

## Dagvattenklassificering

<a href="#">Dagvattenklassificering</a> hela rapporten inkl alla bilagor	pdf-dokument,	4930 kB
<a href="#">Dagvattenklassificering</a> hela rapporten exkl bilaga 1 (Dagvattenundersökningen, som kan laddas ned separat i delar. Se nedan.	pdf-dokument,	634 kB

Nedan kan undersökningen laddas ned i delar:

<a href="#">Dagvattenundersökning utan bilagor</a>	pdf-dokument,	419 kB
<a href="#">Bilaga 1</a> Nybohov 1-3, Essingeleden.	pdf-dokument,	433 kB
<a href="#">Bilaga 2</a> Norra Länken	pdf-dokument,	418 kB
<a href="#">Bilaga 3</a> Bergslagsvägen ("Rännsten" och "Dike")	pdf-dokument,	642 kB
<a href="#">Bilaga 4</a> Tegelbacken	pdf-dokument,	301 kB
<a href="#">Bilaga 5</a> Norr Mälarstrand	pdf-dokument,	297 kB
<a href="#">Bilaga 6</a> Älvsjövägen	pdf-dokument,	312 kB
<a href="#">Bilaga 7a och 7b</a> Farsta	pdf-dokument,	942 kB
<a href="#">Bilaga 8</a> P-plats Rågsved	pdf-dokument,	235 kB
<a href="#">Bilaga 9</a> P-plats Pripps (terminalområde)	pdf-dokument,	286 kB
<a href="#">Bilaga 10</a> Bastugatan	pdf-dokument,	307 kB
<a href="#">Bilaga 11</a> Sätra	pdf-dokument,	310 kB
<a href="#">Bilaga 12</a> Metodförteckning	pdf-dokument,	66 kB

Senaste ändring: **2001-04-22**

SAMMANFATTNING.....	2
BAKGRUND .....	6
RECIPIENTER OCH DAGVATTEN.....	6
STADENS BESLUT .....	7
<i>Övergripande miljöfrågor</i> .....	7
<i>Dagvattenhantering - gemensam strategi</i> .....	7
PROJEKTGRUPPEN ”RENINGSKRAV” .....	8
<i>Avgränsningar</i> .....	8
METODIK .....	9
DEFINITION AV DAGVATTEN.....	10
DAGVATTENHANTERING I STOCKHOLM.....	10
KÄLLOR TILL FÖRORENINGAR, SPRIDNING.....	11
PÅVERKAN.....	12
DAGVATTENUNDERSÖKNINGAR, MARKANVÄNDNINGSSINDELNING .....	14
MARKANVÄNDNINGSSINDELNING.....	16
FÖRORENINGSHALTER .....	17
DAGVATTENKLASSIFICERING, RIKTVÄRDEN .....	22
DAGVATTENKLASSNING FÖR STOCKHOLM.....	23
MILJÖFÖRVALTNINGENS RIKTLINJER FÖR RENING AV DAGVATTEN .....	24
APPLICERING AV DAGVATTENKLASSNINGEN PÅ OLIKA MARKANVÄNDNINGSSOMRÅDEN .....	24
ALLMÄNNA RIKTLINJER FÖR BEHANDLING AV DAGVATTEN.....	26
DISKUSSION.....	27
KÄLLFÖRTECKNING .....	29
ORD- OCH BEGREPPSFÖRKLARINGAR .....	30

#### Bilagor

1. Dagvattenundersökningar i Stockholm 1992-2000
2. Fosforbelastning i recipienter
3. Karta: ”Stenstaden” och Gamla stan.
4. Bedömning av miljö kvalitet enligt Naturvårdsverket
5. Duplicerade områden i Stockholm

## Sammanfattning

Inom ramen för att ta fram en strategi för dagvattenhantering i Stockholm har projektgruppen ”Reningskrav” i uppdrag att klassificera recipienter och dagvatten samt ange riktlinjer för rening av dagvatten. I uppdraget ingår också att ange åtgärdsbehov för respektive recipient utifrån dess känslighet/tillstånd samt att göra en kostnadsbedömning av detta.

I denna delrapport har dagvatten klassificerats utifrån sitt innehåll av föroreningar (låga – höga halter). En bedömning av föroreningshalterna från olika typer av markanvändningsområden har också gjorts. Utifrån klassningen av olika markanvändningsområden har ”*Allmänna riktlinjer för behandling av dagvatten*” utarbetats, framför allt med avseende på trafikdagvatten (se vidare sid. 26).

Som underlag för de bedömningar som gjorts avseende föroreningsgrad och eventuell påverkan på recipienterna har använts de dagvattenundersökningar som genomförts i Stockholm under 1990-talet (se bilaga 1), Naturvårdsverkets ”Bedömningsgrunder för miljö kvalitet- Sjöar och vattendrag” samt mätningar avseende metaller och näringsämnen i Stockholms recipienter. I viss mån har även data från litteraturstudier avseende halter i dagvatten använts men tyngdpunkten ligger på Stockholmsdata för att i möjligaste mån relatera klassningen till stadens miljö. Beträffande valet av Naturvårdsverkets klassning som utgångspunkt för klassningen, se avsnittet ”Metodik”.

Det är viktigt att påpeka att klassificeringen av dagvatten i Stockholm inte kan ge en fullständig bild av hur förorenat/miljöpåverkande ett dagvatten är. Dagvattnets innehåll av föroreningar varierar kraftigt mellan olika markanvändningsområden och stora årstidsvariationer förekommer. Undersökningar av dagvatten kan inte genomföras på ett standardiserat vis beroende på en mängd olika faktorer som klimatfaktorer (vind, nederbörd etc.), olika provtagningsmetoder och verksamhet inom eller intill provtagningspunkterna.

De ämnen som studerats är de som vanligen förekommer i dagvattenundersökningar :

- Tungmetaller (bly, koppar, zink, kadmium, krom, nickel och kvicksilver)
- Polyaromatiska kolväten (PAH)
- Näringsämnen: Fosfor (P) och kväve (N)
- Olja
- Suspenderat material (SS)

Utöver de studerade ämnesklasserna finns naturligtvis en mängd olika ämnen i dagvatten med varierende grad av miljöpåverkan. I bilagan med bakgrundsmaterial (*Dagvattenundersökningar i Stockholm 1992-200*) finns analyser av andra ämnen som t.ex. PCB och Dioxiner redovisade. Man kan förmoda att många av de ämnen som förekommer i samhället också kan förekomma i dagvatten. Det finns alltså en potentiell risk även med dagvatten från exempelvis villaområden som i denna rapport klassas som minst förorenat.

Den enskilt största källan till föroreningar i dagvattnet i Stockholm är trafiken som inte enbart står för en direkt tillförsel utan även diffusa utsläpp som i form av atmosfäriskt nedfall (våt och torrdeposition) sprids över större områden inom staden och dess omgivning. Detta gäller generellt för de studerade ämnena. För enskilda ämnen kan andra källor vara dominerande. *Att trafiken är den största föroreningskällan är inte detsamma som att större trafikleder alltid är den största föroreningskällan för en enskild recipient. Hänsyn måste alltid tas till hur stor den årliga belastningen är från olika delområden inom ett tillrinningsområde.* Bostadsområden med lokalgator kan i vissa fall belasta en recipient mer än en kortare motorvägssträcka. Detta gäller framför allt för koppar, zink och kadmium i bostadsområden med stora taktytor av koppar och galvaniserad plåt.

De koncentrationer av ämnen i dagvatten som används i rapporten är ofta uppmätta över ett helt nederbördstillfälle. Den s.k. "first flush"- effekten ger med stor sannolikhet betydligt högre koncentrationer i inledningen av ett nederbördstillfälle. I ett mindre vattendrag eller i en våtmark kan troligtvis, under en kortare tidsperiod, mycket höga nivåer (eventuellt med toxiska effekter) av vissa ämnen uppnås i delar av recipienten.

Utöver den kontinuerliga miljöpåverkan som dagvattnet genom sitt föroreningsinnehåll ger upphov till måste även "katastrofscenariot" beaktas. Trafikolyckor, bränder etc. kan ge upphov till stora akuta utsläpp som kan få stora konsekvenser för friluftslivet och växt- och djurlivet i framför allt små recipienter som vattendrag, våtmarker och mindre sjöar.

Föroreningarna i dagvattnet påverkar miljön och möjligheten till ett rikt friluftsliv på en mängd olika sätt, både på lång och kort sikt. En ständig tillförsel av tungmetaller, näringsämnen och organiska miljögifter som PAH är i längden inte ett uthålligt alternativ. Utöver den direkta påverkan vid utsläppet sker en ackumulation i recipientens bottensediment. Mellan vattenmassan och sedimentet kan sedan ett utbyte ske av dessa föroreningar genom biologisk aktivitet och/eller kemiska processer.

Arbetet har resulterat i en indelning av dagvatten i tre klasser som kopplats till olika markanvändningsområden. Se följande två tabeller samt kommentarer.

## Indelning av dagvatten i olika klasser, 1-3.

Ämne (Totalhalt)	En- het	Låga halter (1)	Måttliga halter (2)	Höga halter (3)
SS	mg/l	<50	50-175	>175
N (kväve)	mg/l	<1,25	1,25-5,0	>5,0
P (fosfor)	mg/l	(<0,1)	(0,1-0,2)	(>0,2)
Pb	µg/l	<3	3-15	>15
Cd	µg/l	<0,3	0,3-1,5	>1,5
Hg	µg/l	(<0,04)	(0,04-0,2)	(>0,2)
Cu	µg/l	<9	9-45	>45
Zn	µg/l	<60	60-300	>300
Ni <sup>a</sup>	µg/l	<45	45-225	>225
Cr	µg/l	<15	15-75	>75
Olja	mg/l	<0,5	0,5-1,0	>1,0
PAH <sup>b</sup>	µg/l	<1	1-2	>2

<sup>a</sup> : Dagvatten från samtliga undersökningar har medianhalter <45 µg/l.

<sup>b</sup> : I dagvatten analyseras mellan 16 och 22 föreningar (i reningsverksslam endast 6 ). I denna rapport har de 15 föreningar valts som är gemensamma för samtliga undersökningar.

## Kommentar till tabell ovan.

- SS (suspenderat material): Angivna värden enligt undersökningsresultat för olika markanvändningsområden.
- Kväve (N): Värden enligt Naturvårdsverkets klassning av tillstånd<sup>1</sup>.
- Pb: Värden enligt Naturvårdsverkets klassning av tillstånd<sup>1</sup>. Hårt satta gränser, inga undersökta områden har dagvatten med låga halter.
- Tot-P: Högre värden än Naturvårdsverkets klassning<sup>11</sup> på grund av den allmänt förhöjda halter i Stockholm. *Vilka halter som kan tolereras är i hög grad recipientberoende, se bilaga 2 .*
- Cd : Värden enligt Naturvårdsverkets klassning av tillstånd<sup>1</sup>. Gränsen mellan låga och måttliga halter kan vara något för lågt satt på grund av allmänt förhöjda halter p.g.a. atmosfärisk deposition. Bedöms som rimligt med tanke på kadmiums höga giftighet.
- Hg: Mycket osäkra gränser {5}. Naturvårdsverkets bedömning görs på halter i fiskkött. I de undersökningar där kvicksilver analyserats understiger oftast värdet analysmetodens detektionsgräns (<0,1 alt. <0,2 µg/l ). Högre enstaka värden har uppmätts i prover från vägar och trafikleder.
- Cu : Värden enligt Naturvårdsverkets klassning av tillstånd<sup>1</sup>. Hårt satta gränser, inga undersökta områden har dagvatten med låga halter.
- Zn, Ni och Cr : Värden enligt Naturvårdsverkets klassning av tillstånd<sup>1</sup>.
- Olja: Osäkra gränser {5}. Angivna värden enligt undersökningsresultat för olika markanvändningsområden.
- PAH: Osäkra gränser {5}. Angivna värden enligt undersökningsresultat för olika markanvändningsområden.

<sup>1</sup> Låga halter i tabellen motsvarar klass 1-3, måttliga halter klass 4, höga halter klass 5.

Klassning av markanvändningsområden utifrån föroreningshalter i dagvatten. Klassningen gäller generellt för alla föroreningar där inte ämne inom parentes anges. För vissa ämnen (ex. bly och koppar) visar de undersökningar som ligger till grund för nedanstående indelning att få områden kan förmodas ha dagvatten med låga halter enligt tab. på föregående sida, klassningen nedan skall därför ses som en kompromiss mellan de gränser som satts i tab. på föregående sida och behovet av en glidande skala för att kunna göra prioriteringar mellan olika markanvändningsområden.

Markanvändning		Föroreningshalter
Huvudgrupp	Undergrupp	Klassning (halter)
Vägar/Trafikleder	Lokalgator: < 8000 fordon/dygn <sup>a</sup> Vägar med 8000-15 000 fordon/dygn Vägar med 15000-30 000 fordon/dygn Trafikleder med >30 000 fordon/dygn Vägtunnlar	Låga Låga- Måttliga Måttliga- Höga Höga Höga
Parkeringsplatser	Terminalområden Större centumparkeringar Övriga parkeringsytor	Måttliga- Höga Måttliga Låga- Måttliga
Bostadsområde i innerstadsområde <sup>b</sup> med flerfamiljsfastigheter (inklusive lokalgator)	Tillägg för takbeklädnader : Koppark Plåttak	Måttliga Måttliga- Höga (Cu) Måttliga- Höga(Zn,Cd)
Bostadsområde i ytterstadsområde <sup>b</sup> med flerfamiljsfastigheter (inklusive lokalgator)	Tillägg för takbeklädnader : Koppark Plåttak	Låga- Måttliga Måttliga- Höga (Cu) Måttliga- Höga(Zn,Cd)
Bostadsområde i ytterstadsområde med enfamiljsfastigheter (inklusive lokalgator)		Låga
Arbetsplats/service (Affärscentra , kontor, offentliga inrättningar som skolor och sjukhus )	Tillägg för takbeklädnader : Koppark Plåttak	Låga- Måttliga Måttliga- Höga (Cu) Måttliga- Höga(Zn,Cd)
Industrifastigheter/ miljöpåverkande fastighet		Ej klassningsbart utan kunskap om verksamheten.
Koloniområden <sup>c</sup> , djurhållning		Måttliga- Höga (Tot-N, Tot-P)
Öppen mark ( exempelvis parker, kyrkogårdar)		Måttliga (Tot-N, Tot-P)

<sup>a</sup> : Ingår i bostadsområden, vedertagen gräns för när en gata anses ha en låg trafikmängd.

<sup>b</sup> : Innerstadsområde definieras som "stenstaden" och Gamla stan innanför tullarna enligt översiktsplanen 1999 (se bilagd karta,3). Med undantag för delar av city och Södermalm är ledningssystemet till stor del kombinerat.

<sup>c</sup> : Med eller utan bebyggelse

Kommentar till tabell ovan :

- Vägtunnlar : Avser framför allt spolvatten. Spolvattnet från rengöring av vägtunnlar kan innehålla mycket höga halter av tungmetaller, olja och PAH { 11 }.
- Parkeringsplatser : Gränsen mellan terminalområden och industrifastigheter/miljöpåverkande fastighet är flytande och kan vara svår att definiera. Med "Övriga parkeringar" avses parkeringsplatser med mindre omsättning, exempelvis boendeparkeringar.
- Arbetsplats/service (Specialenheter) : Inga undersökningar är gjorda i Stockholm som specifikt avser dessa markanvändningsområden. Klassningen får ses som ett antagande.
- Öppen mark : Svårt att klassificera. Stor variation beroende på terrängförhållanden, gödsling samt, om ytorna är nyanlagda, anläggningsjordens beskaffenhet. Avrinningskoefficienten ( andelen vatten som kan nå dagvattensystemen) är, generellt sett, låg jämfört med övriga områden med en stor andel hårdgjorda ytor. Data från andra undersökningar { 12 } visar att innehållet av näringsämnen i dagvatten från parker och golfbanor kan vara stort.

## Bakgrund

### Recipienter och dagvatten

Stockholms stad består av 187 km<sup>2</sup> land och 28 km<sup>2</sup> vatten {1}. Drygt hälften av landytan (110 km<sup>2</sup>) är bebyggd. I staden bor idag ca 750 000 människor. Stockholm 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 i Stockholm har naturligtvis detta stor betydelse och för stadens invånare har Mälaren, Saltsjön och stadens sjöar och vattendrag med omgivning ett högt rekreativt värde.

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 vattnets 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. Trafiken är den största enskilda föroreningskällan men även andra enskilda källor (t.ex. takmaterial av koppar och zink) kan bidra med stora mängder föroreningar. 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 bottnarna. Trots att föroreningsbelastningen har minskat finns det sjöar vars tillstånd inte har förbättrats nämnvärt, framför allt beroende på fosforläckage från bottnarna. 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 miljöpolicyn 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

*Bestämna 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 (denna delrapport)
- Riktlinjer för rening av dagvatten
- Åtgärdsbehov utifrån varje recipients känslighet/tillstånd samt kostnadsbedömning

I projektgruppen ingår/har ingått följande personer

Johan Ekvall	Stockholm Vatten AB (delprojektledare f.o.m. december 1998)
Monika Strand	Stockholm Vatten AB (delprojektledare 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

## Metodik

Som underlag för de bedömningar som gjorts avseende föroreningsgrad och förmodade effekter på recipienterna har använts de dagvattenundersökningar som genomförts i Stockholm under 1990-talet (se bilaga 1) och Naturvårdsverkets ”Bedömningsgrunder för miljö kvalitet- Sjöar och vattendrag” {2}.

I viss mån har även data från litteraturstudier avseende halter i dagvatten använts men då många undersökningar från 1970- och 1980-talet troligen börjar bli inaktuella (t.ex. var blyanvändningen i bensin i stadigt avtagande under 1980-talet för att helt upphöra från och med 1995) har tyngdpunkten i referensmaterialet lagts på data från Stockholm under 1990-talet för att i möjligaste mån relatera klassningen till stadens miljö.

De ämnen som huvudsakligen har studerats är de som vanligen förekommer i dagvattenundersökningar :

- Tungmetaller (bly, koppar, zink, kadmium, krom och nickel)
- Polyaromatiska kolväten (PAH)
- Näringsämnen (fosfor, kväve)
- Olja (opolära alifatiska kolväten)
- Suspenderat material

I Naturvårdsverkets ”Bedömningsgrunder för miljö kvalitet- Sjöar och vattendrag” finns bakgrundsvärden samt tillståndsklasser angivna för tungmetaller och näringsämnen vilka i rapporten använts för klassificeringen av dagvatten avseende dessa ämnen. Vad gäller olja och PAH har halterna i dagvatten jämförts inbördes mellan olika undersökningar och är alltså endast en relativ klassning utan hänsyn taget till befarade miljöeffekter. I bilagan med bakgrundsmaterial (*Dagvattenundersökningar i Stockholm 1992-2000*) finns analyser av andra ämnen som t.ex. PCB och Dioxiner redovisade.

