternativ som sparar upp till 10 ggr kostnaden för en traditionell behandlingsmetod (www.epa.gov). Ett StormFilter med nio filterpatroner kostade ca 120 000 kr (1998). Underhållskostnad ca 5200 kr/år (1998).

AquaShield: Priset varierar eftersom konstruktion anpassas efter förhållanden som råder där filtersystemet ska appliceras. Kostnaderna beskrivs dock som måttliga (www.remedialsolutions.com).

AquaShield Skimmer: Filter med kapacitet att lagra upp till 30 liter olja kostade 1998 ca 20 000 kr och det största lagrar 102 liter och kostade ca 64 000 kr (www.remedialsolutions.com).

Kostnaden för konstruktion av filterförsedd inlopp (ca 370 m längd, 0,5 m bredd) för ett ca

2 ha stort område har uppskattats till ca 2 milj. kr (Urbonas & Stahre, 1993). Underhållskostnaden för detta filter under en sexårsperiod (byte av sandmaterial en gång) har uppskattats till ca 11 000 kr (Urbonas & Stahre, 1993). Det kan dock krävas tillsyn och kontroll av filtret under denna tid vilket ökar kostnaderna.

ÖVRIGT

StormFilter: ett passivt filtersystem där vattnet leds in i via en kammare fylld med grovkornigt material. Olja och flytande ämnen avskiljs och vattnet flödar vidare till ett magasinet med filterpatroner. Filterpatronerna är fyllda med olika material beroende på vilka föroreningar som avses avskiljas. När vattnet i magasinet stiger utlöses en hävertmekanism på filterpatronerna vilket tvingar det förorenade vattnet upp genom filtermediat (www.stormwatermgmt.com).

Filtermaterialet måste bytas ut för att bibehålla effektiv rening. Underhållningsbehov och frekvens beror av föroreningssituationen. Vid höga flöden kan anordningen behöva kompletteras med en *StormGate*, dvs en mottagarenhet som vid höga flöden leder en viss mängd vatten till StormFilter och resterande till utlopp.

Aqua Shield: filtersystemen finns i flera olika modeller. Vattnet leds in i ett sedimenteringssteg och passerar därefter en serie filter med återvunnet material (patenterat). Slutligen passerar vattnet ett finpolerande filtersteg innan det når utsläppspunkten

(www.remediationsolutions.com). Behovet av underhåll beror på föroreningssituation och belastning. Generellt behöver sediment avlägsnas med jämna mellanrum och filtermaterialet bytas ut för att reningskapaciteten ska bibehållas. Kan kompletteras med fördröjningsmagasin eller våt damm (lagringsmöjlighet) för att kunna behandla större flöden.

AquaShield Skimmer: placeras direkt i uppsamlingsenheter för dagvatten eller t ex olj/vatten-separationsenheter. Filtermaterialet kan förbrännas efter att det förbrukats och mindre än 1% aska blir återstoden.

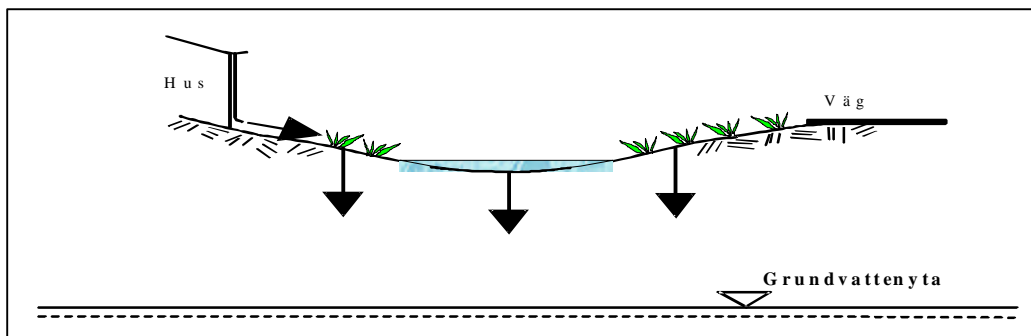
Belastningen avgör hur ofta filterförsedda inlopp kräver underhåll. Det finns exempel där det varit tillräckligt att tömma sediment ur sedimenteringskammaren samt att byta ut de 15 översta cm sand i filtret var 5-6 år (Urbonas & Stahre, 1993).

NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA SYNPUNKTER
Användbar, men upptar plats om de placeras ovanför mark och blir dyra om de placeras under mark. Kräver förbehandling för att minimera igensättning av filtren.

TILLVERKARE / FÖRETAG (EX)
Exempel på företag som angivit att de arbetar med tekniken: StormwaterManagement: StormFilter, Remedial Solutions Inc.: AquaShield™, AquaShield™Skimmer

ÖVERSILNINGSYTOR, ÖPPNA DIKEN, TORRA DAMMAR

Svenska: *infiltrationsdammar, infiltrationsbassänger*
Engelska: *grassed swales, grassed areas, vegetated swales, filter strips, buffer strips, open ditches, open detention basins, infiltration basins*



TEKNISK BESKRIVNING

Så kallade "gröna ytor" kan utformas på olika sätt, t ex som öppna diken, översilningsytor och torra dammar. Översilningsytor avser grönytor över vilka dagvattnet leds ut på bred front, med möjlighet till infiltration. Öppna diken utgörs antingen av kraftigare lutande grönytor eller svagt lutande grönytor ("svackdiken/swales") för transport och viss rening av dagvattnet.

Torra dammar avser dammar med infiltrationsförmåga så att de torrläggas mellan regntillfällena. Reningsprincipen är densamma oavsett utformning. Metoden bygger på att vatten strömmar över en vegetationsbevuxen yta, med låg hastighet och ett grunt flöde. Viss infiltration förekommer i själva översilningsytan. Filtrering och sedimentering sker i vegetationsmattan (Urbonas, 1997). Vattnet infiltreras sedan och bara periodvis förekommer stående vattenytor i dessa anordningar. Öppna diken kan alternativt förses med tät bottenutformning för att skydda grundvatten mot föroreningar.

EGENSKAPER (FÖRDELAR, NACKDELAR, RENINGSEFFEKT)

Öppna diken kan konstrueras för att minska flödehastigheten och skapa möjligheter för infiltration och sedimentering t ex längs vägar (Ellis, 1991). Vattenflödet liksom mängden föroreningar till recipient minskas. Minskad flödehastighet ökar utfällningen av sediment nära uppkomstkällan. Ju lägre flödet är desto mer effektivt tas föroreningar bort (Urbonas & Stahre, 1993). Gröna ytor är avsedda för små tillrinningsområden, omkring 2-4 ha asfalterad yta (Urbonas & Stahre, 1993). Reningsmekanismer bygger på filtrering, sedimentering samt upptag av vegetation. Anläggningarna kan sättas igen relativt snabbt

och det är svårt att förhindra igensättning genom underhåll (Schueler m fl, 1992). Reningskapaciteten för partikulära föroreningar är medelhög medan kapaciteten för lösta föroreningar är låg eller ingen (Schueler, 1987, Urbonas & Stahre, 1993). Den övergripande tåligheten är låg enligt Urbonas (1997) och den hydrauliska kapaciteten är låg till medelhög (Schueler, 1987).

Ungefärliga reningseffekter för öppna diken är 20-30% för näringsämnen och 30-60% för metaller, samt 70% för suspenderat material. Reningseffekter för översilningsytor, torra dammar och "swales" är högre för metaller (50-80%) och något högre för näringsämnen (25-40%) och SS (80%). Reningseffekten är sämre vintertid.

KOSTNADER

Gröna ytor är relativt billiga att anlägga enligt Urbonas & Stahre, 1993. Gröna ytor är generellt billiga att anlägga (Andrews & Bryant, 1991). Låga driftskostnader. Kostnad för anläggande av en torr damm antas vara likvärdig kostnaden för anläggande av en våt damm vilket innebär ca 100 000-150 000 kr/ha dammyta och generellt 150 000- 600 000 kr/damm. Projekteringskostnader utgör ca 10-20% av totala kostnaden.

ÖVRIGT

Underhåll i form av avlägsnande av ackumulerat sediment på infiltrationsytan kan utföras. Det är viktigt med vegetation i diken/ på ytorna. Efter avlägsnandet bör vegetation återetableras på ytan (Urbonas & Stahre, 1993). "Gröna ytor" kan kombineras med andra reningslösningar, t ex perkulationsmagasin, och då fungera som "förfilter" (Urbonas & Stahre, 1993). Max längsgående lutning är 2-5%, om

lutningen är brantare kan man använda sig av terrassupbyggnad (Urbonas, 1997, sid 242).

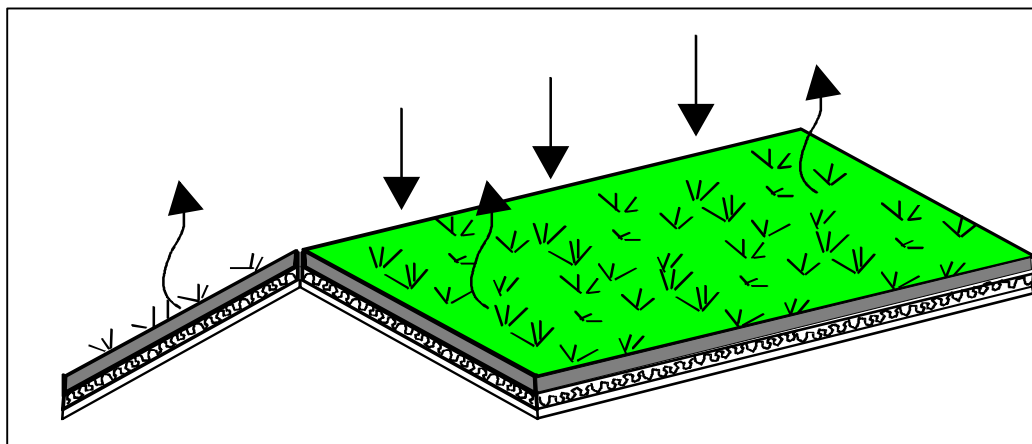
**NATIONELLA OCH
INTERNATIONELLA SYNPUNKTER**
Översilningsytor fungerar bra. Undersökning av jordmån ska föregå anläggning. Torra dammar är nödvändiga för magasinering av

dagvatten. Fungerar dock mycket sämre än våta dammar.

TILLVERKARE / FÖRETAG (EX)
Denna anläggningstyp dimensioneras ofta av VA-konsulter eller kommuners Tekniska förvaltningar. Utförandet sker i kommunal regi alternativt av privata byggtreprenörer.

GRÖNA TAK

Svenska: *sedumtak*
Engelska: *green roofs*



TEKNISK BESKRIVNING

Taken består av jordväxande mossarter och sedumarter. Takuppbyggnaden utgörs av dräneringslager, eventuellt vattenhållande lager, lös takjord samt en vegetationsmatta. Takets våtvikt varierar mellan 40-130 kg/m² vilket kan jämföras med betongpannor på 50 kg/m².