*Det är viktigt att påpeka att Naturvårdsverkets klassning gäller sjöar och vattendrag och inte behandlar dagvatten. I recipienten sker naturligtvis en utspädning vilket skulle kunna motivera en allmän höjning av de gränsvärden som klassningen bygger på. Motiven till att ändå välja Naturvårdsverkets klassning som en utgångspunkt är följande:*

- Klassningen baseras på ett stort antal undersökningar.
- Försiktighetsprincipen bör tillämpas då många recipienter i Stockholm redan är kraftigt påverkade av utsläpp.
- Ingen liknade klassning avseende enbart dagvatten finns tillgänglig.
- Den s.k. ”first flush”- effekten ger vid ett nederbördstillfälle initialt mycket höga halter av föroreningar vilket kan ha toxiska effekter, framför allt i mindre recipienter.

Den anpassade klassningen för Stockholm har gjorts praktiskt hanterbar genom att klass 1 motsvarar klass 1-3 (mycket låga halter-måttligt höga halter) i Naturvårdsverkets klassning.

Naturvårdsverkets bedömning av miljö kvaliteten sker på två sätt, dels genom en bedömning av tillståndet (redovisar ekosystemets kemiska eller biologiska status), dels genom en bedömning av avvikelse från jämförvärde<sup>2</sup> (svarar på frågan vad som är mänsklig påverkan). Båda dessa metoder har utnyttjats för att få en uppfattning om miljöpåverkan respektive mänsklig påverkansgrad. För en mer detaljerad beskrivning av bedömningssätten , se bilaga 4 (utdrag ur Naturvårdsverkets rapport).

---

<sup>2</sup> I detta arbete lika med bakgrundsvärden enligt Naturvårdsverket för sjöar och mindre vattendrag i södra Sverige.

## Definition av dagvatten

Inom dagvattenstrategiarbetet i Stockholm har följande definition antagits:

*”Dagvatten är ytavrinnande regn-, spol- och smältvatten som rinner på hårdgjorda ytor, eller på genomsläpplig mark via diken eller ledningar till recipienter ( sjöar<sup>3</sup> och vattendrag) eller reningsverk”.*

## Dagvattenhantering i Stockholm

Rening av dagvatten kan ske med t.ex. avsättningsmagasin, lamelloljeavskiljare, dammar och Dunkersanläggningar. Det finns i dagsläget få speciella reningsanläggningar i Stockholm för dagvatten (för närmare upplysningar, se rapporten ”Befintliga anläggningar” inom dagvattenstrategiarbetet). Inkluderas det dagvatten som tillsammans med spillvatten förs till reningsverk (se nedan) kan också reningsverken betraktas som fullvärdiga reningsanläggningar för dagvatten. Används denna definition kan ca hälften av dagvattnet i Stockholm anses genomgå höggradig rening. Alla de rännstensbrunnar med sandfång som finns innebär också en avskiljning av framför allt större partiklar. I vilken grad sandfången reducerar föroreningsinnehållet i dagvatten är för närvarande inte utrett.

Den bebyggda ytan i Stockholm uppgår till 110 km<sup>2</sup> (totala landarealen är 187 km<sup>2</sup>) varav ca 30 km<sup>2</sup> (27%) består av hårdgjorda ytor vars vatten avleds som dagvatten, antingen i ett kombinerat ledningssystem med spillvatten till reningsverk eller i dagvattenledningar till någon recipient i områden med duplikatsystem (spill- och dagvatten leds i olika ledningar). Av den hårdgjorda ytan i Stockholm finns ca 60 % i områden med duplikatsystem {1}.

Områden där dagvattnet leds till reningsverk i ett kombinerat ledningssystem finns framför allt i Stockholms innerstad, Bromma –Vällingby samt stora delar av Söderort ( se bilagd karta, 5).

Den genomsnittliga årsnederbörden i Stockholm är 550 mm. Normalt sett kommer de största nederbörds mängderna (ca 25 % av årsnederbörden) under juli-augusti Efter avdunstning återstår 450 mm som avrinner som dagvatten från hårdgjorda ytor. En viss avrinning till ledningsnätet sker också från mjuka ytor inom bebyggda områden samt park och grönområden. Avrinningen från dessa ytor uppskattas till ca 230 mm{1}.

Totalt avrinner ca 13 miljoner m<sup>3</sup> dagvatten från stadens hårdgjorda ytor varav ca 6 miljoner m<sup>3</sup> leds till reningsverk. Av de ca 7 miljoner m<sup>3</sup> dagvatten som leds direkt till sjöar och vattendrag kommer ca 10 % från vägar med en trafikintensitet med >20 000 fordon/dygn {1}( 20000 fordon/dygn är en gräns satt av Miljöförvaltningen , se vidare sid. 24).

Totalt passerar under ett år ca 130-160 miljoner m<sup>3</sup> avloppsvatten genom reningsverken {1}. Den totala mängden dagvatten från hårdgjorda ytor utgör endast ca 4 % av denna volym men har, trots detta, en stor betydelse för tillförseln av t.ex. vissa metaller till reningsverken.

---

<sup>3</sup> I ”sjöar” ingår även Östersjön.

## Källor till föroreningar, spridning

Inom dagvattenstrategiarbetet har källor till metallutsläpp kartlagts ("Källor till föroreningar i dagvatten i Stockholms stad- del 1, Metaller"<sup>3</sup>). Stockholm är en betydande källa till metaller i den akvatiska miljön. Årligen släpps stora mängder ut till sjöar och vattendrag via dagvattnet. Även det i reningsverken producerade slammet förorenas, trots att dagvatten endast utgör ca 4% av den totala mängden vatten som passerar verken. Av tungmetallerna i slammet från Henrikdals reningsverk kan ca 20 % beräknas komma från dagvatten.

I en kommande rapport inom dagvattenstrategiarbetet, "Källor till föroreningar i dagvatten i Stockholm stad del 2" (beräknas vara färdigställd våren 2001), redovisas källorna till organiska miljögifter, näringsämnen och bakterier och virus.

Den enskilt största källan till föroreningar i dagvattnet i Stockholm är utan tvekan trafiken som inte enbart står för en direkt tillförsel utan även diffusa utsläpp som i form av atmosfäriskt nedfall (våt och torrdeposition) sprids över större områden inom staden och dess omgivning. Detta gäller generellt för de studerade ämnena. För enskilda ämnen kan andra källor vara dominerande.

Tabell 1. Huvudsakliga källor för de studerade parametrarna.

	Trafik *	Byggnadsmaterial (tak)	Långväga atmosfäriskt nedfall	Odling, markläckage
<b>Bly</b>	X			
<b>Kadmium</b>	X	X	X	
<b>Koppar</b>	X	X		
<b>Krom</b>	X		X	
<b>Nickel</b>	X			
<b>Zink</b>	X	X		
<b>PAH</b>	X			
<b>Fosfor</b>	X			X
<b>Kväve</b>	X		X	X
<b>Olja</b>	X			
<b>Suspenderat material</b>	X			

\* Inklusive parkeringsplatser, terminalområden och till omgivningen lufttransporterade föroreningar.

Källan "Trafik" kan delas in i undergrupper som bidrar med framför allt vissa ämnen:

- Vägbanan (suspenderat material (SS), metaller<sup>4</sup>)
- Vägsalt (metaller<sup>4</sup>)
- Halkbekämpningssand (suspenderat material, metaller<sup>3</sup>)
- Däck (PAH, zink)
- Kaross (nickel, krom, zink)
- Bromsbelägg (bly, koppar, zink)
- Balansvikter på däck (bly)
- Motor/förbränning (PAH, olja)

Varför trafiken står för stora fosforutsläpp är ännu inte utrett. Möjligen kan materialet i vägbeläggningar vara en del av förklaringen.

<sup>4</sup> Metaller förekommer naturligt i varierande mängd i de mineral som ingår i stenmaterialet (ballasten) som utgör vägens slitbana, vägsaltet (uteslutande natriumklorid, NaCl) och halkbekämpningssanden.

*Att trafiken är den största föroreningskällan är inte detsamma som att större trafikleder alltid är den största föroreningskällan för en enskild recipient. Hänsyn måste alltid tas till hur stor den årliga belastningen är från olika delområden inom ett tillrinningsområde. Bostadsområden med lokalgator kan i vissa fall belasta en recipient mer än en kortare motorvägssträcka. Detta gäller framför allt för koppar och zink i bostadsområden med stora takytor av koppar och galvaniserad plåt.*

Under kategorin ”Byggnadsmaterial” är det framför allt takytor som kan ge stora bidrag av metallerna koppar och zink. Koppertak målas aldrig och är därför ständigt utsatta för korrosion. Stora utsläpp av zink kan förekomma när skyddsfärgen saknas på tak av galvaniserad plåt vilket är en vanlig takbeklädnad i framför allt Stockholms innerstad. Ytterligare zink kommer från exempelvis belysningsstolpar och räcken som ofta helt saknar skyddsfärg.

Kadmium förekommer ofta i låga halter som förorening i zink {3}. Användningen av zink i exempelvis bildäck och takbeklädnader bidrar därmed också till utsläppen av kadmium i dagvattnet.

Utöver trafikerade ytor och bostadsområden, finns ytor som kan klassas som industrimark. Dessa områden kan vara betydande utsläppskällor för alla studerade parametrar. Gränsen mellan vad som kan klassas som industrimark och trafikyta är ofta svår att definiera. Det trafikarbete som utförs av tunga fordon på större terminalområden faller under kategorin ”Trafik”, men inom dessa, och även andra områden med industriverksamhet, kan det förekomma andra utsläpp via dagvatten. Utan kännedom om vad för tillverkning/hantering som sker inom området är det svårt att bedöma föroreningar både kvalitativt och kvantitativt.

De studerade föroreningarna förekommer i dagvattnet till största delen i partikelform eller är bundna till det övriga suspenderade materialet (mestadels mineraler, bitumen etc.). Uppskattningsvis ca 75% av metallerna från trafiken och den övervägande delen av fosfor och PAH förekommer i partikelform. Den koppar och zink som emitteras från exponerade metallytor som tak och stolpar kan, till skillnad från den trafikgenererade andelen, antas förekomma uteslutande i löst form. Kväve förekommer i större andel löst form än fosfor p.g.a. de lösta fraktionerna nitrat och ammonium.

Sammanfattningsvis kan ett rimligt generellt antagande vara att med undantag av metaller som emitteras genom korrosion, och därmed transporteras bort i löst form via dagvattnet, sker den mesta föroreningstransporten i partikulär form. Transporten av föroreningar i partikelform kan ske direkt från källan till recipienten via dagvatten eller genom lufttransport/deposition direkt i recipienten. Recipienten kan också tillföras föroreningar i partikulär form indirekt genom att deposition av lufttransporterat material sker inom tillrinningsområdet varifrån föroreningarna kan nå recipienten via dagvattnet. Exakt hur fördelningen mellan indirekt och direkt tillförsel är kan vara svårt att avgöra beroende på de olika geografiska och klimatologiska förhållanden som kan förekomma. Under torrperioder då ingen borttransport via dagvatten sker kan stora mängder föroreningar i partikelform lufttransporteras till omgivningarna. Ett rimligt antagande är att den indirekta tillförseln, framför allt lokalt men även regionalt, kan vara betydande.

## Påverkan

Föroreningarna i dagvattnet påverkar miljön och möjligheten till ett rikt friluftsliv på en mängd olika sätt, både på lång och kort sikt. En ständig tillförsel av tungmetaller, näringsämnen och organiska miljögifter som PAH är i längden inte ett uthålligt alternativ. Utöver den direkta påverkan vid utsläppet sker en ackumulation i recipientens bottensediment. Mellan vattenmassan och sedimentet sker sedan ett utbyte av dessa föroreningar genom biologisk aktivitet och/eller kemiska processer.

I vilken grad miljön påverkas beror inte enbart på totalkoncentration i vattnet utan även av i vilken grad det aktuella ämnet är biotillgängligt. Metaller kan förekomma i många olika former i vatten, i löst form är biotillgängligheten som störst. För t.ex. koppar är det den fria  $\text{Cu}^{2+}$ -jonen som är den form som huvudsakligen tas upp av celler {4}. Koppar kan liksom många metaller komplexbindas till andra substanser (ligander) och bilda organiska komplex varvid biotillgängligheten påverkas. Även om den största andelen koppar förekommer som organiska komplex (låg biotillgänglighet) betyder inte detta att organismerna är skyddade, den mindre mängden fria  $\text{Cu}^{2+}$ -joner (hög biotillgänglighet) finns alltid tillgänglig för upptag av organismer {4}. När så kallad ligandmättnad inträder kan även måttliga förhöjningar av koppar leda till att koncentrationen av fria  $\text{Cu}^{2+}$ -joner ökar dramatiskt och därmed på kort sikt påverkar olika organismer.

I allmänhet påverkas inte människor, vare sig hälsomässigt eller på annat sätt, direkt av förorenat dagvatten. Indirekt påverkan är vanligare, t.ex. genom eutrofiering av en sjö vilket leder till försämrade badmöjligheter. Just vid badplatser kan även en direkt påverkan förekomma genom att badvattnets kvalitet kan vara försämrad efter ett nederbördstillfälle. En annan indirekt påverkan är den ackumulering av föroreningar som sker högre upp i näringskedjan och som inbegriper oss människor när vi konsumerar fisk och kräfter från påverkade recipienter.

Nedan följer en kort sammanfattning av de olika ämnens miljö och hälsopåverkan {5}. För en mer detaljerad redovisning hänvisas till "Källor till föroreningar i dagvatten- Metaller".

**Suspenderat material:** Suspenderat material (partiklar) kan medföra ökad grumlighet och ändrade ljusförhållanden i recipienten. Detta kan leda till ökad dödlighet bland många djurarter. Till de mindre fraktionerna av det suspenderade materialet är ofta föroreningar knutna i varierande grad.

**Totalkväve (Tot-N):** Kvävet bedöms generellt som det begränsande näringsämnet för tillväxt i hav, men kan även vara begränsande i mer eutrofa (övergödda) sjöar där en för stor tillförsel kan leda till ökad eutrofiering.

**Totalfosfor (Tot-P):** Fosfor är ofta det tillväxtbegränsande näringsämnet i sjöar och en för stor tillförsel kan leda till eutrofiering (övergödning). Se även bilaga 2 "Fosforbelastning".

**Bly (Pb):** Bly har hög giftighet mot människor och djur. Tungmetallen kan också ackumuleras i biomassa.

**Kadmium (Cd):** Kadmium är en mycket giftig metall som t.ex. kan förhindra tillväxt av vattenväxter. Den är inte essentiell (livsnödvändig).

**Koppar (Cu):** Koppar är en livsnödvändig metall som vid halter marginellt över de nödvändiga kan vara giftig för växter och djur.

**Zink (Zn):** Zink är en livsnödvändig metall som i högre halter är giftig.

**Nickel (Ni):** Nickel är en livsnödvändig metall för vissa djurarter, växter och bakterier, men kan också vara cancerogent. Den är vanligtvis inte så giftig för människan, men kan vara giftig för lägre djurgrupper och växter. Nickel har hög bioackumulering.

**Krom (Cr):** Krom är en livsnödvändigmetall, men kan även vara cancerogen. Krom kan vara giftigt för vatten- och landdjur.

**Olja:** Olja är giftigt mot akvatiskt liv och växtlighet.

**Polycykliska aromatiska kolväten (PAH):** Vissa polycykliska aromatiska kolväten kan bioackumuleras, är cancerogena och giftiga för vatten- och landdjur.

De koncentrationer av ämnen i dagvatten som används i rapporten är ofta uppmätta över ett helt nederbördstillfälle. Den s.k. ”first flush”-effekten ger med stor sannolikhet betydligt högre koncentrationer i inledningen av ett nederbördstillfälle {6}. I ett mindre vattendrag eller i en våtmark är det inte uteslutet att toxiska nivåer av vissa ämnen uppnås i delar av recipienten. Detsamma kan gälla vid snösmältning. Snö på exempelvis trafikleder kan samla upp stora mängder föroreningar som vid snösmältning leder till mycket höga föroreningskoncentrationer i dagvattnet.

Utöver den kontinuerliga miljöpåverkan som dagvattnet genom sitt föroreningsinnehåll ger upphov till måste även ”katastrofscenariot” beaktas. Trafikolyckor, bränder etc. kan ge upphov till stora akuta utsläpp som kan få stora konsekvenser för växt- och djurlivet i framför allt små recipienter som vattendrag, våtmarker och mindre sjöar. Även friluftslivet kan påverkas med minskade möjligheter till bad och fiske. Vid olyckor kan större utsläpp av kemikalier eller olja nå Mälaren och därmed utgöra ett hot mot dricksvattenförsörjningen i regionen.

Utöver de studerade ämnesklasserna finns naturligtvis en mängd olika ämnen med varierande grad av miljöpåverkan i dagvattnet. Man kan förmoda att många av de ämnen som förekommer i samhället också kan förekomma i dagvatten. Det finns alltså en potentiell risk även med dagvatten från exempelvis villaområden som i denna rapport klassas som minst förorenat.

Naturvårdverkets bedömning av tillståndet i en sjö eller vattendrag (se bilaga 4) bygger till stor del vilken effekt/påverkan som olika halter av föroreningar bedöms ha. Tungmetallhalterna (undantaget nickel och krom) i Stockholms dagvatten är ofta så pass höga att vattnet ingår i klass 5 vilket innebär bedömningen ”tydliga negativa effekter på miljö och/eller hälsa<sup>5</sup>”

## Dagvattenundersökningar, markanvändningsindelning

Som underlag för de bedömningar som gjorts avseende föroreningsgrad har använts de dagvattenundersökningar som genomförts i Stockholm under 1990-talet (se bilaga 1) samt, i viss mån, värden från litteraturstudier.

De undersökningar av dagvatten som genomförts i Stockholm under 1990-talet innefattar ca 19 olika provpunkter. Vid några punkter har provtagning skett under mer än en period.

Följande typer av tillrinningsområden (markanvändningstyper) har undersökts:

- Trafikleder med >50 000 fordon/dygn: 3 undersökningar varav 2 på samma plats.
- Hårt trafikerade vägar med 15 000-33 000 fordon /dygn: 4 undersökningar.
- Bostadsområden (huvudsakligen flerfamiljsfastigheter) med lokalgator: 5 undersökningar varav 3 inom samma område och 2 på samma plats.

<sup>5</sup> Naturvårdverkets klassning gäller sjöar och vattendrag och behandlar inte dagvatten. I recipienten sker en utspädning. Se vidare i avsnittet ”Metodik”.

- Bostadsområden (huvudsakligen enfamiljsfastigheter) med lokalgator: 2 undersökningar.
- Parkeringsplatser. 4 undersökningar varav 2 på samma plats: En av parkeringsytorna är ett terminalområde på industrimark.

Det svårt att dra generella slutsatser om olika ytors bidrag av föroreningar utifrån enstaka dagvattenundersökningar. De dagvattenundersökningar som utförts under 1990-talet i Stockholm bör dock kunna användas för att ge viss vägledning (alla data avser totalhalter, se ”Ord och begreppsförklaringar”). Nedan följer generella slutsatser som kan utläsas av provtagningsresultaten.

- Följande föroreningshalter är till största delen kopplade till trafik: Fosfor<sup>6</sup>, bly, suspenderat material (SS), olja, krom och PAH.
- Höga PAH-halter (summa ca 15 föreningar<sup>7</sup>) ger oftast förhöjda halter av Bens(a)Pyren (BaP) som är den PAH-förening som allmänt betraktas som mest cancerogen.
- Koppar- och zinkhalter ökar med ökat trafikarbete men för båda metallerna är även takbeklädnader av stor betydelse. Bostadsområden med kopparkanaler kan ge upphov till mycket höga halter koppar i dagvattnet. Zinkhalterna (även kadmium) i dagvattnet från provpunkten ”Bastugatan”, som nästan helt saknar trafik, är anmärkningsvärt höga. Tillrinningsområdet består till 50% av takytor varav en stor andel är ”målade” plåttak vilka troligen bidrar med stora metallmängder.
- Föroreningshalterna i dagvatten från trafikleder kan nå extremt höga värden i samband med snösmältning. Troligen gäller detta alla typer av områden. Orsaken är den partikelackumulation som sker i snön på vägbanan.
- En jämförelse med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för metaller i sjöar och mindre vattendrag visar att bly, koppar, zink och kadmium förekommer i höga eller mycket höga halter i dagvattnet. Med undantag för Essingeleden förekommer nickel endast i låga halter. Krom finns i måttligt höga halter i dagvatten från trafikerade vägar, i övrigt låga halter.
- Bland undersökningarna finns endast en punkt (Bastugatan) som representerar ett lågtrafikerat bostadsområde i Stockholms innerstad. Kunskapen om dagvatten från dessa delar av Stockholm måste betraktas som bristfällig<sup>8</sup>.

---

<sup>6</sup> Varför trafiken står för stora fosforutsläpp är ännu inte utrett. Möjligen kan materialet i vägbeläggningar vara en del av förklaringen.

<sup>7</sup> Se ord och begreppsförklaringar.

<sup>8</sup> Stockholms innerstad har kombinerat ledningssystem vilket försvårar provtagning av dagvatten.



## Markanvändningsindelning

I samband med att vattenprogrammet för Stockholm {7} revideras justeras uppgifterna om vilka markområden som avvattnas till varje vattendrag. Dessutom delas varje tillrinningsområden in i deltillrinningsområde, med utgångspunkt för de dagvattenutlopp som leder ut i recipienterna. All mark karteras även inom tillrinningsområdena. Arbetet beräknas vara slutfört 2001. Den indelning av marken som används i karteringen är av praktiska skäl också lämplig som underlag i klassningen av dagvatten från olika områden. En sammanställning av de olika markområden som används i karteringen finns i tabell 2 nedan.

Tabell 2. Markanvändningsindelning i karteringen av tillrinningsområden.

Huvudgrupp	Undergrupp
Kommunikation	Väg Parkering (som inte ingår i Bebyggelse) Spårväg
Bebyggelse	Industrifastighet/miljöpåverkande fastighet Arbetsplats/service Specialenhet (ex skola, idrottsanläggning) Flerfamiljsfastighet Enfamiljsfastighet Fritidsfastighet (inkl. bebyggda koloniområden) Djurhållning (ex. stall) Övrig bebyggelse
Öppen mark	Kyrkogård Odlad mark (inkl. kolonilotter) Övrig genomsläpplig mark (gräs, park, sand/grus)
Naturområde	Skogsmark

Av de markanvändningsgrupper som ingår i karteringsarbetet kan ”Naturområde” uteslutas då det mesta av nederbörden infiltreras i mark.

I karteringsarbetet sker ingen indelning av bebyggelse efter takmaterial. Koppar- och plåttak kan genom korrosion bidra med stora mängder koppar och zink (kadmium ingår som en förorening i zink, förhöjda zinkhalter medför oftast förhöjda kadmiumhalter) per ytenhet. Därför måste takmaterial specificeras<sup>9</sup> inom gruppen ”Bebyggelse” och ”Arbetsplats/service (Specialenheter)”.

Begreppen ”Väg” och ”Parkering” är alltför omfattande för att en klassificering av dagvatten från sådana ytor ska bli relevant. En lokalgata i ett villakvarter kan inte jämföras med en större trafikled, en större parkering i ett affärscentrum skiljer sig avsevärt från en mindre parkering i ett bostadsområde. Det är alltså nödvändigt att ytterligare dela in dessa markanvändningsområden efter trafikintensiteten/omsättningen. I sammanhanget är det viktigt att inte glömma bort att framförallt lokalgator oftast även fungerar som parkeringsytor. Skillnaden mellan en parkeringsyta på en lokalgata och en mindre parkeringsplats är alltså inte i realiteten så stor, möjligen kan antalet bilreparationer och andelen ”skrotbilar” vara högre på en parkeringsplats. Det medför i sin tur att risken för utsläpp av exempelvis olja ökar.

<sup>9</sup> Kopparkäten i Stockholm kartlades med digitala flygbilder 1997. (ref :IVL-rapport B1278)

För att underlätta klassningen av dagvatten är det lämpligt att låta mindre trafikerade lokalgator (<8000 fordon/dygn) ingå i begreppen ”Bebyggelse”.

Tabell 3 nedan innehåller en för dagvattenklassificeringen praktiskt tillämplig markanvändningsindelning. *En markanvändningsindelning kan aldrig innefatta alla typer av användning utan måste ses som ett försök att förenkla en komplicerad verklighet där detaljrikedomen får vägas mot behovet att utan svårighet kunna använda materialet på ett rationellt sätt.*

Tabell 3. Markanvändningsindelning för dagvattenklassificering.

Huvudgrupp	Undergrupp
Vägar/Trafikleder	Lokalgor: < 8000 fordon/dygn <sup>a</sup> Vägar med 8000-15 000 fordon/dygn Vägar med 15000-30 000 fordon/dygn Trafikleder med >30 000 fordon/dygn Vägtunnlar
Parkeringsplatser	Terminalområden <sup>b</sup> Större centumparkeringar Övriga parkeringsytor
Bostadsområde med flerfamiljsfastigheter (inklusive lokalgor)	Takbeklädnader : Koppartak Plåttak
Bostadsområde med enfamiljsfastigheter (inklusive lokalgor)	
Arbetsplats/service (Specialenheter)	Affärscentra (exklusive p-platser) Offentliga inrättningar (skola, sjukhus etc.)
Industrifastigheter/ miljöpåverkande fastighet	
Koloniområden <sup>c</sup> , djurhållning	
Öppen mark (exempelvis parker, kyrkogårdar)	

<sup>a</sup>: Ingår i bostadsområden, vedertagen gräns för när en gata anses ha en låg trafikmängd.

<sup>b</sup>: Gränsen mellan terminalområden och industrifastigheter/miljöpåverkande fastighet är flytande och kan vara svår att definiera.

<sup>c</sup>: Med eller utan bebyggelse.

## Föroreningshalter

De dagvattenundersökningar som genomförts i Stockholm under 1990-talet (se bilaga 1) kan användas för att grovt uppskatta föroreningshalterna i dagvatten från olika markanvändningsområden. De undersökningar som utförts täcker inte in alla de grupper och undergrupper som finns i tabell 3. Den uppdelning av materialet som gjorts i tabell 4-6 är gjord med tanken att hantera tillgängliga data på ett optimalt sätt.

Tabell 4-6 nedan visar klart att de högsta halterna av föroreningar, undantaget koppar, finns i dagvatten från trafikleder. Kopparhalterna är som högst i dagvatten från bostadsområden med flerfamiljshus vilket beror på takbeklädnader av kopparplåt. Även zink kan förekomma i höga halter beroende på takbeklädnader av galvaniserad plåt.

Med undantag för koppar och zink kan de här olika markanvändningsområdena rangordnas med avseende på hur höga halter föroreningar som generellt finns i dagvattnet.

Ökande föroreningshalter

←  
Trafikleder – Vägar – P-platser (–) Flerfamiljsbostäder – Enfamiljsbostäder

Ett ökat trafikarbete ger högre halter föroreningar i dagvattnet, vilket också avspeglas i undersökningsresultaten. Trafikintensiteten är av förklarliga skäl som lägst i områden med enfamiljsbostäder vilket förklarar att dessa områden har de lägsta halterna. För bostadsområden är också ett ökande antal invånare/ytenhet en faktor som påverkar halterna av föroreningar (bortsett från bidrag från ökande trafikmängd). Man kan anta att t.ex. fosforhalterna kan öka på grund av denna faktor.

Alla data i tabell 4-6 anger totalhalter, dvs. den lösta och fasta fraktionen summerad. Resultat från vissa av undersökningarna {8, 9} visar att den övervägande delen av föroreningarna är kopplade till den fasta fraktionen (suspenderade materialet, SS). För dagvatten från vägar och trafikleder är ca 75 % av metallerna bundna till det suspenderade materialet med undantag för bly och kadmium. Bly har en större andel bunden till den fasta fraktionen medan kadmium förekommer mer i löst form. Även fosfor och kväve är generellt kopplade till den fasta fraktionen, fosfor i högre grad än kväve. För koppar och zink genererade genom korrosion på takbeklådnader av kopparplåt och galvaniserad plåt gäller inte den starka kopplingen till den fasta fraktionen. Metaller från dessa ytor borttransporteras övervägande i löst form. I vilken form ämnen förligger har betydelse för deras biotillgänglighet (se avsnitt "Påverkan").

**Tabell 4-6.** Totalhalter (medianvärden, spann för samtliga undersökningar<sup>10</sup>) i Stockholms dagvatten samt min- och maxvärden för samtliga undersökningar. Som jämförelsevärden har bifogats bakgrundsvärden för mindre vattendrag i södra Sverige och halter i klass 4 och 5 (höga respektive mycket höga halter) enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Se även figur 1-6 och 7-11 (sid. 20-21).

Tabell 4. Vägar/trafikleder

Ämne (Totalhalt)	Enhet	Bakgrundsvärde	Klass 4 och 5 Naturvårdsverket		Vägar(8 000-19 000 fordon/dygn) 3 undersökningar		Trafikleder(33 000- 120 000 fordon/dygn) 4 undersökningar	
			4	5	median	min-max	median	min-max
SS	mg/l	-	-	-	41-175	6-1899	136-320	34-1295
N <sup>a</sup> (kväve)	mg/l	-	1,25-5,0	>5,0	1,7-2,9	0,3-4,6	2,1-3,3	0,4-5,5
P (fosfor)	mg/l	-	0,05-0,1	>0,1	0,17-0,28	0,04-1,6	0,30-0,36	0,1-9,3 <sup>b</sup>
Pb <sup>a</sup>	µg/l	0,24	3-15	>15	15-21	2-94	41-50	2-171
Cd	µg/l	0,016	0,3-1,5	>1,5	0,3-0,4	0,1-1,7	0,4-1,5	0,1-9,5 <sup>b</sup>
Hg	µg/l	0,004	-	-	0,1-0,2	<0,1-2,1	0,1-0,2	<0,1-3,1
Cu	µg/l	0,5	9-45	>45	52-74	2-240	70-110	28-800
Zn	µg/l	2,0	60-300	>300	180-310	9-1200	260-1100	59-4400 <sup>b</sup>
Ni	µg/l	0,4	45-225	>225	5-8	<1-30	9-19	3-290 <sup>b</sup>
Cr	µg/l	0,2	15-75	>75	6-27	<1-98	10-41	<1-260 <sup>b</sup>
Olja <sup>a</sup>	mg/l	-	-	-	0,5-0,84	0,1-7,2	0,8-1,2	0,2-20
PAH (15st föreningar)	µg/l	-	-	-		0,9-8,48	-	0,9-15,5

<sup>a</sup> : Data från början av 1990-talet uteslutna, kvarstår 2 respektive 3 undersökningar för "vägar" respektive "trafikleder". <sup>b</sup> : Extremvärde i samband med snösmältning från Essingeleden 1993.

<sup>10</sup> Data för olja, bly och totalkväve från tre undersökningar i början 1990-talet har uteslutits. De höga olje- och blyhalterna är inte längre relevanta. Den då använda analysmetoden för total-kväve (UV-metod) gav felaktigt förhöjda värden.

**Tabell 5. Parkeringsplatser**

Ämne (Totalhalt)	Enhet	Bakgrunds- värde	Klass 4 och 5 Naturvårdsverket		P-platser 4 undersökningar	
			4	5	median	min-max
SS	mg/l	-	-	-	40-355 <sup>a</sup>	10-880 <sup>a</sup>
N (kväve)	mg/l	-	1,25-5,0	>5,0	1,1	0,5-3,2 <sup>b</sup>
P (fosfor)	mg/l	-	0,05-0,1	>0,1	0,1	0,02-0,2 <sup>b</sup>
Pb	µg/l	0,24	3-15	>15	11-38	3-60
Cd	µg/l	0,016	0,3-1,5	>1,5	0,2-0,5	0,09-1,9
Hg	µg/l	0,004	-	-	<0,2	<0,2 <sup>b</sup>
Cu	µg/l	0,5	9-45	>45	30-72	16-98
Zn	µg/l	2,0	60-300	>300	105-330	50-780
Ni	µg/l	0,4	45-225	>225	-	-
Cr	µg/l	0,2	15-75	>75	3-27	1-39
Olja	mg/l	-	-	-	0,59-1,1	0,3-6,8
PAH (15st föreningar)	µg/l	-	-	-	-	0,95-2,1 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> : Misstänkt höga värden för tre undersökningar 1998.

<sup>b</sup> : Endast en provpunkt.

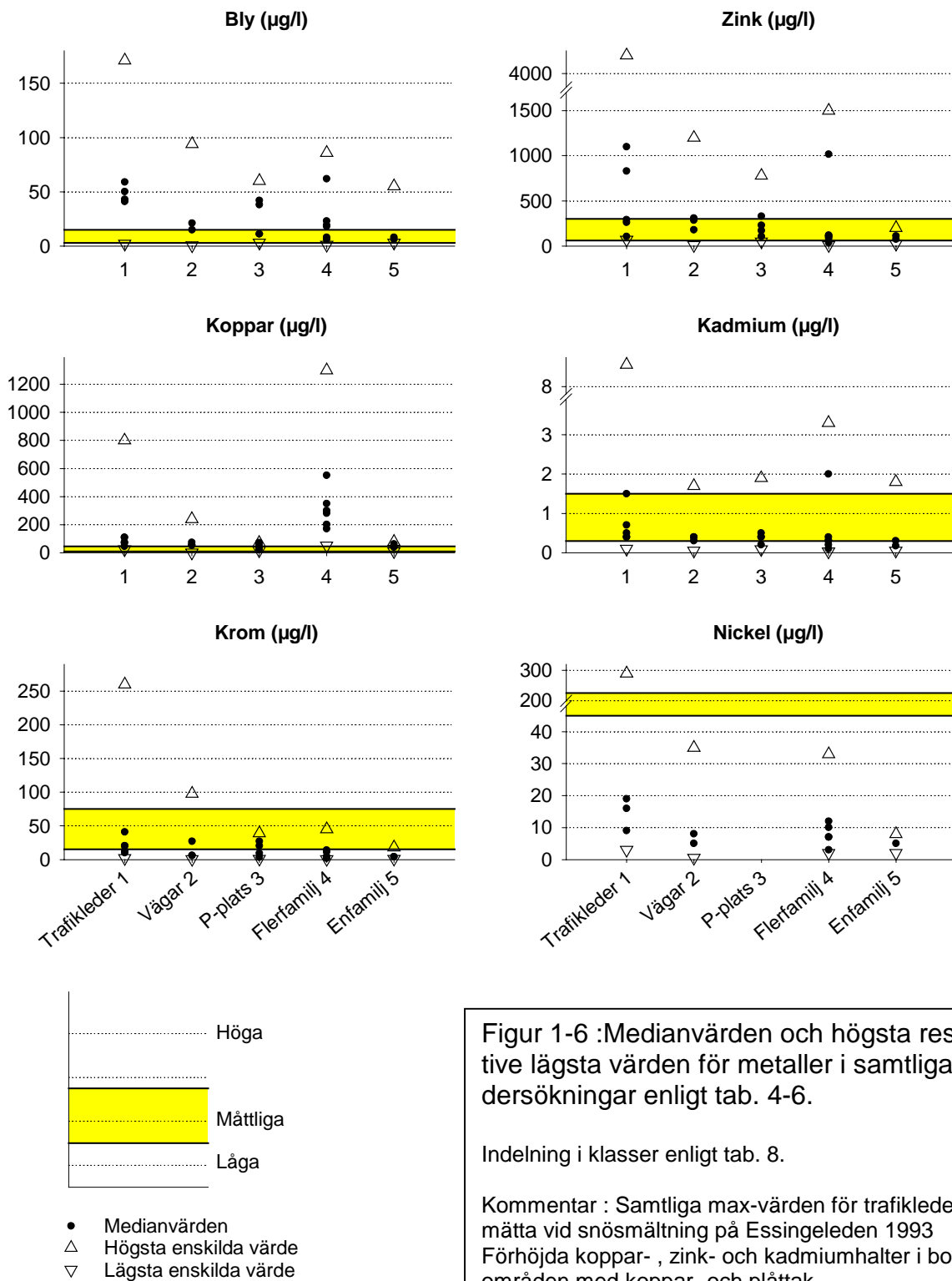
**Tabell 6. Bostadsområden**

Ämne Totalhalt	Enhet	Bakgrunds- värde	Klass 4 och 5 Naturvårdsverket		Bostadsområden Flerfamiljsfastigheter 6 undersökningar		Bostadsområden Enfamiljsfastigheter 2 undersökningar	
			4	5	median	min-max	median	min-max
SS	mg/l	-	-	-	22-156	6-459 <sup>a</sup>	19-36	<2-130
N (kväve)	mg/l	-	1,25-5,0	>5,0	0,8-1,9	0,4-4,6	1-1,6	0,5-2,9
P (fosfor)	mg/l	-	0,05-0,1	>0,1	0,13-0,33	0,03-0,83	0,09	0,01-0,23
Pb	µg/l	0,24	3-15	>15	8-23	1-65	6-8	3-55
Cd	µg/l	0,016	0,3-1,5	>1,5	0,1-2,0	0,03-3,3	0,2-0,3	<0,1-1,8
Hg	µg/l	0,004	-	-	<0,1	<0,1-0,7 <sup>a</sup>	<0,2 <sup>b</sup>	<0,2
Cu	µg/l	0,5	9-45	>45	170-550 <sup>c</sup>	50-1300 <sup>c</sup>	40-62	10-78
Zn	µg/l	2,0	60-300	>300	37-1000 <sup>c</sup>	10-1500 <sup>c</sup>	76-110	23-200
Ni	µg/l	0,4	45-225	>225	3-12	2-33	5 <sup>b</sup>	2-8
Cr	µg/l	0,2	15-75	>75	2-14	1-45	4	1-18
Olja	mg/l	-	-	-	0,5 <sup>b</sup>	0,2-2,8	0,2-0,6	0,1-1,2
PAH (15st föreningar)	µg/l	-	-	-	-	0,1-3,7 <sup>a</sup>	-	-

<sup>a</sup> : 2-4 undersökningar.