EGENSKAPER (FÖRDELAR, NACKDELAR, RENINGSEFFEKT)

Taket utjämnar dagvattenflöden och upp till 75% av årsnederbörden avdunstar från taket. Värmeinstrålningen i byggnader minskar sommartid och utstrålningen minskar vintertid. Buller absorberas i mattan. I och med mattans skyddande effekt har taket längre livslängd än ett normalt tak. Reningseffekten är okänd. Vegetationsmattan tar upp stoft och troligtvis en stor del av partiklarna i regnet. Partiklar som tvättats ur luften kan fastläggas i vegetations-mattan.

KOSTNADER

Högre anläggningskostnader än vanligt tak. Driftkostnaderna är låga.

ÖVRIGT

Årlig kontroll av dräneringar bör utföras och taken ska gödslas (juni-juli) med ca 300 g N/100 m² tak.

NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA SYNPUNKTER

Troligen mycket bra men det finns inte så mycket resultat. Fungerar en begränsad tid. Speciellt användbara i tätbebyggda områden med "dåliga" markförhållanden. De kan också användas för att kontrollera klimatet i en storstad.

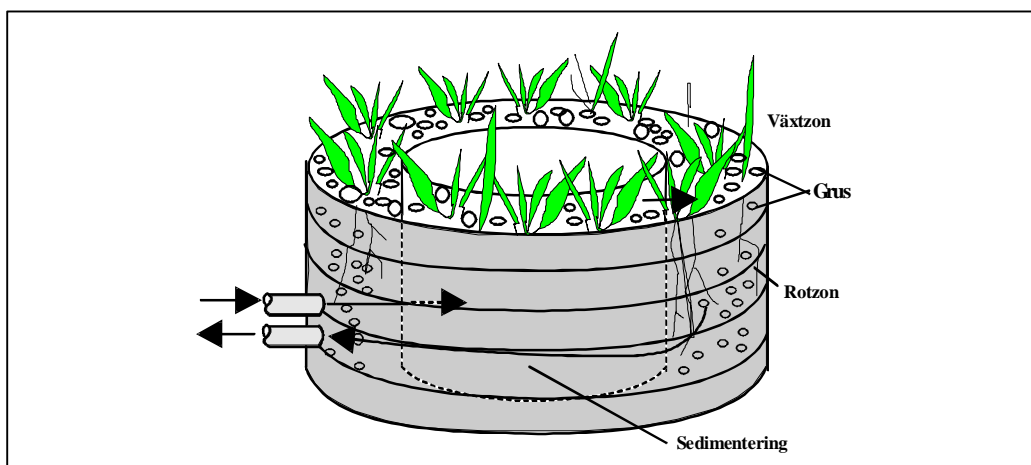
TILLVERKARE / FÖRETAG (EX)

Exempel på företag som angivit att de arbetar med tekniken: Nordiska gröntak AB

BIOBÄDDAR, BIOFILTER

Svenska: *biologisk bädd, biologiskt behandlingssystem*

Engelska: *biological treatment system, high-rate trickling filter*



TEKNISK BESKRIVNING

Tekniken har mest använts för biologisk rening av avloppsvatten men den kan användas även för rening av dagvatten. Ett biologiskt reningssystem kan t ex utgöras av en behållare fylld av formvara med stor kontaktyta mot luften, t ex skivor eller rör av plast. Dagvattnet bringas strila genom bädden. Mikroorganismer är aktiva i reningen och de bildar en gelatinös hinna på fyllnadsmaterialet tillsammans med kvarhållna föroreningar (TNC 65, 1977, Hultgren m fl, 1974).

StormTreat är ett exempel på behandlingssystem där biologisk rening kombineras med filtrering och sedimentation. Systemet innesluts i en tank och består av en filterbehållare med grovkornigt material, en serie sedimenteringskammare samt ett grusfilter vilket fungerar som substrat för våtmarksväxter. Stora partiklar avlägsnas i den grovkorniga behållaren eller isedimenteringskammarna medan finare partiklar (silt- och lerstorlek) filtreras i grussubstratet. I våtmarksväxternas rotsystem kan t ex organiska komponenter brytas ned av bakterier. Behandlingssystemet omges av stenfyllning, vari vattnet leds ut efter behandling i systemet (www.stormtreat.com).

EGENSKAPER (FÖRDELAR, NACKDELAR, RENINGSEFFEKT)

Innan tekniken används för dagvattenrening bör man studera hur effektivt metaller kan avskiljas och hur känsliga de biologiska renings-processerna är för t ex höga metallhalter samt flödesvariationer.

StormTreatsystemet kräver lite utrymme och det är möjligt att tillsluta systemet om miljöfarlig produkt i stor mängd skulle nå

behållaren, t ex i ett riskområde

(www.stormtreat.com). StormTreatsystemet har under en tvåårsperiod uppvisat reningsresultat motsvarande 99% suspenderat material, 82% COD, 77% tot löst N, 90% petroleumkolväten, 77% bly, 98% krom, 90% fosfor och 90% zink (www.stormtreat.com/stsdata.html). PH i inkommande vattnet måste dock vara 5,5 -10. PH i dagvatten ligger normalt i detta intervall.

KOSTNADER

StormTreatsystemet är kostnadseffektivt. En StormTreattank kostar ca 36 000 kr (1999). Därtill kommer materialkostnader för ledningar, stenfyllning och våtmarksväxter samt installationskostnad från 800-4000 kr per tank (1999) (www.stormtreat.com).

ÖVRIGT

StormTreatsystemet innesluts i en behållare som är 2.9 meter i diameter och 1.2 meter djup. Underhållet kan standardiseras och begränsas till en årlig inspektion, då det grovkorniga materialet i filterkammaren byts ut. Sedimenteringskammarna pumpas ur var tredje till femte år. Bör eventuellt kompletteras med oljeavskiljare om belastningen är stor (www.stormtreat.com).

NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA SYNPKTER

Bra för fastläggning av metaller men fungerar bara viss tid. För avloppsvatten endast? Kanske inte behövs för dagvatten.

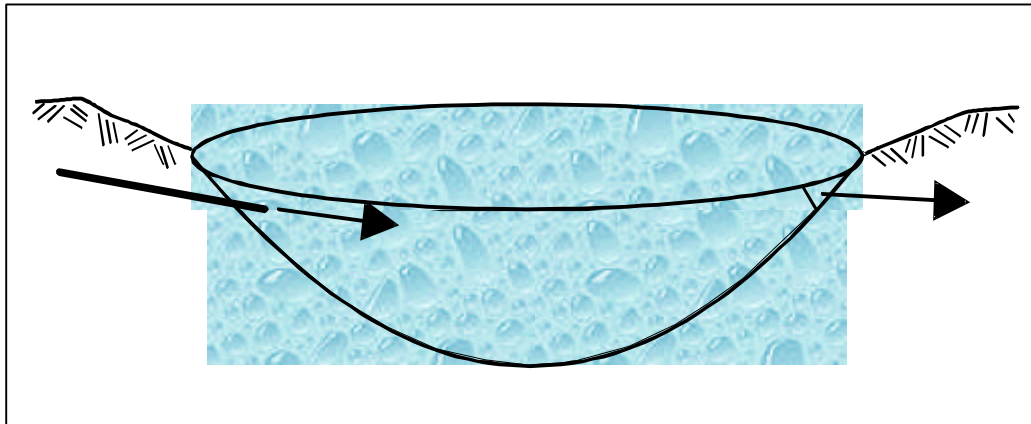
TILLVERKARE / FÖRETAG (EX)

Exempel på företag som angivit att de arbetar med tekniken: StormTreat™ Systems Inc, Expo-Net A/S (Bioblokk)

VÅTA DAMMAR

Svenska: dammar, sedimenteringsbassänger, avsättningsdammar

Engelska: wet ponds, retention ponds, retention basins



TEKNISK BESKRIVNING

Våta dammar betecknar dammar med permanent vattenyta till skillnad från torra dammar (infiltrationsdammar). Inflödet till och utflödet från dammen sker via öppet dike eller dagvattenledning. Dammar har utjämnings-effekt och kan, om de utformas och dimensioneras på rätt sätt, innebära hög avskiljning av föroreningar. Botten kan göras tät för att förhindra infiltration i stor utsträckning (Schueler m fl, 1992).

EGENSKAPER (FÖRDELAR, NACKDELAR, RENINGSEFFEKT)

Dammar utjämnar och minskar hastigheten av vattenflöden. De utgör "naturligt" habitat i den urbana miljön och har ett estetiskt värde. I befintlig stadsmiljö kan det finnas plats för anläggande av dammar i parker och på andra gröna ytor. I planerad bebyggelse kan grässtråk med öppna diken och dammar utformas. Det kan finnas säkerhetsrisker med våta dammar i tätbebyggelse i form av drunkningsrisk.

Riskerna kan minskas med låga släntsluttningar och växtzoner runt dammen. Dammar kan utnyttjas i kallare klimat men reningseffekten avtar generellt vintertid (Schueler m fl, 1992). Reningsmekanismerna bygger på sediment-ering, växtupptag och nedbrytning med hjälp av bakterier och mikroorganismer. Medel till hög avskiljningseffekt av både partikulära och lösta föroreningar (Schueler m fl, 1992).

Avskiljningsgrad ca 60% sediment, 50% totalfosfor, 35% totalkväve, 40-80 % lösta näringsämnen, 50-80% tungmetaller samt medel till hög avskiljning av koliformbakterier och organiskt material.

KOSTNADER

Dammar är dyrare än konventionellafördröjningsalternativ för dagvatten (Schueler m fl,

1992). Kostnaden är ca 1200 kr/m³ (Sulsbruck, 1997, sid 299) men varierar med storlek och utformning. De bedöms vara kostnadseffektiva (Andrews & Bryant, 1991). Generellt är totalkostnaden (inklusive schaktning ochprojektering) ca 100 000-150 000 kr/ha dammyta och generellt 150 000- 600 000 kr/damm. Projekteringskostnader utgör ca 10-20% av totala kostnaden.

ÖVRIGT

Måttligt underhåll krävs, t ex i form avavlägsnande av skräp. Avlägsnande av sediment krävs ungefär var 2-5 år, men ibland mer sällan. Behovet av underhåll beror på avrinningsområdets storlek, flödesmängder samt halten partiklar. Kvalitetskontroller rekommenderas (Schueler m fl, 1992).

Dammar kan vara en lösning föravrinningsområden större än 4 hektar men mindre än 260 hektar (2.6 km²) (Schueler m fl, 1992).

NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA SYNPKUNTER

Bra, men måste rensas. Våta dammar är nödvändiga för magasinering av dagvatten. En väldimensionerad våt damm är en bra lösning om plats (t.ex. grönyta/park) finns att tillgå. En arean av ca 1% av tillrinningsområdet kan räcka, men ytbehovet varierar. Större ytbehov kan erfordras. Är inte en lika lämplig åtgärd i tät stadsbebyggelse som i mindre grad urbana områden.