<sup>b</sup> : En undersökning.

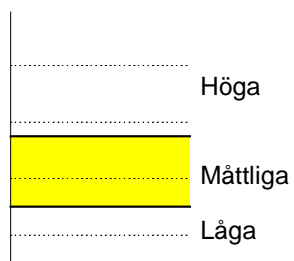
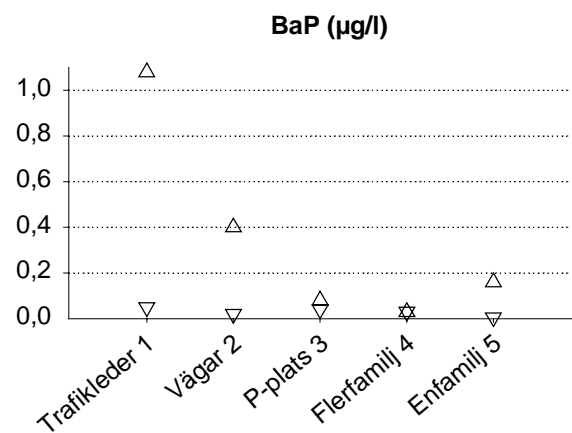
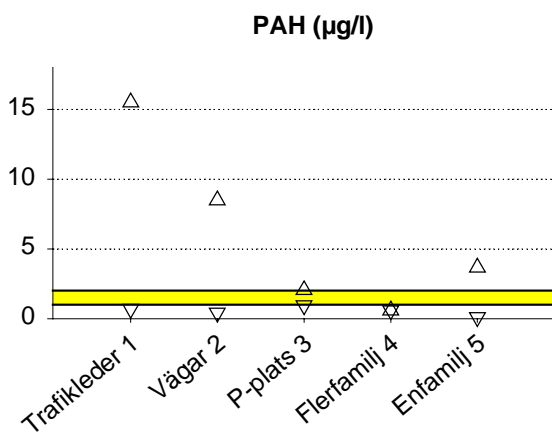
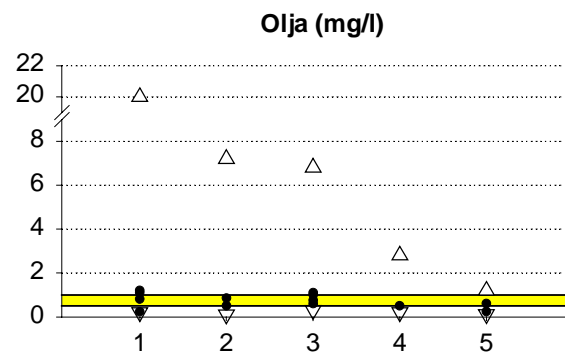
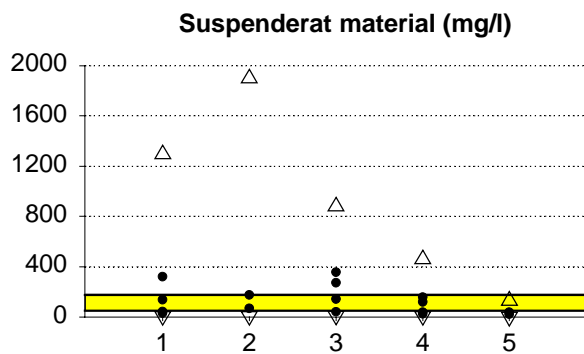
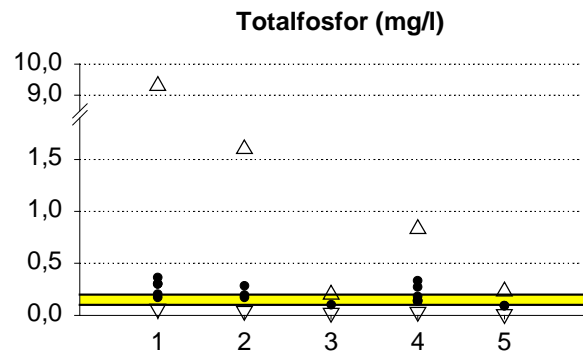
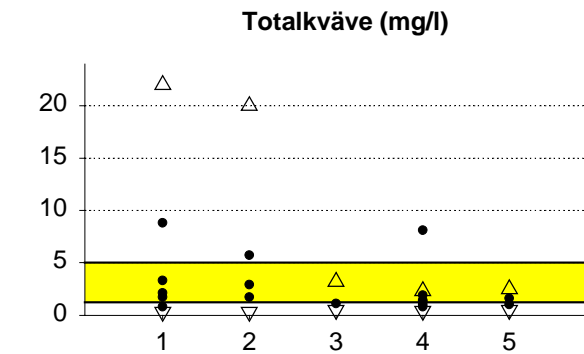
<sup>c</sup> : Höga värden kopplade till dagvatten från takbeklådnader av plåt och koppar



Figur 1-6 :Medianvärden och högsta respektive lägsta värden för metaller i samtliga undersökningar enligt tab. 4-6.

Indelning i klasser enligt tab. 8.

Kommentar : Samtliga max-värden för trafikleder uppmätta vid snösmältning på Essingeleden 1993  
Förhöjda koppar-, zink- och kadmiumhalter i bostadsområden med koppar- och plåttak.



- Medianvärden
- △ Högsta enskilda värde
- ▽ Lägsta enskilda värde

Figur 7-11 :Medianvärden och högsta respektive lägsta värden för näringsämnen, olja, suspenderat material (SS) och PAH i samtliga undersökningar enligt tab. 4-6.

Indelning i klasser enligt tab. 8.

Kommentar : BaP (Benso-a-pyren) anses allmänt vara en av de farligaste PAH-föreningarna. Inga gränser finns föreslagna.

## Dagvattenklassificering, riktvärden

Används Naturvårdsverkets klassning i ”Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - Sjöar och vattendrag” {2}, för de värden (min och max för medianvärden, samtliga undersökningar) som redovisas i tabell 4-6 fås en sammanställning (tabell 7 nedan) som kan användas som en utgångspunkt i dagvattenklassificeringen.

**Tabell 7.** Klassindelning av Stockholms dagvatten enligt Naturvårdsverkets riktlinjer. Siffror under respektive områdestyp anger tillståndsbedömning :  
Klass 1 (mycket låga halter) - 5 (mycket höga halter).

Ämne (Totalhalt)	Trafikleder	Vägar	P-platser	Bostadsområden flerfamiljsfastigheter	Bostadsområden enfamiljsfastigheter
SS <sup>a</sup>	-	-	-	-	-
N (kväve)	4	4	3 <sup>d</sup>	3-4	3-4
P (fosfor)	5	5	4 <sup>d</sup>	5	4
Pb	5	4-5	4-5	4-5	4
Cd	4	4	3-4	3-5	3
Hg <sup>b</sup>	-	-	-	-	-
Cu	5	5	4-5	5	4-5
Zn	4-5	4	4	3-5	3-4
Ni	2-3	2	- <sup>c</sup>	2	2 <sup>d</sup>
Cr	3-4	3-4	2-4	2-3	2
Olja <sup>a</sup>	-	-	-	-	-
PAH <sup>a</sup>	-	-	-	-	-

<sup>a</sup> : Klassning saknas för suspenderat material (SS) olja och PAH.

<sup>b</sup> : Klassning för vatten saknas, tillstånd bedöms genom halt i fisk.

<sup>c</sup> : Ej analyserat.

<sup>d</sup> : Endast en undersökning.

Enligt Naturvårdsverket {2} är *avvikelsen från jämförvärde* (anger graden av mänsklig påverkan, se bilaga 4) i de flesta fall är stor eller mycket stor (4-5, där klass 5 innebär ”tydlig påverkan av lokala källor”) vilket inte är förvånande då alla prov är tagna i en storstad. Värt att notera är att kadmium klassas lägre än övriga metaller i detta avseende. Orsaken kan vara att kadmium i högre grad än de övriga tungmetallerna härrör från mera diffusa källor. En undersökning {9} visar att just kadmium till stor del tillfördes det aktuella tillrinningsområden genom atmosfärisk deposition vilket tyder på mer långväga belägna källor.

*Klassningen av tillståndet* enligt tabell 7 följer i stort sett den interna rangordning som beskrivits under ”Föroreningshalter”, dvs. generellt klass 4-5 för trafikleder ner till klass 2-4 för bostadsområden med enfamiljsfastigheter. Nickel och även krom ligger i lägre klasser för samtliga undersökta markanvändningsområden, detta trots den höga graden mänsklig påverkan.

## Dagvattenklassning för Stockholm

Här föreslås en indelning av dagvatten i tre klasser: ”låga”, ”måttliga” och ”höga” föroreningshalter. Utgångspunkten för klassningen är Naturvårdsverkets klassning enligt tabell 7. För suspenderat material (SS), olja och PAH saknas saknar Naturvårdsverket klassning. Vad gäller dessa parametrar har halterna i dagvatten jämförts inbördes mellan olika undersökningar och är alltså endast en relativ klassning utan hänsyn taget till miljöeffekter.

**Tabell 8.** Indelning av dagvatten i olika klasser, 1-3. Kommentarer, se nedan.

Ämne (Totalhalt)	Enhet	Låga halter (1)	Måttliga halter (2)	Höga halter (3)
SS	mg/l	<50	50-175	>175
Tot-N	mg/l	<1,25	1,25-5,0	>5,0
Tot-P	mg/l	(<0,1)	(0,1-0,2)	(>0,2)
Pb	µg/l	<3	3-15	>15
Cd	µg/l	<0,3	0,3-1,5	>1,5
Hg	µg/l	(<0,04)	(0,04-0,2)	(>0,2)
Cu	µg/l	<9	9-45	>45
Zn	µg/l	<60	60-300	>300
Ni <sup>a</sup>	µg/l	<45	45-225	>225
Cr	µg/l	<15	15-75	>75
Olja	mg/l	<0,5	0,5-1,0	>1,0
PAH <sup>b</sup>	µg/l	<1	1-2	>2

<sup>a</sup> : Dagvatten från samtliga undersökningar har medianhalter <45 µg/l.

<sup>b</sup> : I dagvatten analyseras mellan 16 och 22 föreningar (i reningsverks slam endast 6 ). I denna rapport har de 15 föreningar valts som är gemensamma för samtliga undersökningar.

### Kommentar till tabell 8.

- **SS:** Angivna värden enligt undersökningsresultat för olika markanvändningsområden.
- **Tot-N:** Värden enligt Naturvårdsverkets klassning av tillstånd<sup>11</sup>.
- **Tot-P:** Högre värden än Naturvårdsverkets klassning<sup>11</sup> på grund av den allmänt förhöjda halter i Stockholm. *Vilka halter som kan tolereras är i hög grad recipientberoende, se bilaga 2 .*
- **Pb:** Värden enligt Naturvårdsverkets klassning av tillstånd<sup>11</sup> Hårt satta gränser, inga undersökta områden har dagvatten med låga halter.
- **Cd :** Värden enligt Naturvårdsverkets klassning av tillstånd<sup>11</sup>. Gränsen mellan låga och måttliga halter kan vara något för lågt satt på grund av allmänt förhöjda halter p.g.a. atmosfärisk deposition. Bedöms som rimligt med tanke på kadmiums höga giftighet.
- **Hg:** Mycket osäkra gränser {5}. Naturvårdsverkets bedömning görs på halter i fiskkött. I de undersökningar där kvicksilver analyserats understiger oftast värdet analysmetodens detektionsgräns (<0,1 alt. <0,2 µg/l ). Högre enstaka värden har uppmätts i prover från vägar och trafikleder.
- **Cu:** Värden enligt Naturvårdsverkets klassning av tillstånd<sup>11</sup> Hårt satta gränser, inga undersökta områden har dagvatten med låga halter.
- **Zn, Ni och Cr :** Värden enligt Naturvårdsverkets klassning av tillstånd<sup>11</sup>.
- **Olja:** Osäkra gränser {5}. Angivna värden enligt undersökningsresultat för olika markanvändningsområden.
- **PAH:** Osäkra gränser {5}. Angivna värden enligt undersökningsresultat för olika markanvändningsområden.

<sup>11</sup> Låga halter i tabellen motsvarar klass 1-3, måttliga halter klass 4, höga halter klass 5.



## Miljöförvaltningens riktlinjer för rening av dagvatten

I ”Policy för dagvatten” PM 95-09-04 har Miljöförvaltningen angivit riktlinjer för hantering av förorenat dagvatten. Dagvatten från starkt trafikerade ytor, parkeringshus och parkeringsytor, tätbebyggelse och industriområden berörs där starkt trafikerade ytor definieras som ytor med över 20 000 fordon/dygn. Om dagvattnet leds till känslig recipient kan dagvatten från vägar med mindre än 20 000 fordon/dygn behöva renas. Enligt den föreslagna klassningen av markanvändningsområden i denna rapport föreslås rening av dagvatten från vägar med mer än 15 000 fordon/dygn, se avsnittet ”Allmänna riktlinjer för rening av dagvatten”.

Riktvärden för dag- och spolvatten som genomgått rening fastställdes ursprungligen i samband med Dennisöverenskommelsen. Miljöförvaltningen lämnade därefter råd {10}, enligt då gällande miljöskyddslagen, till väghållare i staden. Där angavs riktvärden för metallhalter och organiska ämnen i dag- och spolvatten som genomgått rening innan utsläpp sker till recipienten:

Metaller	Miljöförvaltningens riktvärden	Låga halter enligt föreslagna klassning	Organiska ämnen	Miljöförvaltningens riktvärden	Låga halter enligt föreslagna klassning
Kadmium (Cd)	<0,2 µg/l	<0,3 µg/l	Opolära alifatiska kolväten (olja)	<5 mg/l	<0,5 µg/l
Krom (Cr)	<50 µg/l	<15 µg/l	PAH	<1 µg/l	<1 µg/l
Koppar (Cu)	<50 µg/l	<9 µg/l			
Bly (Pb)	<50 µg/l	<3 µg/l			
Zink (Zn)	<100 µg/l	<60 µg/l			

För dagvatten som ska infiltreras anges riktvärdet <1 mg/l för opolära alifatiska kolväten.

De undersökningar som ligger till grund för den här föreslagna dagvattenklassificeringen (figur 1-6 samt 7-11) visar att krom och i de flesta fall även bly förekommer i lägre halter än Miljöförvaltningens riktvärden för dagvatten som genomgått rening. Även olja förekommer i klart lägre halter.

Om ambitionsnivån för reningskrav sätts till låga halter enligt den föreslagna klassningen innebär detta en skärpning jämfört med Miljöförvaltningens nuvarande riktvärden. Undantaget är kadmium och PAH, för kadmium höjs riktvärdet medan det för PAH blir oförändrat.

De halter som klassas som låga för bly och koppar kan vara svåra att uppnå med konventionell reningsteknik. Dessa halter bör ses som en målsättning snarare än ett krav för rening vid behandling av till exempel dagvatten från kraftigt trafikerade vägar och bostadsområden med koppartak.

### Applicering av dagvattenklassningen på olika markanvändningsområden

Används klassningen enligt tabell 8 på de markanvändningsområden som redovisas i tabell 3 kan dagvattnets innehåll av föroreningar från respektive område grovt klassas efter de föroreningshalter som finns i tabell 4-6 samt tabell 7. För vissa ämnen (ex. bly och koppar) visar de undersökningar som ligger till grund för nedanstående indelning att få områden kan förmodas ha dagvatten med låga halter enligt tab.8, *klassningen nedan i tabell 9 skall därför ses som en kompromiss mellan de gränser som satts i tab.8 och behovet av en glidande skala för att kunna göra prioriteringar mellan olika markanvändningsområden.*

**Tabell 9.** Klassning av markanvändningsområden utifrån föroreningshalter i dagvatten. Klassningen gäller generellt för alla föroreningar där inte ämne inom parentes anges.

Markanvändning		Föroreningshalt
Huvudgrupp	Undergrupp	Klassning (halter)
Vägar/Trafikleder	Lokalgator: < 8000 fordon/dygn <sup>a</sup> Vägar med 8000-15 000 fordon/dygn Vägar med 15000-30 000 fordon/dygn Trafikleder med >30 000 fordon/dygn Vägtunnlar	Låga Låga – Måttliga Måttliga – Höga Höga Höga
Parkeringsplatser	Terminalområden Större centumparkeringar Övriga parkeringsytor	Måttliga – Höga Måttliga Låga – Måttliga
Bostadsområde i innerstadsområde <sup>b</sup> med flerfamiljsfastigheter (inklusive lokalgator)	Tillägg för takbeklädnader : Koppark Plåttak	Måttliga Höga (Cu) Måttliga – Höga (Zn,Cd)
Bostadsområde i yttre stadsområde <sup>b</sup> med flerfamiljsfastigheter (inklusive lokalgator)	Tillägg för takbeklädnader : Koppark Plåttak	Låga- Måttliga Höga (Cu) Måttliga – Höga (Zn,Cd)
Bostadsområde i yttre stadsområde med enfamiljsfastigheter (inklusive lokalgator)		Låga
Arbetsplats/service (Affärscentra , kontor, offentliga inrättningar som skolor och sjukhus )	Tillägg för takbeklädnader : Koppark Plåttak	Låga - Måttliga Höga (Cu) Måttliga – Höga (Zn,Cd)
Industriefastigheter/ miljöpåverkande fastighet		Ej klassningsbart utan kunskap om verksamheten.
Koloniområden <sup>c</sup> , djurhållning		Måttliga – Höga (Kväve, Fosfor)
Öppen mark ( exempelvis parker, kyrkogårdar)		Måttliga (Kväve, Fosfor)

<sup>a</sup> : Ingår i bostadsområden, vedertagen gräns för när en gata anses ha en låg trafikmängd.

<sup>b</sup> : Innerstadsområde definieras som "stenstaden" och Gamla stan innanför tullarna enligt översiktsplanen 1999 (se bilagd karta,3). Med undantag för delar av City och Södermalm är ledningssystemet till stor del kombinerat.

<sup>c</sup> : Med eller utan bebyggelse

#### Kommentar till tabell 9:

- Vägtunnlar : Avser framför allt spolvatten. Spolvattnet från rengöring av vägtunnlar kan innehålla mycket höga halter av tungmetaller, olja och PAH { 11 }.
- Parkeringsplatser : Gränsen mellan terminalområden och industriefastigheter/miljöpåverkande fastighet är flytande och kan vara svår att definiera. Med "Övriga parkeringar" avses parkeringsplatser med mindre omsättning, exempelvis boendeparkeringar.
- Arbetsplats/service (Specialenheter) : Inga undersökningar är gjorda i Stockholm som specifikt avser dessa markanvändningsområden. Klassningen får ses som ett antagande.
- Öppen mark : Svårt att klassificera. Stor variation beroende på terrängförhållanden, gödsling samt, om ytorna är nyanlagda, anläggningsjordens beskaffenhet. Avrinningskoefficienten ( andelen vatten som kan nå dagvattensystemen) är, generellt sett, låg jämfört med övriga områden med en stor andel hårdgjorda ytor. Data från andra undersökningar { 12 } visar att innehållet av näringsämnen i dagvatten från parker och golfbanor kan vara stort.

## Allmänna riktlinjer för behandling av dagvatten

Med ”rening” avses här alla typer av åtgärder som leder till minskade utsläpp, t.ex. övermålning av exponerade metallytor, installation av olika typer av reningsanläggningar (avsättningsmagasin, filter etc.) och ökad gatuhållning. *Riktlinjerna avser områden med duplikat ledningssystem.*

*Det är viktigt att alltid koppla informationen om dagvattnets innehåll av föroreningar till statusen på den recipient som är mottagare. Till exempel tål större recipienter generellt sett en högre belastning än små. Exempel på andra faktorer som bör vägas in vid bedömningen är förekomst av känsliga växter och djur samt allmänna bad i närhet av utsläppspunkter.*

- Dagvatten som endast innehåller låga halter föroreningar (enligt tabell 8) behöver generellt inte renas. *Hänsyn måste alltid tas till hur stor den årliga belastningen är från olika delområden inom ett tillrinningsområde. Bostadsområden med lokalgator kan i vissa fall belasta en recipient mer än en kortare motorvägssträcka.*
- Vid måttliga halter föroreningar (enligt tabell 8) bör reningsåtgärder vidtas. *Hänsyn måste alltid tas till hur stor den årliga belastningen är från olika delområden inom ett tillrinningsområde.*
- Vid höga halter föroreningar (enligt tabell 8) ska alltid reningsåtgärder vidtas såvida inte speciella skäl talar emot detta.

Av naturliga skäl är det ofta svårt att utan en omfattande provtagning få en så pass detaljerad kunskap om ett område att riktvärden enligt tabell 8 kan användas. Finns inte provtagningar att tillgå kan ovanstående indelning (tab. 9) för olika markanvändningsområden användas.

Då trafiken står för den största delen av föroreningsutsläppen finns det skäl att mer i detalj beskriva om reningsåtgärder ska vidtas och vem som har ansvaret för att ärendet i det enskilda fallet hanteras enligt de föreslagna riktlinjerna.

<b>&lt; 8 000 fordon/dygn</b>	Om det föreligger behov av förstärkt skydd av en känslig recipient är det väghållarens ansvar att visa att dagvattnet inte behöver renas
<b>8 000 - 15 000 fordon/dygn</b>	
<b>15 000 - 30 000 fordon/dygn</b>	Bevisbördan för att dagvattnet inte behöver renas ligger på väghållaren
<b>&gt; 30 000 fordon/dygn</b>	Dagvatten ska renas
<b>Spolvatten från vägtunnlar</b>	

Eftersom det oftast inte är möjligt att anpassa en reningsåtgärd till en enskild parameter kan situationer uppstå där ett ämne som förekommer i höga halter kan vara styrande vid beslutet om att vidta reningsåtgärder. Ett exempel på detta är stora takytor av koppar i ett bostadsområde med flerfamiljsfastigheter. Med undantag för koppar kan övriga ämneshalter klassas som ”låga” och därmed inte föranleda någon åtgärd. Kopparhalterna är dock troligen höga i dagvattnet varför åtgärder ändå bör vidtas.

## Diskussion

Den här föreslagna klassningen av dagvatten utifrån föroreningshalter och förslagen till när rening ska ske bör alltid kombineras med en analys av recipientens tillstånd och framtida användning. En alltför stelbent användning kan leda till att de resurser som finns för att rena dagvatten inte används där behoven/nyttan är som störst. I det fortsatta arbetet med ”Dagvattenstrategi för Stockholm” kommer behoven av åtgärder för enskilda recipienter att behandlas. Recipienterna har tidigare klassificerats i rapporten ”Recipientklassificering” som gjorts inom ramen för dagvattenstrategi arbetet.

Ett integrerat synsätt måste prägla den framtida dagvattenhanteringen. Många aktörer har ett inflytande på dels innehållet i dagvattnet, dels på hur vattnet, både m.a.p. rening och gestaltande, ska avledas. De aktörer som kan påverka dagvattnets innehåll måste få incitament/kunskap för att utsläppen från olika källor ska minska. Miljöanpassade däck utan PAH-föreningar är ett exempel på detta. På sikt är den enda uthålliga lösningen att komma åt föroreningarna genom att eliminera källorna. Även de aktörer som kan påverka utformningen av dagvattensystemen (VA-branschen, stadsbyggnad, fastighetsägare och gatuhållare) måste fås att inse nyttan med ett integrerat arbetssätt som kan leda fram till bättre lösningar i framtiden.

Att påverka källorna till föroreningarna är ett långsiktigt arbete. I dagens läge finns också ett behov att skydda recipienterna från de föroreningar som kommer att spridas i den närmaste framtiden. Detta kan ske genom att olika åtgärder vidtas: vatten kan ledas till annan (mindre känslig) recipient, rening av dagvattnet kan ske i exempelvis avsättningsmagasin eller öppna dammar. Beroende på hur synen på reningsverksslam och slamhanteringsprocesserna utvecklas kan förorenat dagvattnet, från idag duplicerade områden, eventuellt ledas till reningsverk i framtiden. Hänsyn måste dock alltid tas till recipientens behov av vatten, dålig omsättning kan även det leda till problem som exempelvis eutrofiering (övergödning).

De enskilt största generella källorna till föroreningar i dagvatten är trafiken samt för vissa metaller (koppars, zink och ev. kadmium) takbeklädnader. Vägar och tak står också för den största andelen hårdgjorda ytor.

Utsläppen från trafiken har minskat sedan 1980-talet i och med införandet av katalytisk avgasrening och blyfri bensin. Även oljeutsläppen från bilar har minskat betydligt. Å den andra sidan har trafikintensiteten ökat de senaste åren. Föroreningar från trafiken är inte bara ett problem i dagvatten, en stor del av dessa sprids genom lufttransport över stora områden. Innan partiklarna deponeras på mark eller i vatten utgör de som en luftförorening ett hot mot hälsan<sup>12</sup>. Minskad trafik kombinerat med materialutveckling mot miljövänliga material framstår som den enda hållbara utvecklingen.

Utöver de här undersökta ämnena finns ett okänt antal andra ämnen med varierande grad av miljöpåverkan, varav många ännu inte är identifierade. Det finns också med stor sannolikhet många okända källor till föroreningar. Ett exempel på en källa som inte helt belysts är materialet i vägar och övriga hårdgjorda ytor. Stora mängder material nöts årligen ner på framför allt vägar. I tätbebyggda områden hamnar ofta detta, tillsammans med övriga ämnen från trafiken, i dagvattnet. Sliagematerial från vägar utgör den största delen av det fasta materialet i väg dagvatten.

Även takbeklädnaders bidrag till föroreningarna bör kartläggas bättre. Att kopparkoppar kan ge höga

---

<sup>12</sup> Japanska undersökningar visar på ett klart samband mellan dubbdäcksanvändning och partikelhalt såväl i luften som i lungor hos människor. Den förhöjda partikelhalten bedömdes förorsaka högre besvärshänsyn hos astmatiker (L. Folkesson, VTI-rapp. 694-92).

halter koppar i dagvatten får anses helt klarlagt. Plåttak, som är vanliga i Stockholm, är inte undersökta i samma utsträckning. Bristande underhåll gör att många tak har helt frilagda metallytor vilket troligen ökar utsläppen av zink och kadmium. Likaså är vår kunskap om de färger som används för skyddsmålning av taken och alternativa takmaterial bristfälliga.

Den föreslagna klassningen av dagvatten ska ses som ett sätt att kvantifiera föroreningarna från olika typer av tillrinningsområden utifrån förhållanden i Stockholmsregionen och sätta gränser för vad som kan betraktas som mer eller mindre acceptabla halter. Det långsiktiga arbetet med att minska tillförseln av föroreningar via dagvatten måste, som tidigare nämnts, inriktas på att eliminera källorna. Samtidigt måste ett arbete på kortare sikt bedrivas, som bl.a. innefattar olika typer av reningsåtgärder. I detta arbete kan dagvattenklassificeringen ingå som ett hjälpmedel.

Även om den föreslagna klassningen och det kommande arbetet med de enskilda recipienterna leder till en reduktion av föroreningsbelastning och en förbättring för Stockholms recipienter kommer dessa alltid att mer eller mindre belastas med föroreningar via dagvattnet, så länge källorna inte åtgärdas.

## Källförteckning

Förteckning över de rapporter som ligger till grund för klassificeringen finns i bilaga 1 (Dagvattenundersökningar i Stockholm 1992-2000).

- 1. *Förnyelse- och åtgärdsplan 1996- Utredning om åtgärdsbehov på ledningsnätet i Stockholm.* Stockholm vatten, rapport nr. 25/1998.
- 2. *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet- Sjöar och Vattendrag.* Naturvårdsverket, 1999, Rapport 4913.
- 3. *Källor till föroreningar i dagvatten i Stockholms stad- del 1, Metaller.* S. Thörnelöf m.fl. , Stockholms stad, 1999.
- 4. *Uppträdande och effekter av koppar i vatten och mark.* J. Sternbeck, IVL 2000, rapport B1349.
- 5. *Klassificering av dagvatten och recipienter, samt riktlinjer för reningskrav(PM).* T. Larm, VBB VIAK, 1998. Uppdragsgivare : Stockholm vatten AB.
- 6. *Metaller i vägdagvatten- En studie av first flush.* E. Geisler, Institutionen för samhällsbyggnadsteknik (VA-teknik) LTU, 2000.
- 7. *Vattenprogram för Stockholm -sjöar och vattendrag.* Stockholms stad februari 1994.
- 8. *Rening av vägdagvatten med lamelloljeavskiljare- Försök vid Essingeleden.* J. Ekvall, Stockholm vatten, rapport nr. 46/1998.
- 9. *Föroreningsbelastning till sjön Trekanten- Utvärdering av beräkningsmodell för dagvatten.* T. Larm, A. Holmgren, VBB VIAK. Stockholm vatten rapport nr. 44/1999.
- 10. *Råd enligt miljöskyddslagen och begäran om upplysningar för dagvatten från trafikleder och trafikplatser med utsläpp till recipienter samt råd för spolvatten till reningsverk.* Tjänsteutlåtande, Miljöförvaltningen 1995-06-22.
- 11. *Undersökningar av spolvatten från Klaratunneln i Stockholm 1997 och 1999.* J. Stenlycke, B. Westergren. Stockholm Vatten, interna rapporter.
- 12. *Schablonhalter av föroreningar och näringsämnen i dagvatten- en litteratursammanställning med uppdelning i olika markanvändning (PM).* T. Larm, VBB VIAK. Uppdragsgivare :Stockholms stad , Gatu- och Fastighetskontoret, , 1997.

## ORD- OCH BEGREPPSFÖRKLARINGAR

<b>Avsättningsmagasin</b>	Betongkonstruktion där det fasta (suspenderade) materialet i viss mån sedimenterar och därmed avskiljs innan vattnet leds till recipienten.
<b>Bräddvatten</b>	Avloppsvatten som vid överlastning av kombinerat ledningsnätet, vid stora nederbördsmängder, förs orenat till recipient.
<b>Dagvatten</b>	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”.
<b>Dunkersanläggning</b>	Sedimentationsfälla placerad i sjö eller hav. Avskiljer fast (suspenderat) material, skyddar mot oljeutsläpp.
<b>”First flush”</b>	Allmänt accepterad term för att beskriva det dagvatten som rinner av vid inledningen av ett nederbördstillfälle.
<b>Lamelloljeavskiljare</b>	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
<b>LOD</b>	Lokalt omhändertagande av dagvatten.
<b>Näringsämnen/närssalter</b>	Här avses fosfor- och kväveföreningar
<b>Olja</b>	I denna rapport används beteckningen för opolära alifatiska kolväten som diesel och smörjolja
<b>Organiska föroreningar/miljögifter</b>	Här avses ämnesgrupper som PAH, PCB och Kreosot.
<b>PAH</b>	Polycykliska aromatiska kolväten. Samlingsnamn för hundratal 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. I dagvatten analyseras mellan 16 och 22 föreningar (i reningsverksslam endast 6). I denna rapport har de 15 föreningar valts som är gemensamma för samtliga undersökningar.
<b>Recipient</b>	Sjö, vattendrag eller annan mottagare av dag- och avloppsvatten.
<b>Suspenderat material</b>	Förkortas SS (Eng. ”suspended solids”). Pariklar större än 1,8 µm (0,0018 mm).
<b>Totalhalter</b>	I rapporten redovisas endast totalhalter (summan av lösta och till fast material knutna fraktioner av respektive ämne) analyserade enligt gängse metoder för dagvatten. Mer avancerade uppslutningsmetoder som används för analys av metallinnehåll i t.ex. bergartsprov ger troligen högre halter av tungmetaller, framför allt i dagvatten från vägar där stenmaterialet i vägens slitbana kan innehålla olika tungmetaller.
<b>Tungmetaller</b>	Här avses metaller med miljö- och hälsopåverkan som t.ex. bly, koppar, kadmium och zink.

## Bilagor

1. Dagvattenundersökningar i Stockholm 1992-2000
2. Fosforbelastning i recipienter
3. Karta: "Stenstaden" och Gamla stan.
4. Bedömning av miljö kvalitet enligt Naturvårdsverket
5. Duplicerade områden i Stockholm



## Förord

Den här sammanställningen påbörjades av Monica Strand och var ursprungligen tänkt att vara ett fullständigt dokument avseende dagvattenklassificering. I dess slutliga utformning ligger tyngdpunkten helt på att enbart sammanställa de dagvattendata som genererats i Stockholm under de senaste 10 åren.

Sammanställningen hanterar enbart halter av olika ämnen i dagvatten. Ur recipientens synvinkel är naturligtvis den totala belastningen, uttryckt i exempelvis kg/år, av stor betydelse. Vid bedömning av påverkan på en recipient måste detta alltid beaktas.

Kopplingen till den dagvattenstrategi som är under utarbetande inom Stockholms stad är att denna sammanställning ska utgöra ett bakgrundsmaterial vid dagvattenklassificering. I dokumentet ”*Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav – Del 2, Dagvattenklassificering*”, som framställts i samarbete mellan Stockholm Vatten och berörda förvaltningar inom staden, ingår denna sammanställning som en bilaga.

Utöver att utgöra ett underlag för dagvattenklassificering i Stockholm hoppas jag att många andra som arbetar med dagvatten/recipientfrågor ska kunna få information som kan underlätta det ofta komplexa arbetet vid hanteringen av dagvattenfrågor.

Jag vill passa på att tacka alla de som, utöver undertecknad, har bidragit till det mycket omfattande material som översiktligt redovisas i denna rapport. Utöver rapportförfattarnas insatser förtjänar Jan Stenlycke ett omnämmande. Han varit den som i nästan samtliga fall<sup>1</sup> ansvarat för att provtagningsutrustning och flödesmätning fungerat.

Utan ett väl fungerande laboratorium kan inte undersökningar av den här typen genomföras. Stockholm vattens laboratorium, som utfört merparten av analyserna, förtjänar därför också att omnämnas. Många gånger har laboratoriepersonalen på avloppssektionen, där dagvattenprover normalt hanteras, haft ett tungt arbete med att hantera de ofta ganska stora mängder vatten som levererats från de olika undersökningarna. Utöver detta tillkommer det ibland komplicerade handhavandet av proven. Tack för väl utfört arbete!

Stockholm i mars 2001

Johan Ekvall  
Miljö & Utveckling, Ledningsnät.

---

### Fotografier på omslag

Samtliga fotografier är från undersökningar som redovisas i rapporten.

*Övre till vänster:* Bebyggelse i Nybohovsområdet (T. Larm, VBB VIAK)

*Övre till höger :* Radhusområde i Farsta (J. Stenlycke, Stockholm Vatten)

*Nedre till vänster :* Blommensbergsviadukten, Essingeleden (T. Larm, VBB VIAK)

*Nedre till höger :* P-plats Farstaplan (K. Öster, Stockholm Vatten)

*Infälld bild :* Dagvattenbrunn på Älvsjövägen (J. Stenlycke, Stockholm Vatten)

---

<sup>1</sup> För undersökningarna 1992-1993 (Essingeleden, Tegelbacken, Bastugatan) ansvarade Klas Öster. Undersökningen i Sättra genomfördes av VBB VIAK på uppdrag av Gatu- och fastighetskontoret.

Sammanfattning	
Ord och begreppsförklaringar	
Syfte och bakgrund	1
Provtagning och analys	2
Provpunkter, fakta om tillrinningsområden	3
Trafikleder (>30 000 fordon/dygn)	4
Essingeleden (samma område som Blommensberg)	4
Blommensberg (samma område som Essingeleden)	4
Norra Länken	4
Rännsten (Bergslagsvägen)	4
Dike (Bergslagsvägen)	4
Vägar (10 000-20 000 fordon/dygn)	5
Tegelbacken	5
Norr Mälärstrand	5
Älvsjövägen	5
Parkeringsplatser	6
P-plats (Farsta, Farstaplan)	6
P-plats (Farsta, Storforsplan)	6
P-plats (Rågsved)	6
P-plats (Terminalområde, Pripps Ulvsunda)	6
Bostadsområden	7
Bastugatan	7
Ma18, Farsta 1996 (samma område som 1993-1994)	7
Ma18, Farsta 1993-1994 (samma område som 1996)	7
Radhus (Farsta)	7
Sätra	7
Nybohov (1-3)	8
Halter - områdesvis	9
Halter - ämnesvis	11
Suspenderat material	11
Totalfosfor	13
Totalkväve	14
Bly	15
Koppar	17
Zink	18
Kadmium	19
Krom	20
Nickel	21
Övriga metaller	22
Olja	23
PAH	24
COD <sub>Cr</sub>	25
Toxicitetstester	26
PCB och Dioxiner	26
Övriga analyser	27
Jämförelser med andra studier	28
Källförteckning	30

## Bilagor

1-11. Lägesbeskrivningar samt flygfoton över tillrinningsområden

1. Nybohov 1-3, Blommensberg, Essingeleden.
2. Norra Länken
3. Bergslagsvägen ("rännsten" och "dike")
4. Tegelbacken
5. Norr Mälärstrand

6. Älvsjövägen
7. Ma 18, p-platser i Farsta, Radhus.
8. P-plats Rågsved
9. P-plats Pripps
10. Bastugatan
11. Sätra
12. Analysmetoder

## Sammanfattning

Denna sammanställning av dagvattenundersökningar redovisar kortfattat resultaten från 18 olika undersökningar i Stockholm. För detaljerad information hänvisas till respektive rapport.

Arbetet ingår som en del i det arbete som bedrivs inom Stockholms stad med att ta fram en dagvattenstrategi.