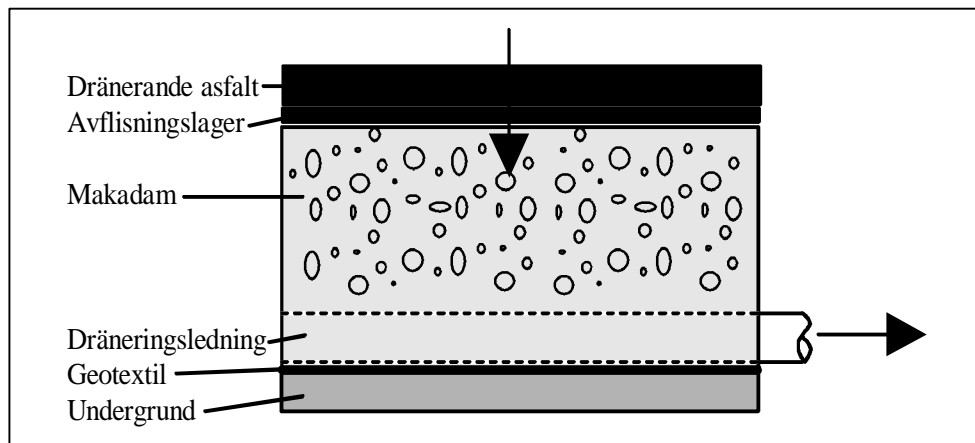
TILLVERKARE / FÖRETAG(EX)

Denna anläggningstyp dimensioneras ofta av VA-konsulter, Vägverket eller kommuners Tekniska förvaltningar. Utförandet sker i kommunal regi, med hjälp av privata bygg-entreprenörer eller i Vägverkets regi. Exempel på företag som angivit att de arbetar med tekniken: SAC: Heartland Environmental

PERMEABEL ASFALT

Svenska: enhetsöverbyggnad, genomsläpplig asfalt/beläggning

Engelska: permeable pavement, porous pavement, cellular porous pavement



TEKNISK BESKRIVNING

Den dränerande enhetsöverbyggnaden består av ett poröst asfaltslager (permeabelt asfalt) som ligger på en makadambädd. Dagvattnet transporteras ner igenom asfaltslagret och fördröjs i makadamlagret för att slutligen ledas bort med dräneringsrör till dagvattennätet (Peterzén, 1997). Föroreningsavskiljning sker i makadamlagret. Permeabel asfalt kan konstrueras som en helt eller delvis permeabel yta (Ellis, 1991). En helt permeabel yta skapas genom att utlämna de finare fraktionerna i asfaltblandningen. Den permeabla asfalten placeras ovanpå ett grovkornigt marklager (Urbonas & Stahre, 1993). Alternativt konstrueras en permeabel yta genom moduler med öppna celler emellan (Urbonas & Stahre, 1993).

EGENSKAPER (FÖRDELAR, NACKDELAR, RENINGSEFFEKT)

Permeabel asfalt minskar andelen ickepermeabla ytor. Infiltrationskapaciteten är dock begränsad och det förekommer problem med igensättning. Dess magasinering förmåga leder till mindre dimensioner på dagvattenledningar och till att färre dagvattenbrunnar behöver anläggas (Peterzén, 1997). Reningseffekten av det vatten som infiltreras är relativt god (omkring 50-90% för olika föroreningar enligt några fallstudier). Det kan uppstå problem i kalla klimat om det finns risk att marken fryser.

KOSTNADER

Anläggningskostnaden för permeabel asfalt är dyrare än vanlig asfalt enligt Urbonas och Stahre (1993), men att anlägga enhetsöverbyggnad istället för traditionell överbyggnad kan vara billigare (Peterzén, 1997). Kostnads-effektiv lösning (Larm, 1994). Skötsel-kostnaderna kan bli höga om anläggningen

måste grävas upp och ersättas om den sätts igen.

ÖVRIGT

Underhållskostnaderna för att behålla den permeabla ytan är förmodligen låga. På sikt kan det dock bli nödvändigt att byta ut materialet, vilket är kostsamt (Urbonas & Stahre, 1993). Livslängden för enhetsöverbyggnaden begränsas i princip av igensättningen av det porösa asfaltslagret. Igensättning kan förhindras genom kontinuerligt underhåll (Peterzén, 1997). Permeabel asfalt kan utnyttjas på t ex parkeringsplatser och ytor där det annars kan uppstå problem med vattenansamlingar. Permeabel asfalt kan även minska risken för vattenplaning.

NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA SYNPUNKTER

Fungerar bra om anläggningen är bra utförd och om trafikbelastningen inte är så hög. Långsam förorening av grundvatten. Att använda permeabel asfalt för vattentransport är bättre än att infiltrera vattnet. Utmärkt om stora asfalterade ytor finns att tillgå. "Cellulär" beläggning sannolikt att föredra. Det finns mycket information att tillgå i Tyskland (kontaktperson: Geiger) och Kanada (kontaktperson: James).

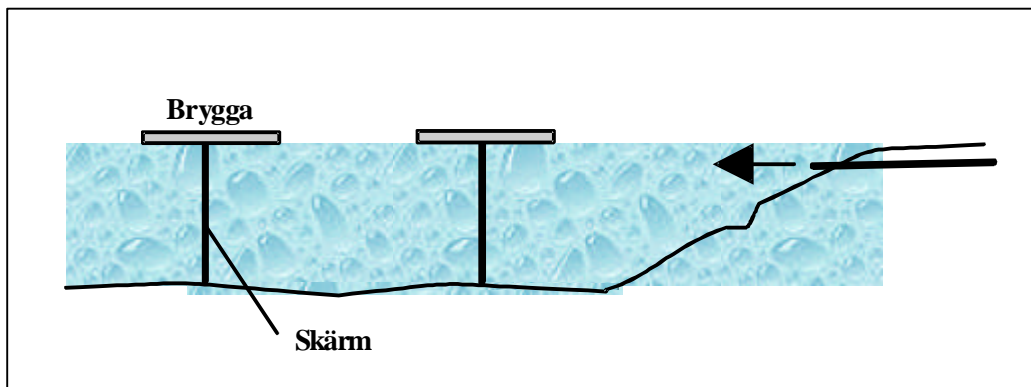
TILLVERKARE / FÖRETAG (EX)

Denna anläggningstyp dimensioneras ofta av VA-konsulter eller kommuners Tekniska förvaltningar. Utförandet sker i kommunal regi alternativt av privata byggtreprenörer. Exempel på företag som angivit att de arbetar med tekniken: ACF- Geoblock (www.acf-environ.com/geoblk.htm), Cahill Associates (Environmental consultants)

SKÄRMBASSÄNGER

Svenska: flytbassänger

Engelska: screen basins



TEKNISK BESKRIVNING

Med skärmbassänger avses bassängenheter som placeras i en sjövik (eller dylikt) och som åtskiljs med flytbryggor eller länsar. Från dessa bryggor/länsar är plastdukar förankrade i sjöbotten. Dagvattnet rinner till den första bassängenheten via öppet dike eller ledning. I bassängerna sker sedimentation. För att få en bättre avskiljning av föroreningar och sediment kan det sedimenterade slammets pumpas bort med en pumpflottar.

EGENSKAPER (FÖRDELAR, NACKDELAR, RENINGSEFFEKT)

Avskiljningsgraden kan vara hög, speciellt om bortpumpning av sedimentande slam sker kontinuerligt så att anaeroba förhållanden med följande utlösning av bl a metaller kan undvikas (speciellt viktigt att bortpumpning sker vinter-tid). Finns inte pumpmöjligheter i anläggningen innebär det att föroreningar lagras i recipienten vilket medför en risk för läckage från slam till recipienten.

KOSTNADER

Installationskostnad samt avlägsnande av sediment. Ett system med pumpflottar kostade 1995 750.000 kr att anlägga. Detta bassängsystem är 6000 m³ och tar emot 250 000 m³ dagvatten per år (Dunkers, 1999).

ÖVRIGT

Kan vara en lösning om en sjö är recipient och då det är ont om utrymme eller lämpligaförutsättningar för andra anläggningar saknas.

NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA SYNPUNKTER

Bra, men dyra och resurskrävande. Sediment måste avlägsnas. Dunkers fungerar bra i New York. Om dagvattnet är starkt förorenat blir effekten troligen stor. Bra resultat har påvisats. Sedimenteringseffekten kan bli hög. Erfordrar lämplig ytvattenrecipient och stor plats. Begränsad användning beroende på tillgänglig plats för anläggande.

TILLVERKARE / FÖRETAG (EX)

Exempel på företag som angivit att de arbetar med tekniken: Dunkers Ingenjörsfirma

Referenser

- Andrews D, Bryant G: Stormwater Quality Best Management Practises. Marshall Macklin Monaghan. Report for the Ontario Ministry of the Environment. Canada. 1991.
- Ellis J B: Measures for the control and treatment of urban runoff quality. Middlesex Polytechnic, London, report DT/PL/FV/JB. 1991.
- Field R, O'Shea M, Chin K: Integrated stormwater management. Lewis publishers, Boca Raton, Florida, 1993.
- Hultgren J, Hultman B, Stenberg Å: Rening av brädd- och dagvatten. Publikation 74:1. 1974.
- Jansson E, Lind B, Malbert B: Lokal dagvattenhantering. Erfarenheter från några anläggningar i drift. VA-FORSK rapport 1992-09. 1992.
- Larm T: Dagvattnets sammansättning, recipientpåverkan och behandling. VA-FORSK rapport nr 1994-06, VAV, Stockholm. 1994.
- Novotny, V: Nonpoint pollution and urban stormwater mangement, volume 9, Water quality management library, 1995.
- Peterzén E: Dränerande enhetsöverbyggnad för rening och utjämning av vägdagvatten. Examensarbete AVAT-EX-1997-04, Avd. för Vattenvårdsteknik, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm. 1997.
- Schueler T R: Controlling urban runoff: a practical manual for planning and designing urban BMPs. Dept of Environmental Programs, Metropolitan Washington Council of Governments. 1987.
- Schueler T R: Design of stormwater wetland systems. Guidelines for creating diverse and effective stormwater wetlands in the mid-Atlantic Region. 1992.
- Stockholm Vatten AB: Kunskapsöversikt - rening av dagvatten med olika filtertekniker, rapportnr 26/99. 1999.
- Sulsbruck, P: The first steps towards sustainable stormwater management in Hiller D, Denmark, Proceedings of Sustainable water resources in the 21st century, 1997, Malmoe, Sweden.
- TNC 65: VA-teknisk ordlista. 1977.
- Urbonas B, Stahre P: Stormwater. Best management practises and detention. Prentice Hall, USA. 1993.
- Urbonas, B: Design and selection guidance for structural BMPs, Proceedings of Sustainable water resources in the 21st century, 1997, Malmoe, Sweden.
- Wanielista M P, Yousef Y A: Stormwater management. John Wiley & Sons, Inc, New York. 1993.
- Viak: Lokalt omhändertagande av dagvatten, TS:82:10, 1982.
- Vägverket (Norman): Utvärdering av test med Proldrain på Essingeleden, 1999.

Lokala investeringsprogrammet, LIP

Riksdagen har avsatt 6,5 miljarder i stöd till lokala investeringsprogram för ekologisk hållbarhet. Medel som delas ut under åren 1998-2002.

Stockholms Stad har beviljats 635 miljoner i bidrag för kretsloppsanpassning, effektivare resursanvändning, beteendeförändringar samt minskad spridning av miljöfarliga ämnen. En del av arbetet genomförs i samarbete med näringsliv, stadsdelarna och dess innevånare. Stockholms investeringsprogram administreras av LIP-kansliet.

Fyra programområden

- 1 ÖKA KRETSLOPPSANPASSNINGEN** Innebär att skapa ekologiskt hållbara lösningar inom de samhällssektorer som belastar miljön.
- 2 EFFEKTIVISERA RESURSANVÄNDNINGEN** Här ryms projekt som bl a ger en effektivare energianvändning.
- 3 MINSKA SPRIDNINGEN AV MILJÖSKADLIGA ÄMNINGEN** Spridning av miljöfarliga ämnen utgör ett allvarligt hot mot stadens ekosystem och kan innebära direkta hälsorisker. Projekten syftar till att minska spridning av miljöfarliga ämnen.
- 4 STIMULERA FÖRÄNDRINGSPROCESSER** Insatserna ska genom vägledning och goda exempel stimulera mot mer miljöanpassade förhållningssätt i vardagen.

Detta är en förstudie och en delrapport i en serie från det Lokala Investeringsprogrammet i Stockholms Stad.

Vill du veta mer om Tekniktävling för rening av dagvatten, ring 08-695 63 05.

Du kan också ta kontakt med LIP-Kansliet, 08-508 29 793.



STOCKHOLMS
NÄRINGS-
LIVSKONTOR



LIP-kansliet

ÖKA KRETSLOPPSANPASSNINGEN

Bilaga 3a-b

Underlag, kostnadsberäkningar

Kostnader i samband med dagvattenrening

Schablonkostnader för schaktning, ledningar och spont är tagna från upphandlingsavtal på Stockholm Vatten. (Tommy Henriksson, Teknikavdelningen).

Schaktning, fall B (inkluderar borttransport, deponiavgifter etc.) :

175 kr/m³ för ledningsgravar (ca 1200 kr /m). Troligen lägre (-25%?) för arbete som omfattar dammar och sedimenteringsmagasin. Vissa kostnader kan dock tillkomma, t.ex. tillsnygning av slänter vid dammanläggningar.
Återfyllnad ca 1500 kr/m ledning.

Material, ledningar

940 kr/m för ? 600- ledning, ca 2000 kr/m för 1200? -ledning.

Spont

Djup 2,8-3,3 m, 1100 kr/m²
Etableringskostnad ca 10 000 kr (engångskostnad)

Dammar

Följande kostnader rör den damm som anlagts på Årstafältet i Stockholm (uppgifter från Ulf Jansson, Röda Tråden). Till kostnaderna nedan kommer de anslutningar som ska göras från diken och ledningar. En anslutning beräknas kosta minst 50 000 kr.

Dammen har mycket flacka bankar bl. a. beroende på att vatten delvis kommer till dammen via en översilningsyta. Totalt har nästan 30 000 m³ lera schaktats bort, största djup är ca 5 m under befintlig marknivå. Till stor del har massorna använts för att skapa vallar inom området vilket sänker kostnaden då borttransport avgår. Kostnaden för schakt och vall uppgår till ca 125k kr/m³ där ca 25kr/ m³ är kostnad för att skapa vällen. För massor som borttransporterats är priset ca 197 kr/ m³.

Utöver kostnaderna för schaktning tillkommer kostnader för div. geotextildukar och förstärkningsnät som ligger under ett lager av makadam och singel. Anledningen till detta är bl. a. att man inte vill ha leran i öppen dager p.g.a. olycksrisken med nedsjunkning i botten, generellt sett behövs troligen inte alltid dessa extra åtgärder. Kostnaden för geotextilduken är ca 20 kr/m² och för förstärkningsnätet ca 40 kr/m². Makadam/singellagret är mellan 10 och 20 cm tjockt och kostar mellan 35 och 58 kr/m² vilket ger ett ungefärligt pris på 300 kr/m³.

Betonggjutning, sedimenteringsmagasin

Kostnad uppskattad från pågående bygge av avloppsmagasin vid Gladö i Huddinge.
Betong magasin med volym 230 m³, 1 800 000 kr inklusive schakt och återfyllnad (även ovanpå anläggning). Schaktarbete kostnadsuppskattat till mellan 100 000 och 200 000 kr.

Bilaga 3a.

Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav, del 3;
Rening av dagvatten- exempel på åtgärder och kostnadsberäkningar

Kostnad / m³ ”utrymme” uppskattas till 7000 kr exl. schaktkostnad.

Två anläggningar av samma typ för rening av vägdagvatten har byggts under Skanstullsbron (”Ryska smällen”) och vid Årstabergsvägen. Byggekostnad (osäkert om projektering ingår i summan) för anläggningen vid Årstabergsvägen är 1,66 milj. kr, den ”effektiva” volymen i anläggningen är ca 187 m³ vilket ger en kostnad på 8900 kr/ m³ inklusive schaktkostnad (uppgift från Gudrun Aldheimer, Miljö och utveckling, ledningsnät). Anläggningens yttermått är 5,6 x 19,5 x 3,6 m (B x L x D) varav 5 x 17 x 2,2 m är inner mått som kan utnyttjas för rening av dagvatten. Uppgifter från Tommy Henricsson, Teknikavdelningen.

Lamelloljeavskiljare

Alfa lamelloljeavskiljare 200 000- 300 000 kr inklusive frakt , överdel, betäckning och oljelarm, exl. schakt etc. Byggekostnad som tillkommer kan uppskattas till ca 250 000 kr exl. projektering. Uppgift från Björn Bandman, MEAG.

Dunkersanläggningar, skärmbassänger (flytväggar i recipient)

I Magelungen (utanför dagvattenledningen ”Ma 18”, ? 1200 mm) finns två flytväggar som tillsammans utgör en sedimentfälla. Den inre flytväggen är ca 60 m lång och kostade ca 200 000 kr att anlägga 1995 (inklusive material, arbete etc.) vilket ger en ungefärlig kostnad/m på ca 3300 kr. Flytväggen är förankrad på mjuk botten. Enbart flytväggar (inklusive ringar och karbinhakar för fastsättning i riktstolpar) kostar mellan 650 och 900 kr/m beroende på djup (enligt offert från Järvens Plast och smide 2001-04-03).

Infiltration

Kostnad för att anlägga en infiltrationsanläggning av typen ”Veklipp” är ca 1-1,5 milj. kr/ha avrinningsyta.

Metoden som framför allt är tänkt för vägdagvatten består i att vattnet, istället för att avledas direkt via dagvattenbrunnar infiltrerar i ett dike med fyllning. Avledning till ledningsnätet sker därefter via ett rör i botten av diket.

För en ”enkel” infiltrationsyta utan anslutning till ledningsnätet uppstår enbart kostnader för schaktarbete och återfyllnad.

Takbeklädnader

För att åstadkomma en reduktion av metallemissionen från takytor av förzinkad plåt och koppar kan övermålning eller beläggning med andra material som asfalt och gummidukar komma i fråga.

En övermålning (inklusive förbehandling och två lager färg) av plåttak kostar ca 65 kr/m² takyta (uppgift från D. Frykman, DM Takmåleri). En övermålning av ärgade koppertak rekommenderas inte. Däremot kan nya kopparytor övermålas.

Bilaga 3a.

Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav, del 3;
Rening av dagvatten- exempel på åtgärder och kostnadsberäkningar

Derbigum (Eurotak) är en typ av takbeklädning som appliceras på ex. koppertak. Finns i 4 olika färger. Kostnad inklusive arbete ca 130 kr/m². Det kan erfordras s.k. takbord för att jämna ut ojämnheter innan läggning vilket ger en extra kostnad på ca 50 kr/m².

Sprängningsarbeten

Kostnaden för sprängning inklusive borttransport och omhändertagande av sprängsten uppskattas till ca 2000 kr/ m³. Kostnaden har uppskattats utifrån totalkostnaden för Älvsjötunneln vars volym är ca 16000 m³ (längd: 1.3 km, snittyta: 12 m²). Tunneln kostade ca 35 milj. kr att färdigställa.

Övriga kostnader

Ca 10 % på totalsumman tillkommer för projektering, ritningar, inmätning etc. (Gunnar Possebo, Teknikavdelningen).

För anläggningarna vid Årstabergsvägen och Ryska smällen (se Betong... ovan) tillkommer ca 140 000 kr för installation av styr- och reglerutrustning inkl. automatikskåp, programmering och funktionsbeskrivning.

Driftskostnader

Slamhantering

Det finns inget avtal som speciellt behandlar slam från dagvattenreningsanläggningar. För slam från reningsverk gäller följande priser (uppgift från Birgit Öster, Driftavdelningen) för transport och deponi :

Godkänt slam : 189 kr/ton + 250 kr i skatt

Ej godkänt slam : 558 kr/ton + 250 kr i skatt.

Gallerrens : 700 kr/ton +250 kr i skatt.

Priserna gäller för vattenhaltigt slam.

Då slam från dagvattenreningsanläggningar helt saknar värde som ex. jordförbättringsmedel ligger det nära tillhands att jämföra med gallerrens. Om skatten tillkommer är osäkert då det i vissa fall kan bli skattebefrielse beroende på vilket syfte/ursprung som slammet har.

En kostnad som i dagsläget är omöjlig att uppskatta är de kostnader som kan uppstå om inte slammet anses/kan läggas på deponi (tipp). Utifrån det tillstånd som varje enskild tipp har beslutar tippägaren själv om en viss typ av avfall kan tas om hand. Det kan också vara så att det inte anses långsiktigt hållbart att lägga kraftigt förorenat slam från reningsanläggningar på tipp. Detta kan ge upphov till investeringar i någon form av behandlingsprocess för slammet. Kostnaderna för detta är inte möjliga att förutse men torde inte understiga 10 milj. kr. Drift och underhållskostnader tillkommer.

Utöver kostnaderna ovan tillkommer kostnader för ex. slamsugning av reningsanläggningar och sugmuddring av Dunkersanläggningar. För slamsugning med egen spolbil är minimikostnad 1395 kr (inkluderar framkörning och en timmes arbete), därutöver tillkommer 880 kr/h (uppgift från Ulf Dahlberg, Driftavdelningen, Väst). Total kostnad uppskattas till ca 3000 kr/tömningstillfälle för en mindre anläggning som t.ex. en lamelloljeavskiljare, för ett större

Bilaga 3a.

Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav, del 3;
Rening av dagvatten- exempel på åtgärder och kostnadsberäkningar

sedimenteringsmagasin kan kostnaden uppskattningsvis uppgå till ca 20 000 kr . För sugmuddring av Dunkersanläggningar är kostnaden svår att uppskatta, som ett exempel kan muddringen av anläggningen vid sjön Flaten användas. Den inre bassängen (yta ca 1000 m²) muddrades 1994 till en kostnad av ca 175 000 kr (exklusive borttransport) vilket ger en kostnad per m² på ca 175 kr. Den totala volymen uppgick till ca 300 m³ (580kr/ m³)

Övriga kostnader

Utöver kostnader för slamhantering tillkommer tillsyn och rensning av skräp och ev. olja samt underhåll av styr- och reglerutrustning och pumpar. Dessa kostnader varierar beroende på vilken anläggningstyp som avses. Om anläggningarna ska besökas 1 gång/månad ger detta en ungefärlig kostnad på ca 50 000 kr/anläggning och år (ca 4 timmar/besök, två anställda + bil). Underhåll av styr- och reglerutrustning samt pumpar uppskattas till ca 50 000 kr/år. Totalt ger detta en kostnad på ca 100 000 kr/år och anläggning.