En översiktlig sammanställning av samtliga analysdata finns på följande två diagramsidor.

Data från dagvattenundersökningarna visar att :

- Föroreningarna är oftast kopplade till mängden suspenderat material i dagvattnet. Undantagen är t.ex. metaller från takbeklädnader av koppar och plåt.
- Trafikdagvatten har generellt sett de högsta föroreningshalterna (undantaget PCB/Dioxiner). Föroreningshalten ökar med ökande trafikintensitet men är även beroende av andra faktorer som vägyta, terrängförhållande etc.
- Vinter och vår är föroreningshalterna i dagvatten som högst. Orsaken är de ofta mycket höga halterna av suspenderat material. I samband med snösmältning kan mycket höga halter av föroreningar uppnås i trafikdagvatten.
- Kopparkanaler men även plåttak kan ge mycket höga halter av koppar, zink och i viss mån även kadmium i dagvatten från takytor.
- Toxicitetstester visar att toxiska effekter av dagvatten kan förkomma.
- Innehållet av bly och olja i dagvatten har minskat kraftigt under 1990-talet. Kromhalterna verkar ha ökat något. Inga andra tydliga trender är urskiljbara. Se figur 1-2 nedan.
- Föroreningshalterna i vägdagvatten som avleds via diken är lägre än för dagvatten som avleds direkt via rännstensbrunnar till ledning. Undantaget är bly vilket kan tyda på att diken som brukats under längre perioder kan utgöra en föroreningskälla då ett ämne, i detta fallet bly, allmänt förekommer i lägre halter i dagvattnet.
- De halter som uppmätts skiljer sig inte markant från andra liknande undersökningar.

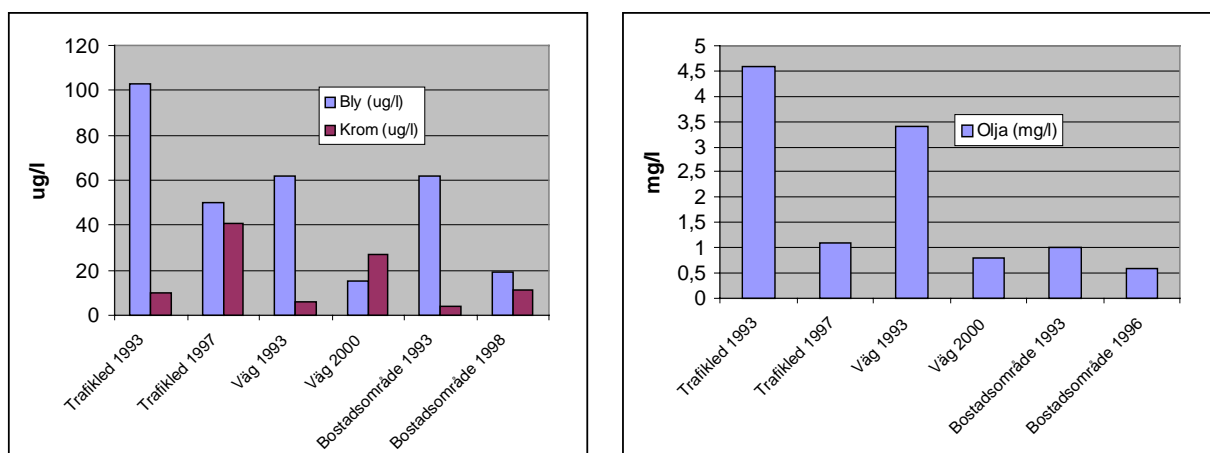
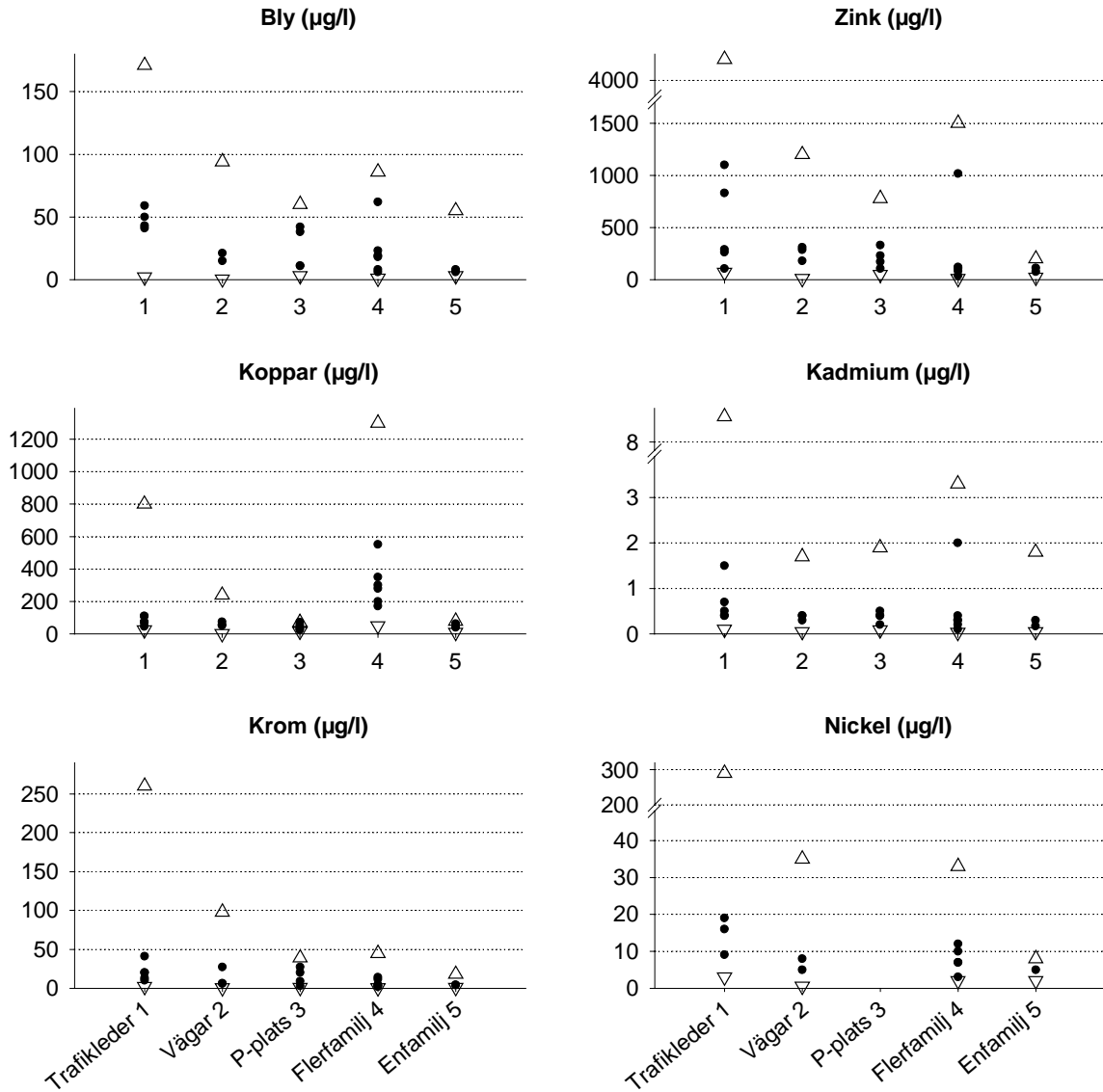


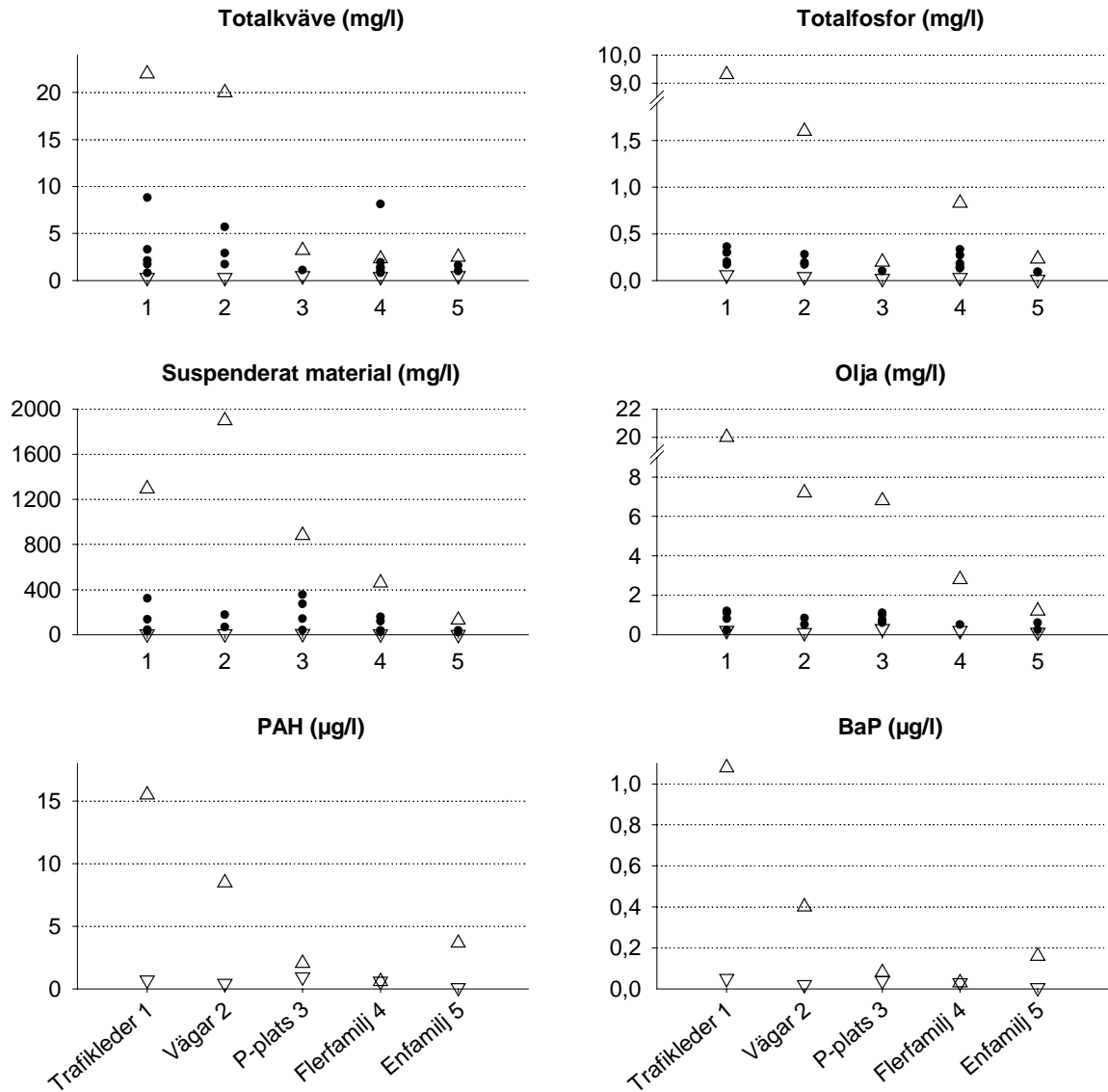
Fig.1-2. Skillnader i halter mellan undersökningar vid olika årtal (medianvärden).

## ORD OCH BEGREPPSFÖRKLARINGAR

Avsättningsmagasin:	Betongkonstruktion där det fasta (suspenderade) materialet i viss mån sedimenterar och därmed avskiljs innan vattnet leds till recipienten.
COD <sub>cr</sub> :	Kemisk syreförbrukning (Eng. chemical oxygen demand). Analysen utförd med krom (Cr) som oxidationsmedel.
Dioxiner :	Polyklorerade dioxiner (PCDD) och dibenzofyraner (PCDF). Har aldrig producerats kommersiellt. Finns i spårmängder som oönskade föroreningar vid tillverkningen av vissa klorföreningar. Andra källor är sopförbränning och klorblekning av papper.
HAolja:	Högaromatisk olja. Restprodukt från smörjoljetillverkning. Används som mjukgörare i bildäck. Cancerogen p.g.a. höga PAH-halter.
Hårdhet:	Vattnets innehåll av kalcium och magnesium.
Kjeldahlkväve:	Summan av kväve bundet i organiska föreningar och ammoniumkväve.
Konduktivitet:	Elektrisk ledningsförmåga. Beroende av vattnets innehåll av lösta ämnen. Vägsalt ökar ledningsförmågan.
Lamellavskiljare:	Synonymt med lamellbrunn. Kallas ibland för lamelloljeavskiljare. Innehåller parallella skivor ("lameller") vilket ökar den tillgängliga sedimentationsytan. Utöver förmåga att avskilja ej emulgerad olja sker viss avskiljning av fast (suspenderat) material
Ammoniumkväve :	NH <sub>4</sub> -N
Nitratkväve:	NO <sub>3</sub> -N
Olja:	I denna rapport används beteckningen olja för opolära alifatiska kolväten som bland annat innefattar smörjolja och diesel.
PAH:	Polycykliska aromatiska kolväten. Samlingsnamn för hundratals olika föreningar med cancerogena egenskaper. Finns bland annat i HA-oljor som används som mjukgörare i bildäck, bitumen, tjära, sot. Bildas även när smörjoljor utsätts för höga temperaturer i motorer.
PCB :	Polyklorerade bifenyler (organiskt miljögift). Har förekommit i bl.a. fogmassor och transformatorer.
Sandfång:	Brunn placerad i ett ledningssystem. Avsedd för avskiljning av sand.
Suspenderat material:	Förkortas SS (Eng. suspended solids). Partiklar större än 1,8 µm.
Totalkväve:	Summan av Kjeldahlkväve och nitratkväve.
Toxicitetstester :	Görs genom att utsätta t.ex. en bakterie för olika spädningar av det aktuella vattnet. Mikrotestet genomförs med hjälp av en bakterie från marin miljö som utsänder ljus. Ljusproduktionen minskar med ökande toxicitet i provet.



Diagrammen visar medianvärden för samtliga undersökningar (•) samt högsta respektive lägsta värde för alla undersökningar (Δ resp.▽)



Diagrammen visar medianvärden för samtliga undersökningar (•) samt högsta respektive lägsta värde för alla undersökningar (Δ resp. ▽)

## Syfte och bakgrund

Sammanställningen av dagvattenundersökningar som utförts av Stockholm Vatten samt Gatu- och fastighetskontoret i Stockholm kommer att ligga till grund för en klassificering av dagvatten. Indelning av dagvatten i klasser utifrån markanvändning ingår som ett delprojekt i arbetet med att ta fram en dagvattenstrategi för Stockholm. Klasserna kommer att användas vid beslut om hur olika typer av dagvatten ska hanteras i olika situationer.

Inom Stockholm stad pågår ett arbete med att utarbeta en dagvattenstrategi där det utöver klassificeringen av dagvatten även ingår att klassificera recipienter och föreslå åtgärder för att minska föroreningstillförseln till dessa.

Denna litteraturstudie kommer att ingå som bilaga i en av projektets delrapporter, ”Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav- del 2, Dagvattenklassificering”. I den rapporten görs en mer ingående analys av de data som presenteras här, bland annat jämförs halterna med Naturvårdsverkets riktlinjer för miljö kvalitet.

## Provtagning och analys

De flesta analyser undantaget data från undersökningen ”Sätra” har utförts på Stockholm Vattens eget laboratorium<sup>1</sup>. Proverna från området ”Sätra” har tagits och även analyserats av VBB-VIAK som utfört undersökningen på uppdrag av Gatu- och fastighetskontoret i Stockholm. I alla övriga undersökningar har provtagning gjorts av personal från Stockholm Vatten.

De analyser som utförts av externa laboratorier är:

PAH, PCB, Dioxin : Institutet för tillämpad miljöteknik (ITM), Stockholms Universitet.

Klorfenoler, AOX : Vattenvårdslaboratoriet (VVL)

Olja : Vattenvårdslaboratoriet (VVL) och Analycen.

Partikelstorlek : Ytkemiska institutet (YKI).

Toxicitetstester : ITM och VVL (till viss del på Stockholm Vatten)

Alla analysdata avser totalhalter . Ingen uppdelning i lösta och fasta fraktioner finns redovisad, i referens {8} finns andelen lösta metaller för ett mindre antal prover redovisat.

Analysmetoderna har under den redovisade provtagningsperioden inte varit exakt desamma och har naturligtvis förfinats sedan början av 1990-talet. Med undantag av vissa värden på kväve från tidiga undersökningar (som markerats i redovisningen) har ingen hänsyn tagits till eventuella kvalitetskillnader i analysarbetet.

Analysmetoder finns redovisade i bilaga 12

Alla provtagningar med undantag av ”Bergslagsvägen, dike” har utförts i dagvattenledningar efter dagvattenbrunnar med sandfång. Provtagningen av dagvatten från ”Bergslagsvägen, dike” gjordes efter passage i ett dike. Passage genom diken påverkar i allmänhet föroreningsinnehållet genom att en varierande mängd av föroreningarna fastläggs i mark.

I samband med vissa undersökningar har analys utförts på sediment som ansamlats i reningsanläggningar {1, 5, 8} och i dagvattenbrunnar med sandfång {9}. Vid ett tillfälle har jordprover vid en trafikled analyserats {2}. Resultaten redovisas inte här, för närmare upplysningar hänvisas till respektive rapport.

---

<sup>1</sup> Av SWEDAC ackrediterat laboratorium sedan 1991.

## Provpunkter, fakta om tillrinningsområden.

Som framgår av figur 1 nedan ( se även bilagor med detaljerad information om tillrinningsområden) är de undersökningar av dagvatten som redovisas här spridda över hela Stockholm och utgör ett relativt brett urval av de olika markanvändningsområden som finns inom en storstad. Ändå kan inte dessa undersökningar ge en helt säker bild av hur stora föroreningsmängderna är i dagvatten från olika markanvändningsområden. Bland annat är antalet undersökningar av dagvatten från Stockholms innerstad ("Stenstaden") för litet för att säkra slutsatser om föroreningsmängder ska kunna dras. Även från industriområden och arbetsplats/service (innefattar områden med kontor, skolor, sjukhus etc.) saknas data.

De områden där provtagning av dagvatten skett har delats in i fyra huvudgrupper. Uppdelningen har gjorts utifrån vad som är möjligt med det befintliga materialet.

- Trafikleder (>30 000 fordon/dygn)
- Vägar (10 000- 30 000 fordon/dygn)
- Parkeringsplatser
- Bostadsområden (flerfamiljsbostäder resp. enfamiljsbostäder)

Provtagning av spolvatten från vägtunnlar har skett vid ett par tillfällen, dessa redovisas inte här.

I vissa områden har provtagning skett vid mer än ett tillfälle. Provtagningspunkten "Dike" skiljer sej från övriga provtagningar genom att dagvattnet passerat ett dike innan provtagning skett. Passage i dike reducerar normalt dagvattnets innehåll av föroreningar väsentligt.



Fig. A. Ungefärliga lägen för områden där dagvattenprover tagits..