S

2001-07-31

KOSTNAD FÖR RENSNING AV DAGVATTENBRUNNAR/ÅR

Underlag från stadsdelsförvaltningar. Uppgifter inhämtade och sammanställda av Liselotte van den Tempel, Norrmalms sdf. Markerade stadsdelar ingår i beräkningsunderlaget för snittpriset/brunn. Antalet brunnar i kursiv text hämtade från "Dagvatten- befintliga anläggningar", 2001.

Stadsdelsförvaltning	Kostnad och kommentarer
Farsta	Kostnaden är inbakad i barmarkshanteringen. Avtal med Stockholm Entreprenad t o m 2003-04-30. Antal brunnar per år 2025. Park vartannat år och gata varje år.
Kista	Park 17 tkr/år, gata 39 tkr/år = 56 tkr per år. 650 brunnar
Katarina Sofia	70 tkr/år. 791 brunnar
Spånga Tensta	132 tkr/år, (300 st park och 1485 st gata)
Bromma (inkl Västerled)	140 tkr. 2500 brunnar
Kungsholmen	1378 gatubrunnar ingår i entreprenaden. Avtal löper ut 03-08-31. Vid extrabeställning är kostnaden 150 kr/brunn
Norrmalm	304 tkr (varav park 75 tkr), park vartannat år, gata varje år. 2000 brunnar
Maria Gamla Stan	133 tkr (1483 st)
Östermalm	Ingår i barmarksentreprenaden, 150 kr/brunn vid extrainsats
Skarpnäck	Ingår i kontrakt t om 2002, ca kostnad 100 tkr (150 parkbrunnar, 1700 gatubrunnar)
Liljeholmen	Ej spec i avtal med entreprenör. Avtal löper ut 03-09-30.
Skärholmen	Ej spec ingår i barmarksrenhållningen. Avtal löper ut 04-02 med ev förlängning till 2004.
Älvsjö	Ej spec ingår i entreprenaden. Avtal löper ut okt/nov 2001

Vantör

Antal brunnar gata: 1178 st och park: 295 st
Gatubrunnar slamsuges 1 gång/år, parkbrunnar
vartannat år enl kontrakt med entreprenör. För
rensning av en extrabrunn kostnad 80:-/brunn och för
rensning av en enstaka brunn kostnad 400:-/brunn

Rinkeby

Kostnaden ej specificerad i avtal med entreprenör.
Enl avtal sker brunnsrensning 1 gång per år. Avtalet
löper ut 2002-09-30.

Hässelby-Vällingby

Har 795 parkbrunnar och 1 985 gatubrunnar. Rensas
1 gång/år. Kostnad: 170 tkr per år. Skötseln ingår i
kontrakt med Stockholm Entreprenad t o m augusti år
2003.

Nedanstående ej inkommit med uppgifter:

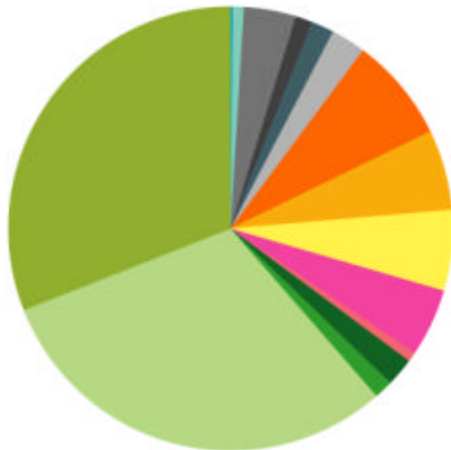
Enskede-Årsta
Hägersten

Bilaga 4a-e

Råcksta Träsk, tillrinningsområde och situationsplaner

Markanvändningskartering - Råcksta Träsk

Markanvändningens fördelning inom huvudtillrinningsområdet



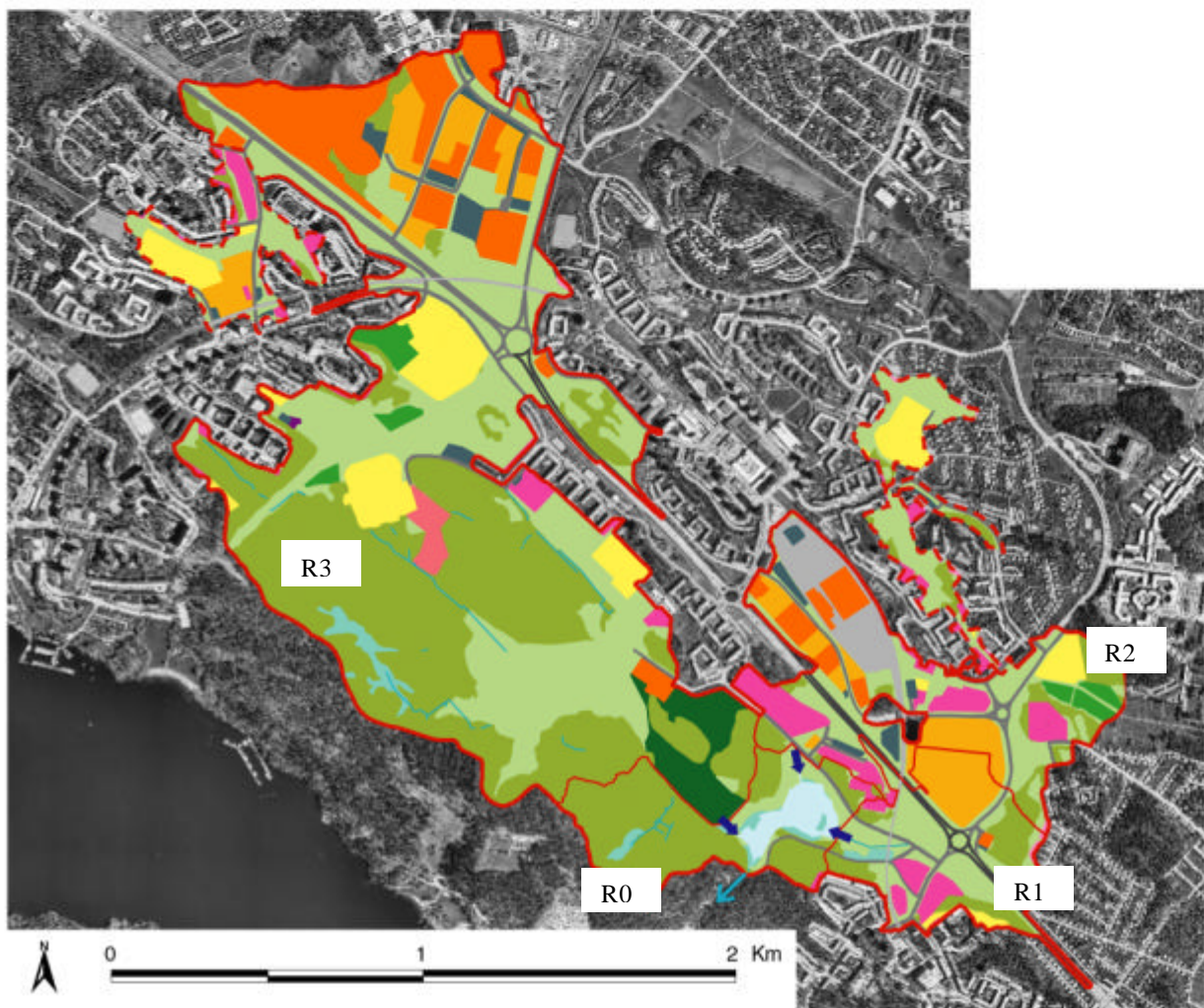
Teckenförklaring

Tillrinning

- Huvudtillrinningsområde
- Deltillrinningsområde
- Område med osäker gräns
- Dagvattenutlopp
- Dagvatten- samt bräddutlopp
- Bräddutlopp
- Inlopp/utlopp
- Sjöyta

Markanvändning

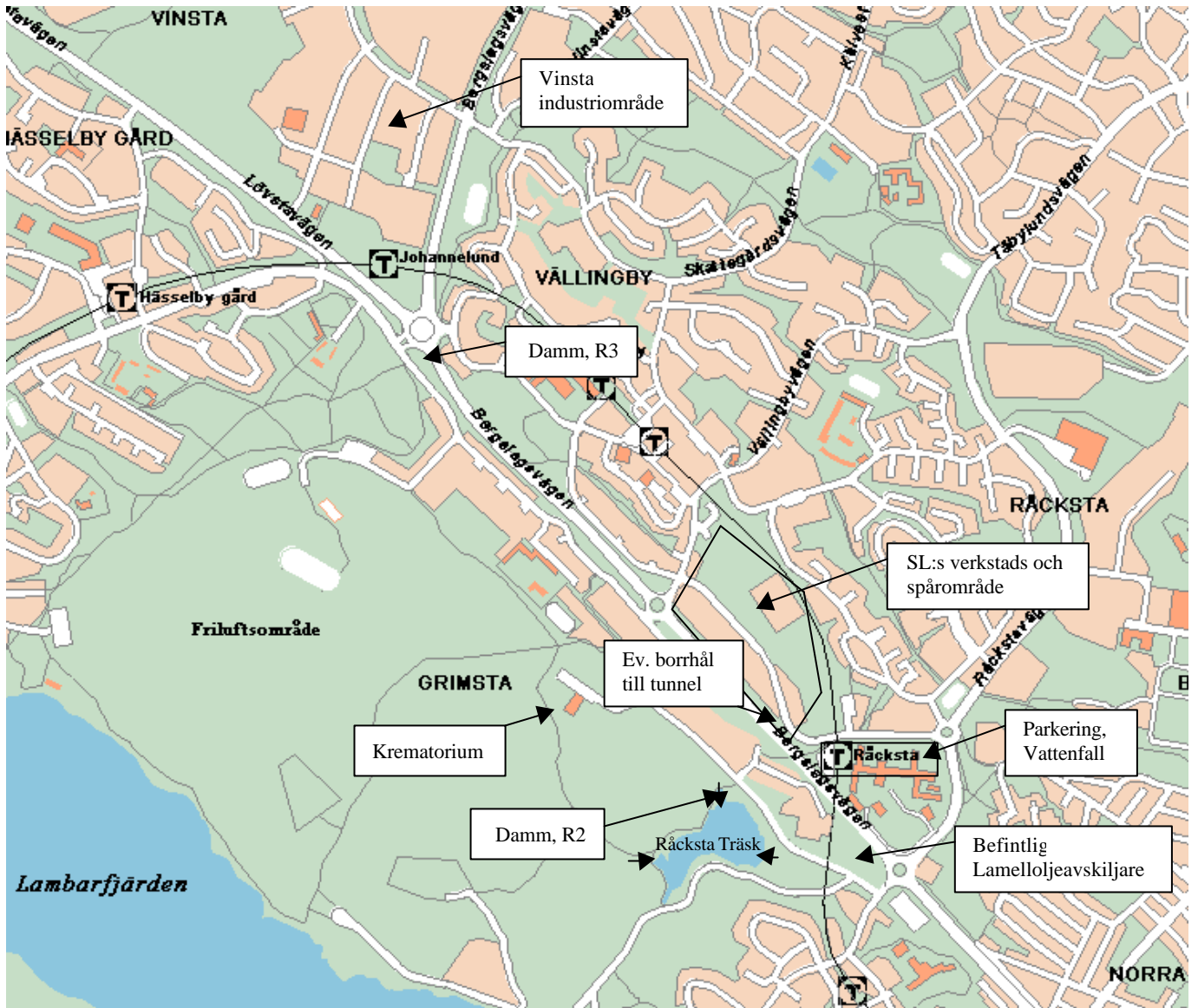
- Vatten**
 - Vattendrag (<1%)
 - Våtmark (1%)
 - Övrigt vatten (0%)
- Kommunikation**
 - Väg <20 000 fordon/åmd (4%)
 - Väg >20 000 fordon/åmd (1%)
 - Parkering (2%)
 - Spårväg (2%)
- Bebyggelse**
 - Miljöfarlig verksamhet (8%)
 - Arbetsplats/service (6%)
 - Specialenhet (6%)
 - Fierfamiljfastighet (5%)
 - Enfamiljfastighet (<1%)
 - Fritidsfastighet/kolonistugeomr. (0%)
 - Djurhållning (1%)
 - Övrig bebyggelse (<1%)
- Genomsläpplig mark**
 - Kyrkogård (2%)
 - Odlad mark/kolonilotter (1%)
 - Övrig öppen mark (30%)
 - Skogsmark (31%)



Bilaga 4b.

Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav, del 3;
Rening av dagvatten- exempel på åtgärder och kostnadsberäkningar

Räcksta Träsk tillrinningsområde, situationsplan

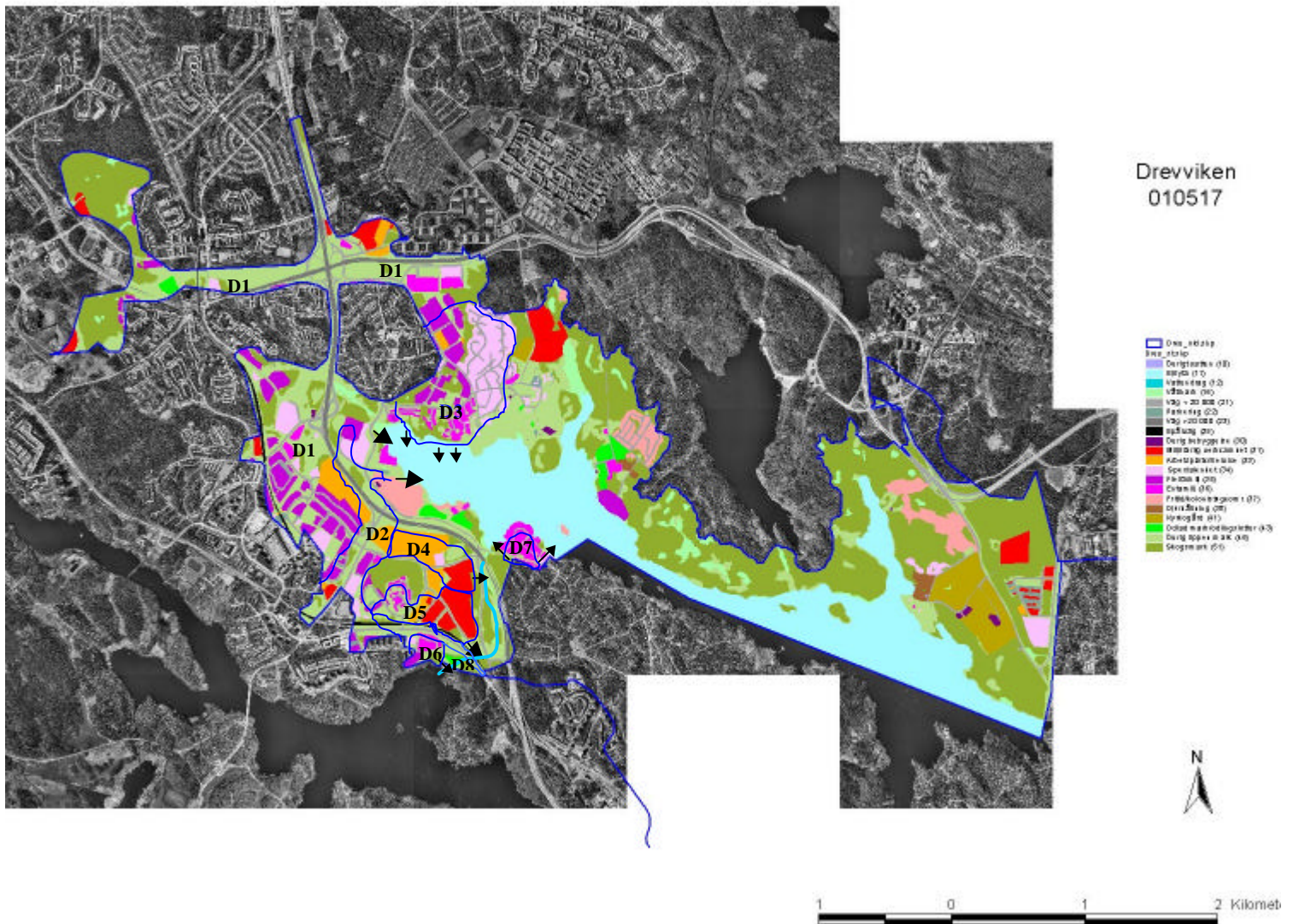


Bilaga 5a-d

Drevviken, tillrinningsområde och situationsplaner

Bilaga 5a.

Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav, del 3;
 Rening av dagvatten- exempel på åtgärder och kostnadsberäkningar



Drevvikens/Forsåns tillrinningsområde inom Stockholm. Deltillrinningsområden i den västra delen ungefärligen angivna (se även situationsplan). Dagvattenutlopp markerade med pilar.

Bilaga 5b.

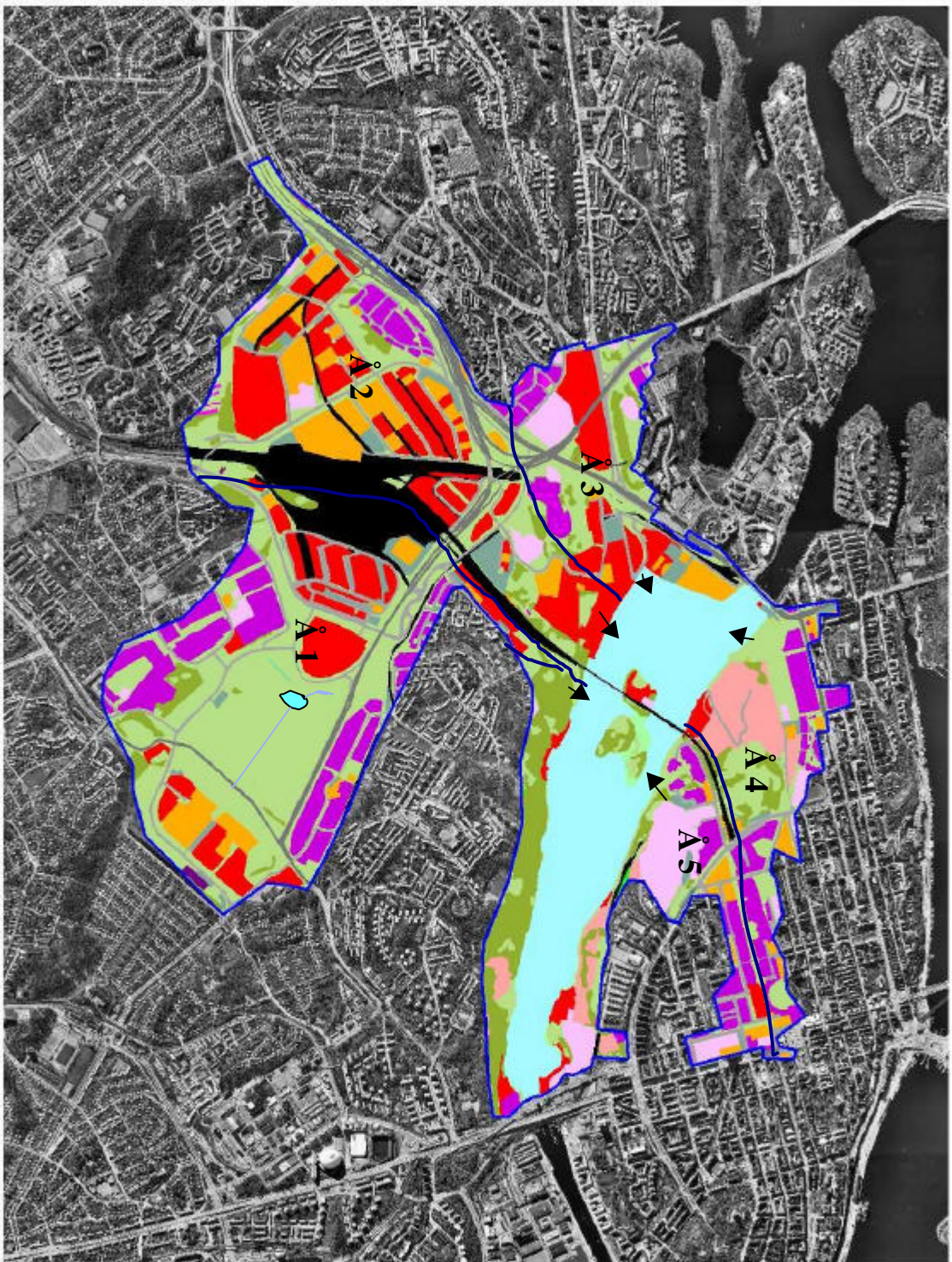
Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav, del 3;
Rening av dagvatten- exempel på åtgärder och kostnadsberäkningar



Drevikens/Forsåns tillrinningsområde (Stockholms del)