## Trafikleder (>30 000 fordon/dygn)

Siffror efter namn, {-}, hänvisar till rapport i källförteckning

### Essingeleden (samma område som Blommensberg)

{10}	
Typ av tillrinningsområde:	trafikyta (tre filer i vardera riktningen), bron över Vintervikens dalgång
Hårdgjord yta (hektar):	0,8
Genomsläpplig yta (hektar):	-
Trafikmängd (fordon/dygn):	120 000
Provtagningsperiod:	april-92 t.o.m. maj-93
Antal prover:	6
Undersökningens syfte:	Kunskapsinhämtning, föroreningshalter i dagvatten

### Blommensberg (samma område som Essingeleden )

{8}	
Typ av tillrinningsområde:	trafikyta Essingeleden (tre filer i vardera riktningen)
Hårdgjord yta (hektar):	0,9
Genomsläpplig yta (hektar):	-
Trafikmängd (fordon/dygn):	120 000
Provtagningsperiod:	maj-96, oktober-96 t.o.m. maj-97, september -97
Antal prover:	32 (analys av fosfor och kväve gjort på 5 prov)
Undersökningens syfte:	Utvärdering av lamellavskiljare

### Norra Länken

{1}	
Typ av tillrinningsområde:	trafikyta; Norra Länken (tre filer i vardera riktningen), Solnabron
Hårdgjord yta (hektar):	5,4
Genomsläpplig yta (hektar):	1,3
Trafikmängd (fordon/dygn):	50 000 - 110 000
Provtagningsperiod:	juni-94 t.o.m. juni-95
Antal prover:	31 st
Undersökningens syfte:	Utvärdering av avsättningsmagasin

### Rännsten (Bergslagsvägen)

{2}	
Typ av tillrinningsområde:	trafikyta Bergslagsvägen (två filer i vardera riktningen)
Hårdgjord yta (hektar):	0,44
Genomsläpplig yta (hektar):	-
Trafikmängd (fordon/dygn):	33 000
Provtagningsperiod:	augusti-96 t.o.m. november-96
Antal prover:	11
Undersökningens syfte:	Kunskapsinhämtning, föroreningshalter i dagvatten

### Dike (Bergslagsvägen)

{2}	
Typ av tillrinningsområde:	trafikyta Bergslagsvägen (två filer i vardera riktningen) via dike
Hårdgjord yta (hektar):	0,52
Genomsläpplig yta (hektar):	0,32
Trafikmängd (fordon/dygn):	33 000
Provtagningsperiod:	augusti-96 t.o.m. november-96
Antal prover:	6
Undersökningens syfte:	Kunskapsinhämtning, föroreningshalter i dagvatten

## Vägar (10 000-20 000 fordon/dygn)

Siffror efter namn, {-}, hänvisar till rapport i källförteckning

### Tegelbacken

{10}

Typ av tillrinningsområde:	trafikyta inklusive refuger (två filer i vardera riktningen)
Hårdgjord yta (hektar):	0,7
Genomsläpplig yta (hektar):	-
Trafikmängd (fordon/dygn):	19 000
Provtagningsperiod:	april-92 t.o.m. maj-93
Antal prover:	6
Undersökningens syfte:	Kunskapsinhämtning, föroreningshalter i dagvatten

### Norr Mälarstrand

{5}

Typ av tillrinningsområde:	18% trafikyta Norr Mälarstrand (två filer i vardera riktningen) 51% trafikyta Polhemsgatan 31% takyta (plåt/tegel)
Hårdgjord yta (hektar):	0,21
Genomsläpplig yta (hektar):	-
Trafikmängd (fordon/dygn):	Norr Mälarstrand: 30 000 Polhemsgatan: 4000
Provtagningsperiod:	mars-94 t.o.m. augusti-95
Antal prover:	39 st
Undersökningens syfte:	Utvärdering av perkolationsanläggning kombinerat med geotextilfilter i dagvattenbrunnar.

### Älvsjövägen

{9}

Typ av tillrinningsområde:	trafikyta Älvsjövägen (en fil i vardera riktningen)
Hårdgjord yta (hektar):	0,14
Genomsläpplig yta (hektar):	-
Trafikmängd (fordon/dygn):	17 000
Provtagningsperiod:	maj-99 t.o.m. april-2000
Antal prover:	31 totalt (blandade till 12 st månadssamlingsprov) För PAH-prover: kvartalsprover (4 st)
Undersökningens syfte:	Utvärdering av geotextilfilter i dagvattenbrunnar

## Parkeringsplatser

Siffror efter namn, {-}, hänvisar till rapport i källförteckning

### **P-plats (Farsta, Farstaplan)**

{2}

Typ av tillrinningsområde:	parkeringsplats i Farsta C
Hårdgjord yta (hektar):	1,4
Genomsläpplig yta (hektar):	-
Trafikmängd:	500 p-platser (500-1500 fordon/dygn)
Provtagningsperiod:	augusti-96 t.o.m. november-96
Antal prover:	19
Undersökningens syfte:	Kunskapsinhämtning, föroreningshalter i dagvatten

### **P-plats (Farsta, Storforsplan)**

{4}

Typ av tillrinningsområde:	parkeringsplats i Farsta C
Hårdgjord yta (hektar):	1,4
Genomsläpplig yta (hektar):	-
Trafikmängd:	425 p-platser (500-1500 fordon/dygn)
Provtagningsperiod:	maj-juni 1998
Antal prover:	6
Undersökningens syfte:	Kunskapsinhämtning, föroreningshalter i dagvatten

### **P-plats (Rågsved)**

{4}

Typ av tillrinningsområde:	Bostadsparkering i förortsområde
Hårdgjord yta (hektar):	0,18
Genomsläpplig yta (hektar):	-
Trafikmängd:	54 p-platser
Provtagningsperiod:	juni 1998
Antal prover:	3
Undersökningens syfte:	Kunskapsinhämtning, föroreningshalter i dagvatten

### **P-plats (Terminalområde, Pripps Ulvsunda)**

{4}

Typ av tillrinningsområde:	Lastbilsparkering med lastkajer
Hårdgjord yta (hektar):	1,6
Genomsläpplig yta (hektar):	-
Trafikmängd:	60 p-platser (ca 200 fordon/dygn)
Provtagningsperiod:	maj-juni 1998
Antal prover:	5
Undersökningens syfte:	Kunskapsinhämtning, föroreningshalter i dagvatten

## Bostadsområden

Siffror efter namn, {-}, hänvisar till rapport i källförteckning

### Bastugatan

{10}

Typ av tillrinningsområde: 50% trafikyta och trottoar av smågatsten och kullersten  
50% takyta varav ca 300 m<sup>2</sup> koppartak och 4700 m<sup>2</sup> plåttak.

Hårdgjord yta (hektar): 1

Genomsläpplig yta (hektar): -

Trafikmängd (fordon/dygn): några hundra

Provtagningsperiod: april-92 t.o.m. maj-93

Antal prover: 6

Undersökningens syfte: Kuns kapsinhämtning, föroreningshalter i dagvatten

### Ma18, Farsta 1996 (samma område som 1993-1994)

{2}

Typ av tillrinningsområde: blandad bebyggelse: Farsta C, två större vägar samt div. mindre gator, bostadsområde med en- och flerfamiljshus

Hårdgjord yta (hektar): ca 41

Genomsläpplig yta (hektar): ca 41

Trafikmängd (fordon/dygn): Magelungsvägen (0,7 km) 11 000, Farstavägen (1,2 km) 10 000.

Provtagningsperiod: augusti-96 t.o.m. november-96

Antal prover: 14

Undersökningens syfte: Utvärdering av fällningsförsök.

### Ma18, Farsta 1993-1994 (samma område som 1996)

{7}

Typ av tillrinningsområde: blandad bebyggelse: Farsta C, två större vägar samt div. mindre gator, bostadsområde med en- och flerfamiljshus.

Hårdgjord yta (hektar): 41

Genomsläpplig yta (hektar): 41

Trafikmängd (fordon/dygn): Magelungsvägen (0,7 km) 11 000, Farstavägen (1,2 km) 10 000

Provtagningsperiod: 1993-1994 för fosfor och kväve, mars 1994 för metaller

Antal prover: ca 1000 prov för fosfor och kväve, 24 prov för metaller.

Undersökningens syfte: Utvärdering av översilningsyta/sedimentationsanläggning.

### Radhus (Farsta)

{2}

Typ av tillrinningsområde: radhusområde, takytor i tegel, fasader i tegel/puts, gångvägar, p-plats

Hårdgjord yta (hektar): 1,5

Genomsläpplig yta (hektar): 2,5

Trafikmängd (fordon/dygn): max 100

Provtagningsperiod: augusti-96 t.o.m. november-96

Antal prover: 9

Undersökningens syfte: Kuns kapsinhämtning, föroreningshalter i dagvatten

### Sätra

{3}

Typ av tillrinningsområde: radhusområde(6,5 hektar), villor (2,1 hektar), parkering (1,0 hektar)  
Vägar (0,7 hektar), flerfamiljshus (1,3 hektar)

Hårdgjord yta (hektar): ca 7

Genomsläpplig yta (hektar): 14,9

Trafikmängd (fordon/dygn): Okänd, troligen < 2000

Provtagningsperiod: juni-99 t.o.m. maj-00

Antal prover: 9 st (månadssamlingsprov)

Undersökningens syfte: Beslutsunderlag för en ev. ökad tillförsel av dagvatten till Sätraån.

### Nybohov (1-3)

Tre provtagningspunkter har använts i Nybohovsområdet som delats upp i tre delavrinningsområden, Nybohov 1, 2 och 3. Provpunkt A representerar området Nybohov 1, punkt B Nybohov 1+2 och punkt C Nybohov 1+2+3. Syftet med provtagningsarna var att verifiera och eventuellt justera en modell som beskriver och kvantifierar dagvattnets föroreningskällor samt att utreda olika åtgärders effekt på utsläppen till sjön Trekanten.

Siffror efter namn, {-}, hänvisar till rapport i källförteckning

#### Nybohov, provpunkt A (område 1)

{6}

Typ av tillrinningsområde: flerfamiljshus, innergård  
fasader i puts, gångvägar  
koppartak (543 m<sup>2</sup>)

Hårdgjord yta (hektar): 0,34  
Genomsläpplig yta (hektar): 0,26  
Trafikmängd (fordon/dygn): 0  
Provtagningsperiod: maj-98 t.o.m. november-98  
Antal prover: 7 st månadssamlingsprov baserade på 10 provtagningar  
Undersökningens syfte: Kunskapsinhämtning, föroreningshalter i dagvatten

#### Nybohov, provpunkt B(område 1+2)

{6}

Typ av tillrinningsområde: flerfamiljshus, innergårdar  
fasader i puts, gångvägar, p-plats,  
koppartak (991 m<sup>2</sup>), lokalgator

Hårdgjord yta (hektar): 2,8+0,34=3,14  
Genomsläpplig yta (hektar): 0,63+0,26=0,89  
Trafikmängd (fordon/dygn): 2000 (osäkert värde, uppskattat med utgångspunkt från punkt C)  
Provtagningsperiod: feb-98 t.o.m. oktober-98  
Antal prover: 9 st månadssamlingsprov baserade på 18 provtagningar  
Undersökningens syfte: Kunskapsinhämtning, föroreningshalter i dagvatten

#### Nybohov, provpunkt C(område 1+2+3)

{6}

Typ av tillrinningsområde: flerfamiljshus, innergårdar  
fasader i puts, gångvägar, p-plats,  
koppartak (2409 m<sup>2</sup>), lokalgator

Hårdgjord yta (hektar): 2,8+0,34+3,3=6,44  
Genomsläpplig yta (hektar): 0,63+0,26+1,65=2,54  
Trafikmängd (fordon/dygn): 4000  
Provtagningsperiod: feb-98 t.o.m. januari-99  
Antal prover: 12 st månadssamlingsprov baserade på 21 provtagningar  
Undersökningens syfte: Kunskapsinhämtning, föroreningshalter i dagvatten

## Halter - områdesvis

I tabellerna nedan redovisas de flesta av de undersökta parametrarna. Indelningen av tillrinningsområden har skett med utgångspunkt från vad det samlade undersökningsmaterialet tillåter.

I tabellerna A - C finns högsta och lägsta medianvärde (median) för de olika undersökningarna samt högsta och lägsta enskilda värden (min – max) redovisade. I tabellerna finns även äldre data för bly med (undersökningar 1992-1993), efter 1995 är bly bortaget i bensen, se vidare i sammanfattning.

Tabell A. Vägar

Ämne (Totalhalt)	Enhet	Vägar(8 000-19 000 fordon/dygn) 3 undersökningar <sup>c</sup>		Trafikleder(33 000- 120 000 fordon/dygn) 4 undersökningar <sup>d</sup>	
		median	min-max	median	min-max
SS	mg/l	41-175	6-1899	136-320	34-1295
N <sup>a</sup> (kväve)	mg/l	1,7-2,9	0,3-4,6	2,1-3,3	0,4-5,5
P (fosfor)	mg/l	0,17-0,28	0,04-1,6	0,30-0,36	0,1-9,3 <sup>b</sup>
Pb	µg/l	15-62	2-170	41-103	2-1200
Cd	µg/l	0,3-0,4	0,1-1,7	0,4-1,5	0,1-9,5 <sup>b</sup>
Hg	µg/l	0,1-0,2	<0,1-2,1	0,1-0,2	<0,1-3,1
Cu	µg/l	52-74	2-240	70-110	28-800
Zn	µg/l	180-310	9-1200	260-1100	59-4400 <sup>b</sup>
Ni	µg/l	5-8	<1-30	9-19	3-290 <sup>b</sup>
Cr	µg/l	6-27	<1-98	10-41	<1-260 <sup>b</sup>
Olja <sup>a</sup>	mg/l	0,5-0,84	0,1-7,2	0,8-1,2	0,2-20
PAH (15st föreningar)	µg/l		0,9-8,5	-	0,9-15,5

<sup>a</sup> : Data från 1992-1993 uteslutna p.g.a. osäker analysmetod, kvarstår 2 respektive 3 undersökningar för "vägar" respektive "trafikleder".

<sup>b</sup> : Extremvärde i samband med snösmältning från Essingeleden 1993.

<sup>c</sup> : Tegelbacken, Norr mälärstrand och Älvsjövägen.

<sup>d</sup> : Essingeleden, Blommensberg och Norra länken.

Tabell B. Parkeringsplatser

Ämne (Totalhalt)	Enhet	P-platser 4 undersökningar	
		median	min-max
SS	mg/l	40-355 <sup>a</sup>	10-880 <sup>a</sup>
N (kväve)	mg/l	1,1 <sup>b</sup>	0,5-3,2 <sup>b</sup>
P (fosfor)	mg/l	0,1 <sup>b</sup>	0,02-0,2 <sup>b</sup>
Pb	µg/l	11-38	3-60
Cd	µg/l	0,2-0,5	0,09-1,9
Hg	µg/l	<0,2 <sup>b</sup>	<0,2 <sup>b</sup>
Cu	µg/l	30-72	16-98
Zn	µg/l	105-330	50-780
Ni	µg/l	-	-
Cr	µg/l	3-27	1-39
Olja	mg/l	0,59-1,1	0,3-6,8
PAH (15st föreningar)	µg/l	-	0,95-2,1 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> : Misstänkt höga värden för tre undersökningar 1998.

<sup>b</sup> : Endast en provpunkt.

Tabell C. Bostadsområden

Ämne Totalhalt	Enhet	Bostadsområden Flerfamiljsfastigheter 6 undersökningar <sup>d</sup>		Bostadsområden Enfamiljsfastigheter 2 undersökningar <sup>e</sup>	
		median	min-max	median	min-max
SS	mg/l	22-156	6-459 <sup>a</sup>	19-36	<2-130
N (kväve)	mg/l	0,8-1,9	0,4-4,6	1-1,6	0,5-2,9
P (fosfor)	mg/l	0,13-0,33	0,03-0,83	0,09	0,01-0,23
Pb	µg/l	8-62	1-86	6-8	3-55
Cd	µg/l	0,1-2,0	0,03-3,3	0,2-0,3	<0,1-1,8
Hg	µg/l	<0,1 <sup>a</sup>	<0,1-0,7 <sup>a</sup>	<0,2 <sup>b</sup>	<0,2 <sup>b</sup>
Cu	µg/l	170-550 <sup>c</sup>	50-1300 <sup>c</sup>	40-62	10-78
Zn	µg/l	37-1000 <sup>c</sup>	10-1500 <sup>c</sup>	76-110	23-200
Ni	µg/l	3-12	2-33	5 <sup>b</sup>	2-8 <sup>b</sup>
Cr	µg/l	2-14	1-45	4	1-18
Olja	mg/l	0,5 <sup>b</sup>	0,2-2,8 <sup>b</sup>	0,2-0,6	0,1-1,2
PAH (15st föreningar)	µg/l	-	0,1-3,7 <sup>a</sup>	-	-

<sup>a</sup> : 2-4 undersökningar.

<sup>b</sup> : En undersökning.

<sup>c</sup> : Höga värden kopplade till dagvatten från takbeklädnader av plåt och koppar.

<sup>d</sup> : Ma 18 1994 och 1996, Nybohov 1-3, Bastugatan.

<sup>e</sup> : Radhus (Farsta) och Sätra.

## Halter - ämnesvis

### Suspenderat material

Som framgår av tabell 1 och figur 1 på omstående sida finns de högsta halterna av suspenderat material i dagvatten från trafikleder och vägar. Halterna är väsentligt lägre i dagvatten från bostadsområden med lokalgator. Eftersom en stor andel av övriga föroreningar är knutna till det suspenderade materialet gäller detta i stort sätt även övriga undersökta parametrar.

Kopplingen till trafiken blir speciellt tydlig om innehållet i dagvatten från de tre undersökningarna i Nybovsområdet jämförs. Område A saknar helt trafik, B har en mindre trafikmängd med slutligen C har en väsentligt större trafikintensitet.

Att Älvsjövägen med en lägre trafikmängd än Norra Länken och Bergslagsvägen (rännssten) ändå har högre halter kan förklaras med att vägen endast har en fil i vardera riktningen vilket teoretiskt bör ge en större koncentration av föroreningar i dagvattnet. En annan bidragande orsak kan vara de bullerplank som finns. Dessa fångar antagligen in en hel del material som sedan på grund av markens lutning in mot vägbanan åter hamnar i dagvattnet vid regn och snösmältning.