Bilaga 6a-g

Årstaviken, tillrinningsområde och situationsplaner



2 0 2 Kilometers

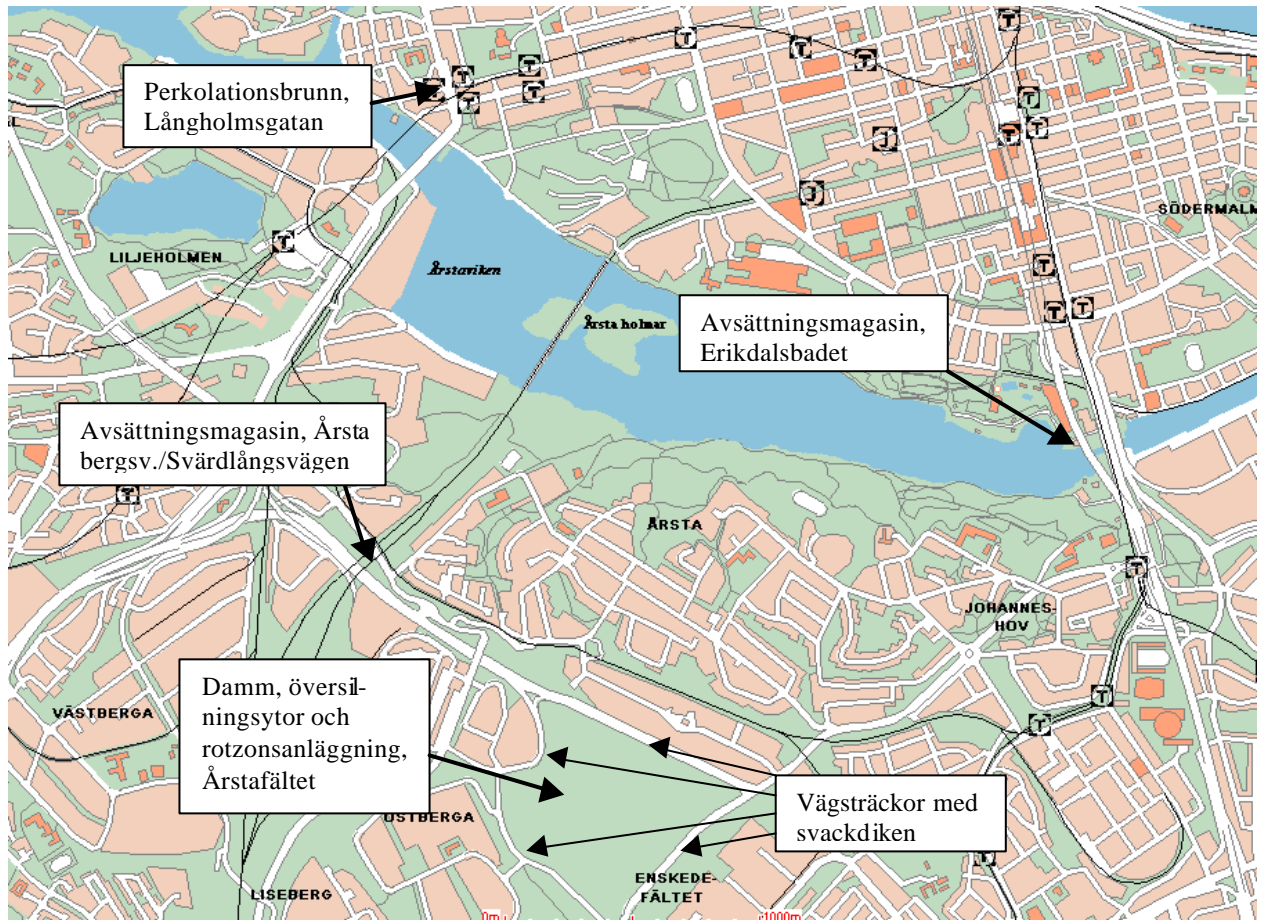
Årstaviken
010329

- artc_041510
- artc_bp
- Örnigt vatten (19)
- Sjögrä (11)
- Vattenövre (2)
- Vatten (3)
- Våg + 20000 (7)
- Våg + 20100 (28)
- Våg + 20200 (28)
- Våg + 20300 (28)
- Örnigt vatten (20)
- Örnigt vatten (21)
- Örnigt vatten (22)
- Örnigt vatten (23)
- Örnigt vatten (24)
- Örnigt vatten (25)
- Örnigt vatten (26)
- Örnigt vatten (27)
- Örnigt vatten (28)
- Örnigt vatten (29)
- Örnigt vatten (30)
- Örnigt vatten (31)



Bilaga 6b.

Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav, del 3;
Rening av dagvatten- exempel på åtgärder och kostnadsberäkningar



Befintliga reningsanläggningar, Årstavikens tillrinningsområde.



Situationsplan, norra delen av Årstavikens tillrinningsområde (Å4, Å5) med de viktigaste utsläppspunkterna markerade.



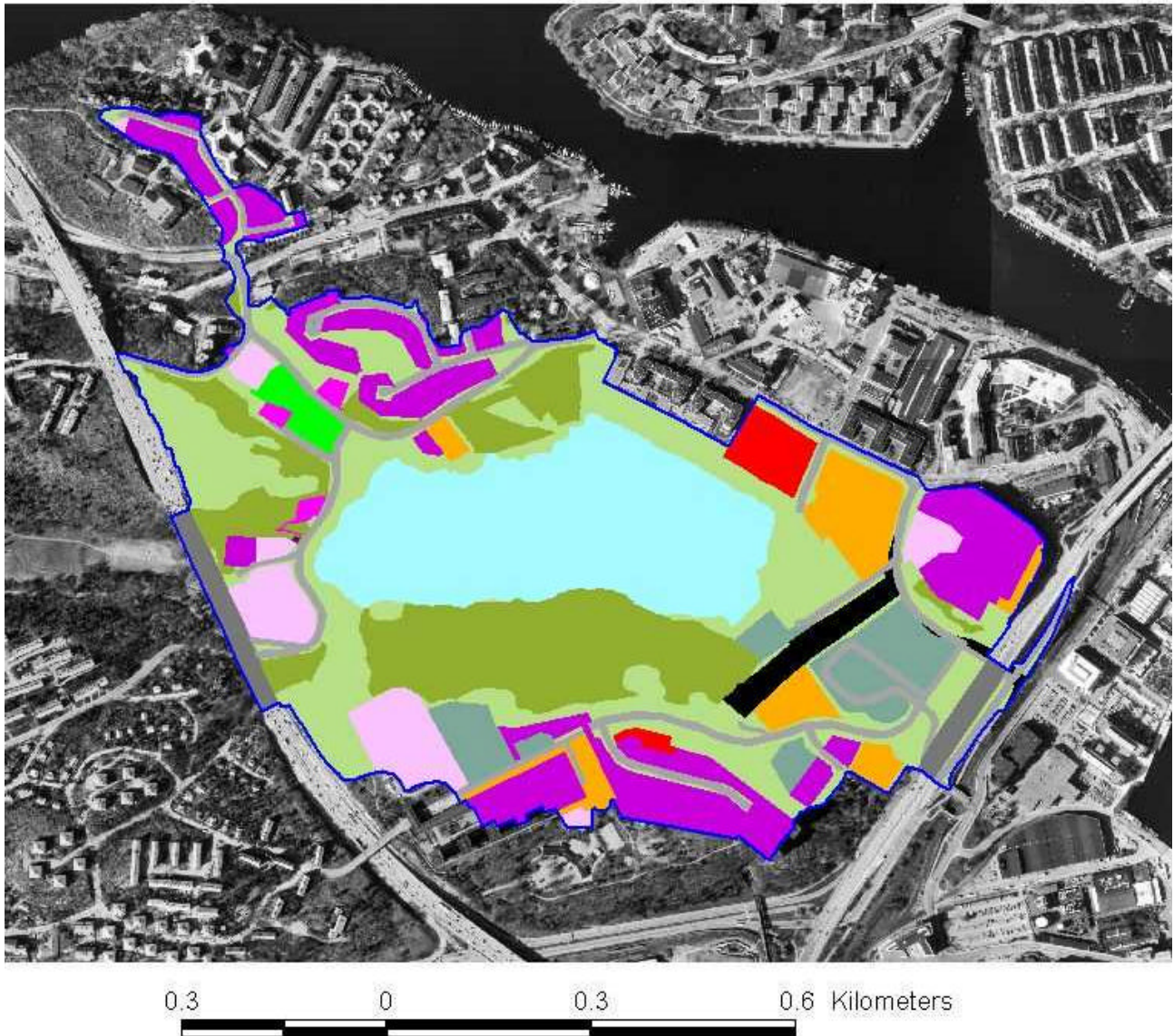
Situationsplan, södra delen av Årstavikens tillrinningsområde (Å1-Å3) med utsläppspunkter markerade.

Bilaga 7a-d

Trekanten, tillrinningsområde och situationsplaner

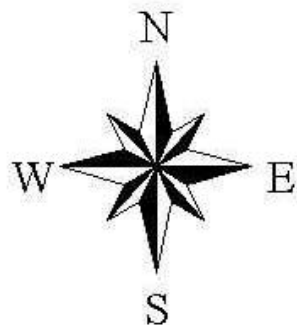
Bilaga 7a.

Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav, del 3;
 Rening av dagvatten- exempel på åtgärder och kostnadsberäkningar



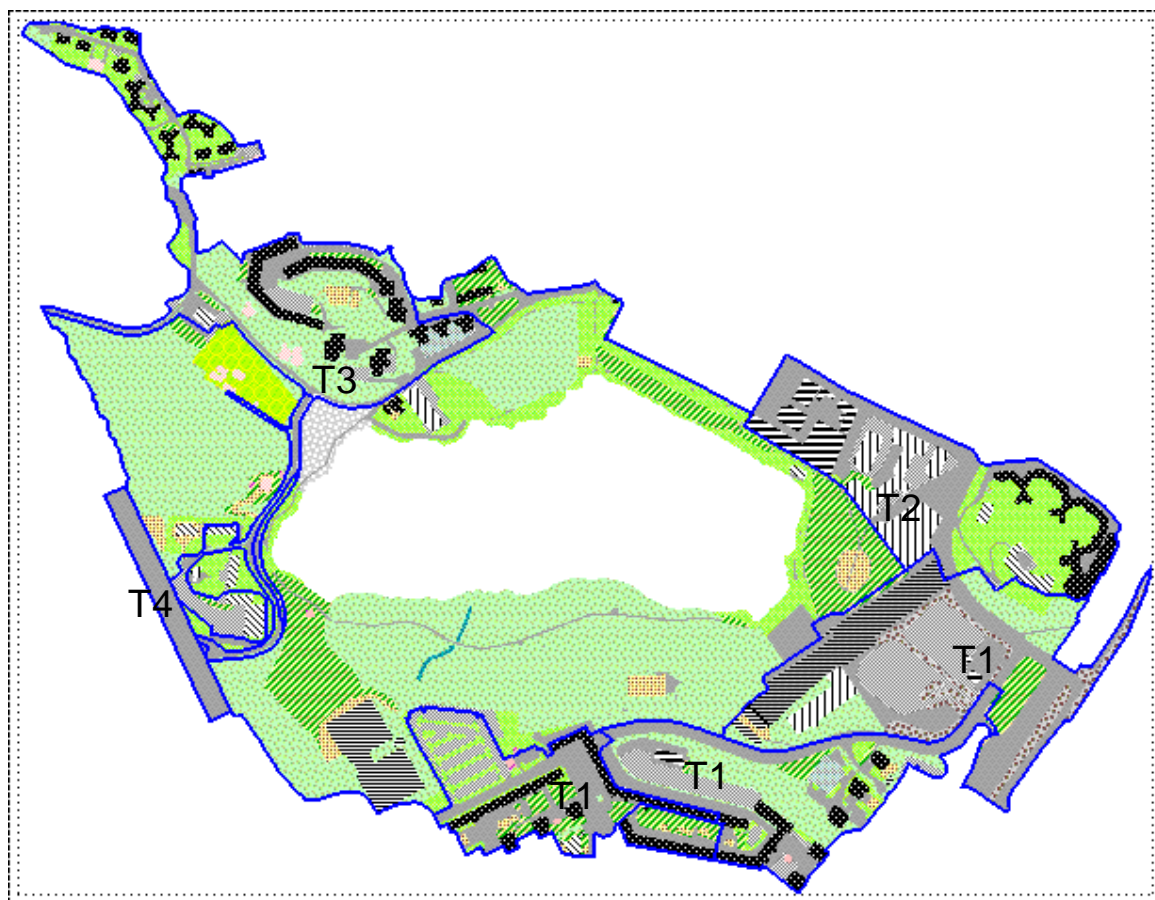
Trekanten 010329

- Trekantens skilje
- Trekants skilje
- Övrigt vatten (10)
- Sjöyta (11)
- Vatten drag (12)
- Vätmärk (16)
- Väg < 20 000 (21)
- Parkering (22)
- Väg > 20 000 (23)
- Spår väg (25)
- Övrig bebyggelse (30)
- Miljöteknisk utrustning (31)
- Arbetsplats/Service (33)
- Specialskilje (34)
- Flerfamilj (35)
- Enfamilj (36)
- Fritids/lokalisationsområde (37)
- Övrigt skilje (38)
- Kyrkogård (41)
- Odlat mark/odlingslotter (43)
- Övrig öppen mark (46)
- Skogsmark (51)



Bilaga 7b.

Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav, del 3;
Rening av dagvatten- exempel på åtgärder och kostnadsberäkningar



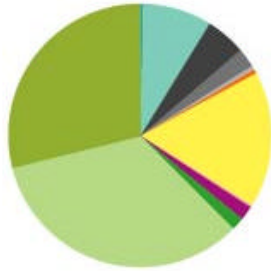
Trekanten, dellirrinningsområden T1-T4

Bilaga 8a-b

Laduviken, tillrinningsområde och situationsplaner

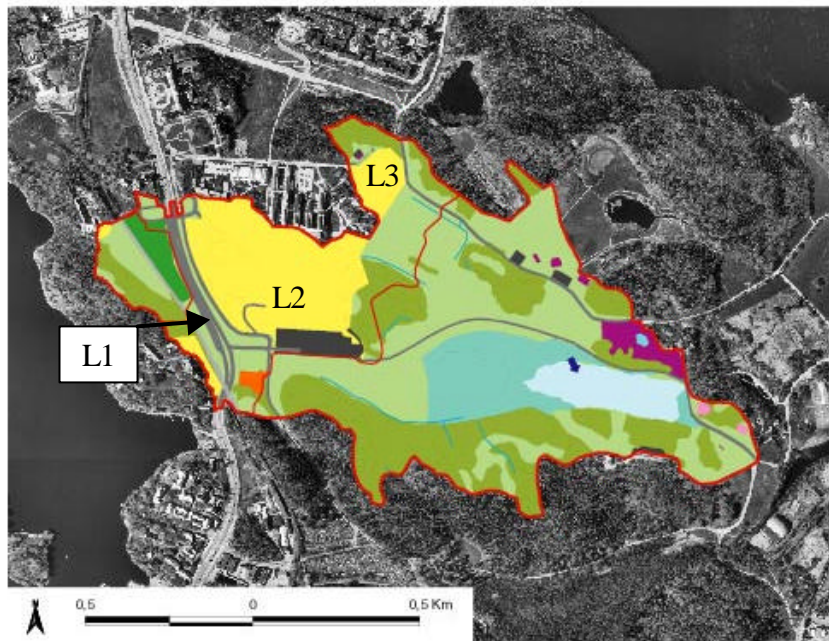
Markanvändningskartering Laduviken

Markanvändningens fördelning inom huvudtillrinningsområdet



Teckenförklaring

Tillrinning	Markanvändning
<ul style="list-style-type: none"> Huvudtillrinningsområde Deltillrinningsområde Dagvattenutlopp, diam. 300 - 600 mm Dagvattenutlopp, diam. >600 mm Bräddutlopp, diam. 300 - 600 mm Bräddutlopp, diam. >600 mm Sjöyta 	<ul style="list-style-type: none"> Vatten Vattendrag (<1%) Våtmark (9%) Övrigt vatten (<1%) Kommunikation Väg (5%) Parkering (2%) Spårväg (1%) Bebyggelse Miljö påverkande mark (<1%) Arbetsplats/service (<1%) Specialenhet (17%) Flerfamiljsstughet (0%) Enfamiljestughet (<1%) Fritidsbostad (0%) Djurhållning (0%) Övrig bebyggelse (2%) Öppen mark Hyckogård (0%) Odlad mark (2%) Öppen genomsläpplig mark (33%) Skogsmark (29%)



VEKLIP, ett utvecklat dike

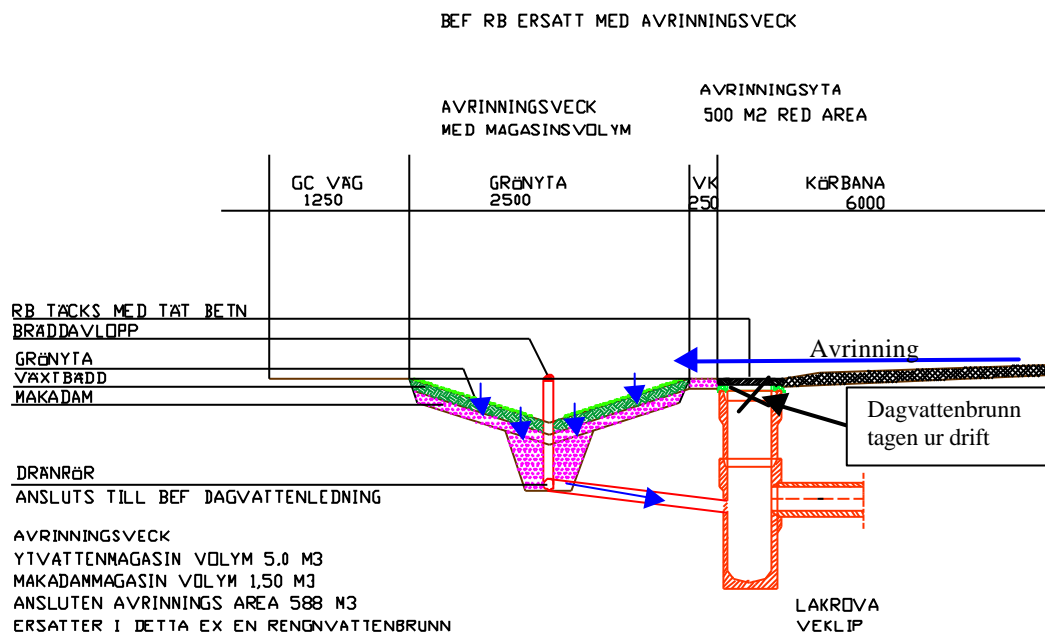
Rening av vägdagvatten sker genom att dagvattnet som leds till diket perkolerar genom en växtbädd ner till en dräneringsledning som leder vattnet vidare till befintligt ledningssystem. Avskiljningen av föroreningar sker dels på den vegetationsklädda ytan i diket, dels i underliggande jordlager. VEKLIP ("ett vegetationsklätt dräneringsstråk") är ett belönat förslag inlämnat av Lars Kronqvist till en tekniktävling avseende rening av dagvatten.

Tävlingen utlystes i oktober 1999 av Stockholms stad genom kansliet för Stockholms lokala investeringsprogram (LIP), Malmö stad, Örebro kommun och Västerås stad.

En applikation av VEKLIP har av Stockholm Vatten anlagts hösten 2001 vid Magelungsvägen i södra Stockholm. Diket är ca 30 m långt och mottar dagvatten från ca 700 m² vägyta. Utgående vatten släpps till sjön Magelungen via befintligt ledningssystem.

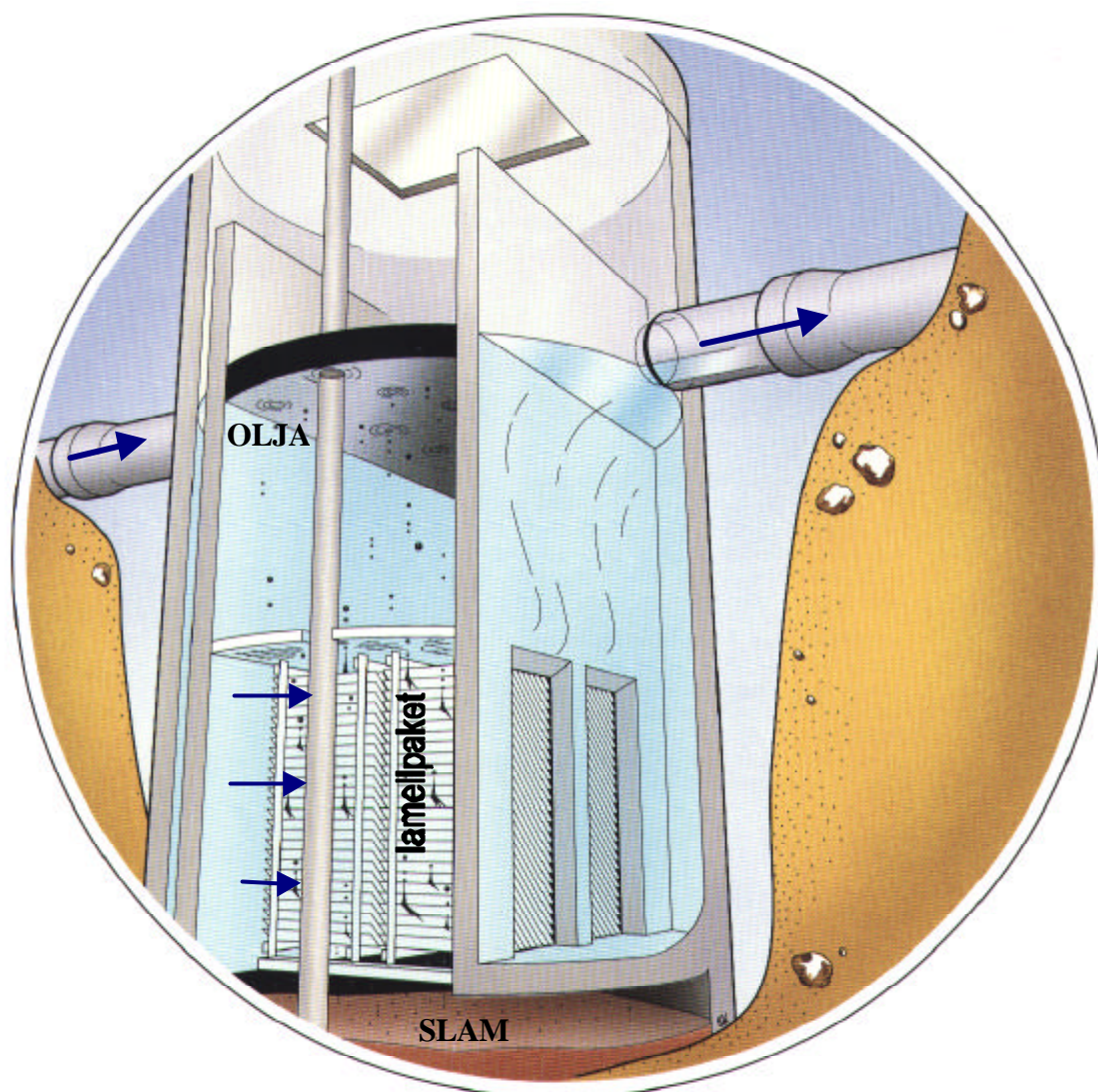
Utvärdering av anläggningen beräknas vara klar 2003. Projektet finansieras med medel från det lokala investeringsprogrammet genom LIP-kansliet i Stockholm.

Bearbetad principskiss (tvärsnitt från kortsida) från Lars Kronqvist (LAKROVA)



Bilaga 10.

Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav, del 3;
Rening av dagvatten- exempel på åtgärder och kostnadsberäkningar



Lamellavskiljare, principskiss