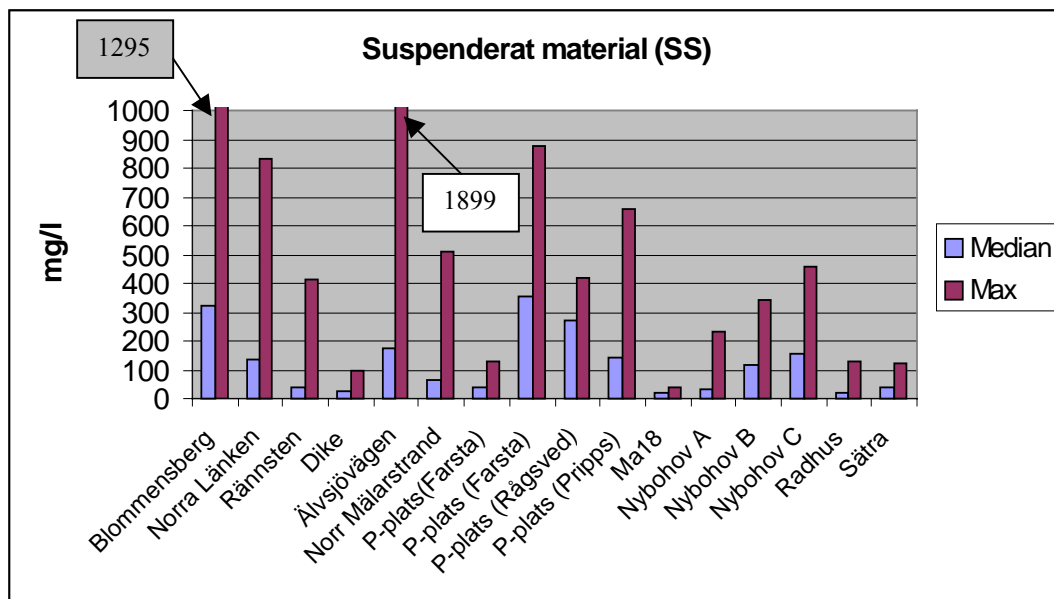
Det extremvärde (1295 mg/l) som finns i ett prov från Essingeleden (Blommensberg) är från en snösmältning. Även det maximalt uppmätta värdet från Älvsjövägen är från en vinterprovtagning. På grund av halkbekämpning och dubbdäcksanvändning är halterna av suspenderat material högre vintertid. Sker dessutom en ansamling under en snörik period blir halterna höga vid avrinning i samband med snösmältning.

Skillnaden i halter är stor mellan de undersökningar som gjordes på tre parkeringsplatser maj- juni 1998 och undersökningen vid Farstaplan augusti- november 1996. En förklaring kan vara att Farstaplan undersöktes på hösten innan användning av dubbdäck och halkbekämpning påbörjats. I bland sker vårstädningen av gator en bit in i maj vilket kan ha bidragit till de höga halterna i de andra undersökningarna. Generellt sett är alltid halterna lägst tidig höst då sommar och höstregn sköljt bort mycket av partiklarna på vägarna.



Tabell 1

Susp material (mg/l)	Årtal	Median	Medel	Min	Max
Blommensberg	1996-1997	320	387	48	1295
Norra Länken	1994-1995	136	248	34	835
Rännsten(Bergslagsv.)	1996	41	93	6	416
Dike (Bergslagsv.)	1996	28	36	9	98
Älvsjövägen	1999-2000	175	271	20	1899
Norr Mälarstrand	1994-1995	66	120	6	510
P-plats(Farsta)	1996	40	45	10	130
P-plats (Farsta)	1998	355	407	160	880
P-plats (Rågsved)	1998	270	293	190	420
P-plats (Pripps)	1998	140	242	110	660
Ma18	1996	22	23	6	40
Nybohov A	1998	35	76	6	233
Nybohov B	1998	118	141	12	340
Nybohov C	1998-1999	156	180	50	459
Radhus (Farsta)	1996	19	35	6	130
Sättra	1999-2000	36	42	1	120



Figur 1

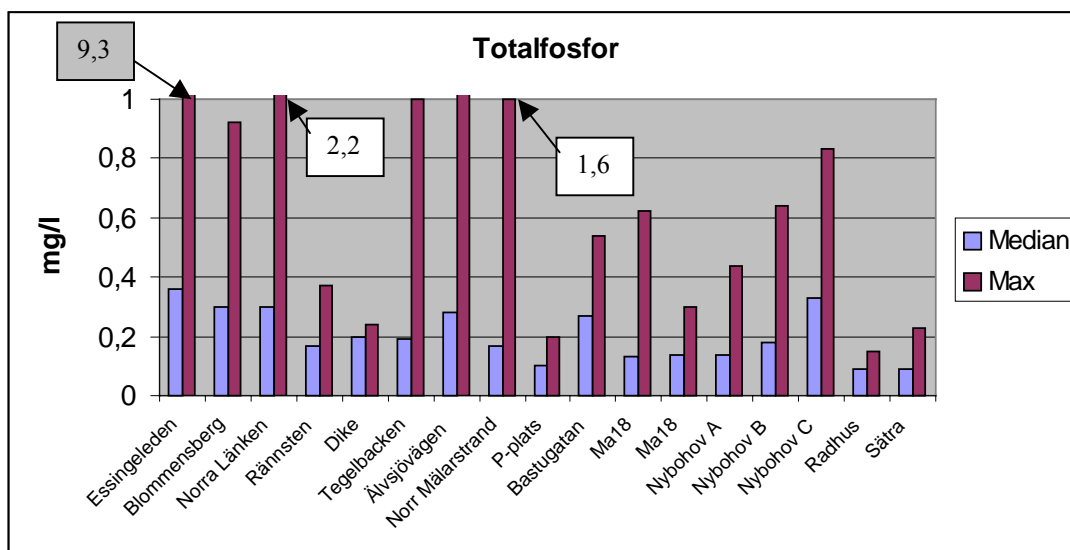
## Totalfosfor

Liksom för suspenderat material så är fosforhalterna kopplade till trafikintensiteten (se tabell 2 och figur 2). Fosfor är till största delen bundet till det suspenderade materialet. I stort sett följer fosfor samma mönster som suspenderat material med undantaget att skillnaderna inte är lika uttalade mellan bostadsområden och vägar. Varifrån den trafikrelaterade fosfor kommer är inte helt klarlagt. Tänkbara källor kan vara bilvårdsprodukter, vägbeläggningen och bränsle.

Det extremt höga värdet från Essingeleden är från en provtagning av dagvatten i samband med snösmältning. Snösmältning ger ofta mycket höga föroreningshalter (se vidare ”Suspenderat material”). Även övriga maxvärden från vägar är från vinterprovtagningar.

Tabell 2

Totalfosfor (mg/l)	Årtal	Median	Medel	Min	Max
Essingeleden	1992-1993	0,36	1,82	0,22	9,3
Blommensberg	1996-1997	0,3	0,5	0,2	0,92
Norra Länken	1994-1995	0,3	0,4	0,1	2,2
Rännsten(Bergslagsv.)	1996	0,17	0,19	0,06	0,37
Dike (Bergslagsv.)	1996	0,2	0,18	0,08	0,24
Tegelbacken	1992-1993	0,19	0,31	0,05	1
Älvsjövägen	1999-2000	0,28	0,44	0,07	1,6
Norr Mälärstrand	1994-1995	0,17	0,24	0,04	1
P-plats	1996	0,1	0,1	0,02	0,2
Bastugatan	1992-1993	0,27	0,35	0,25	0,54
Ma18	1996	0,13	0,21	0,09	0,62
Ma18	1993-1994	0,14	0,14	0,05	0,3
Nybohov A	1998	0,14	0,18	0,03	0,44
Nybohov B	1998	0,18	0,25	0,07	0,64
Nybohov C	1998-1999	0,33	0,33	0,07	0,83
Radhus (Farsta)	1996	0,09	0,08	0,02	0,15
Sättra	1999-2000	0,09	0,1	0,01	0,23



Figur 2

## Totalkväve

Av tabell och figur 3 framgår det att kväve inte i samma utsträckning är kopplad till det suspenderade materialet som fosfor och andra parametrar. Förklaringen är att kväve till större andel än andra föroreningar förekommer som lösta fraktioner (nitrat- och ammoniumkväve).

En viss koppling till trafiken finns men är inte så uttalad. Atmosfäriskt nedfall står för en stor andel av kvävet i dagvatten vilket förklarar de mindre uttalade skillnaderna mellan olika områdestyper.

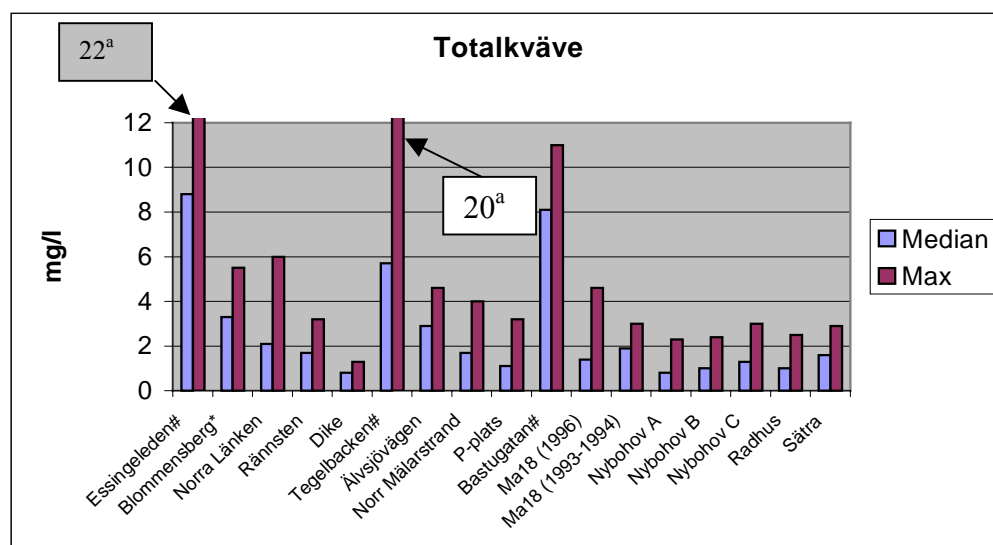
De högre värden för undersökningar gjorda 1992-1993 är inte pålitliga på grund av att den då använda analysmetoden inte kan betraktas som tillförlitlig.

Tabell 3

Totalkväve (mg/l)	Årtal	Median	Medel	Min	Max
Essingeleden <sup>a</sup>	1992-1993	8,8	11	3,7	22
Blommensberg <sup>b</sup>	1996-1997	3,3	3,5	3,1	5,5
Norra Länken	1994-1995	2,1	2,3	0,4	6
Rännsten(Bergslagsv.)	1996	1,7	1,7	0,3	3,2
Dike (Bergslagsv.)	1996	0,8	0,8	0,6	1,3
Tegelbacken <sup>a</sup>	1992-1993	5,7	7,6	2,2	20
Älvsjövägen	1999-2000	2,9	3	0,8	4,6
Norr Mälärstrand	1994-1995	1,7	1,8	0,3	4
P-plats	1996	1,1	1,3	0,5	3,2
Bastugatan <sup>a</sup>	1992-1993	8,1	8,2	5,1	11
Ma18 (1996)	1996	1,4	2,2	0,8	4,6
Ma18 (1993-1994)	1993-1994	1,9	1,9	0,8	3
Nybohov A	1998	0,8	0,9	0,4	2,3
Nybohov B	1998	1	1,4	0,7	2,4
Nybohov C	1998-1999	1,3	1,5	0,7	3
Radhus (Farsta)	1996	1	1,2	0,5	2,5
Sätra	1999-2000	1,6	1,6	1	2,9

<sup>a</sup> : Den analysmetod som användes (UV-metod) ger misstänkt höga värden

<sup>b</sup> : Totalkväve beräknat som summan av nitratkväve och Kjeldalkväve.



<sup>a</sup> : Den analysmetod som användes (UV-metod) ger misstänkt höga värden

Figur 3

## Bly

Bly är den metall som förekommer mest i partikelform och därmed är kopplad till det suspenderade materialet. Innan bly i bensin förbjöds 1995<sup>2</sup> stod trafiken för mycket stora utsläpp. Det framgår tydligt av resultaten från Essingeleden och Tegelbacken 1992-1993 som numera inte är representativa. Extremvärdet från Essingeleden är från en provtagning gjord vid snösmältning (se tabell och figur 4).

Det är intressant att notera att även bostadsområdet Bastugatan hade förhöjda halter. Om källan även här är trafiken (genom atmosfäriskt nedfall) eller bly i byggnader är inte känt.

Av intresse är också de förhöjda halterna i dagvatten från Bergslagsvägen ("Dike") relativt Bergslagsvägen ("Rännsten"). Provtagningarna gjordes efter att bly tagits bort från bensinen. Troligen fanns bly kvar i diket sediment vilket visar att vägdiken inte bara kan reducera halterna av föroreningar utan även bidra. Vilken effekt diket får beror på halterna i dagvattnet. När bly användes i bensin hade diket troligen en renande effekt, en period efter blyförbudet var det istället en föroreningskälla. Om diket fortfarande släpper bly är okänt.

Att bly även idag är trafikrelaterat trots att blyad bensin är borta beror till största delen på det bly som finns i bromsbelägg. Även balansvikter på hjul och eventuellt också vägbeläggningen kan bidra.

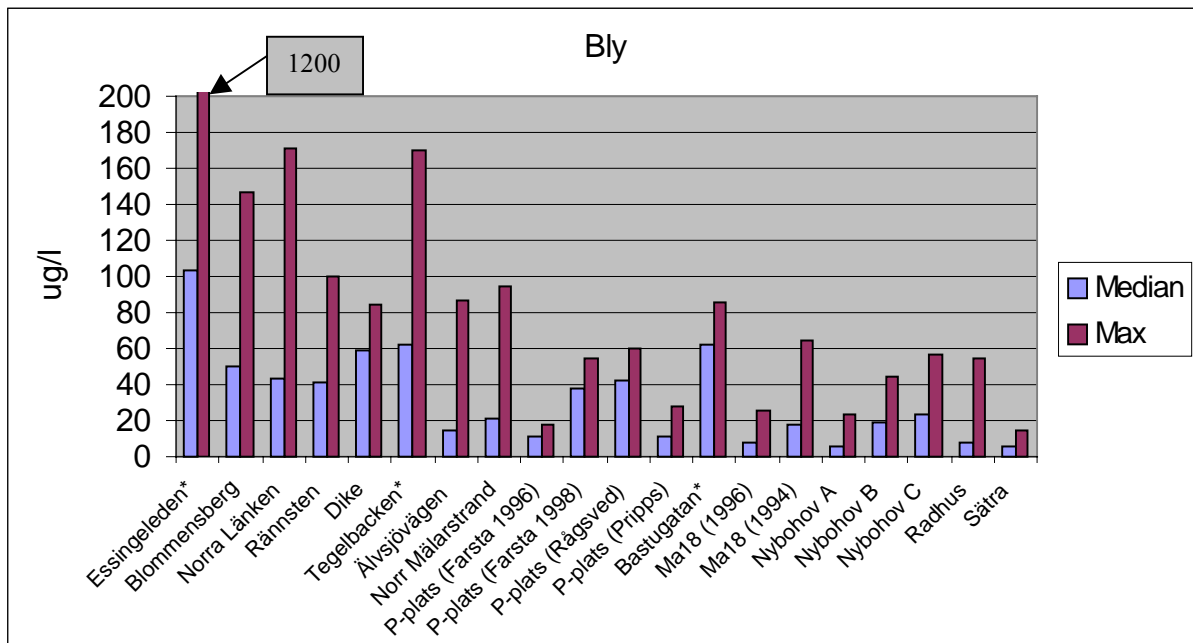
---

<sup>2</sup> I praktiken hade användningen av blyad bensin redan upphört då förbudet inträdde.

Tabell 4

Bly ( $\mu\text{g/l}$ )	Årtal	Median	Medel	Min	Max
Essingeleden*	1992-1993	103	273	4	1200
Blommensberg	1996-1997	50	56	2	147
Norra Länken	1994-1995	43	61	3	171
Rännsten(Bergslagsv.)	1996	41	43	12	100
Dike (Bergslagsv.)	1996	59	55	6	85
Tegelbacken*	1992-1993	62	88	<1	170
Älvsjövägen	1999-2000	15	25	2	87
Norr Mälarsstrand	1994-1995	21	30	2	94
P-plats (Farsta 1996)	1996	11	11	3	18
P-plats (Farsta 1998)	1998	38	38	26	54
P-plats (Rågsved)	1998	42	47	39	60
P-plats (Pripps)	1998	11	14	8	28
Bastugatan*	1992-1993	62	53	13	86
Ma18 (1996)	1996	8	9	1	26
Ma18 (1994)	1993-1994	18	21	2	65
Nybohov A	1998	6	8	1	23
Nybohov B	1998	19	21	4	45
Nybohov C	1998-1999	23	28	8	57
Radhus (Farsta)	1996	8	15	3	55
Sätra	1999-2000	6	8	5	15

\* : Gamla data, blyad bensin användes fortfarande vid provtagningarna.



\* : Gamla data, blyad bensin användes fortfarande vid provtagningarna.

Figur 4.

## Koppar

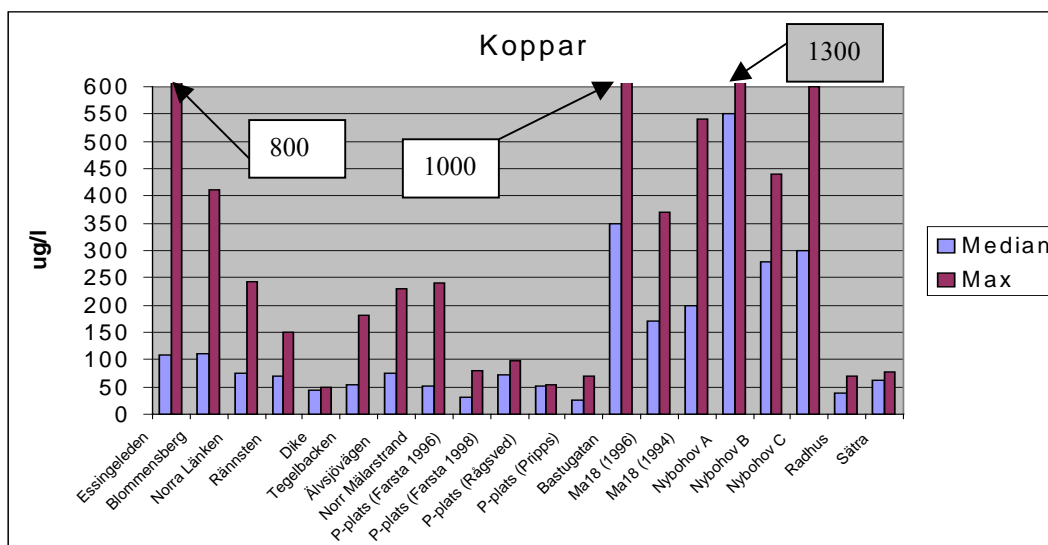
Som framgår av tabell och figur 5 är det inte trafiken som ger de högsta halterna utan istället dagvatten från bostadsområden. Orsaken är de koppartak som finns i samtliga undersökta områden med flerfamiljsbostäder. Speciellt tydligt är detta för området Nybohov A där tillrinningsområdet består av en innergård utan trafik samt ett tak delvis med kopparbeklädning.

Till skillnad mot den trafikgenererade kopparn är koppar i dagvatten från tak inte partikelbunden utan förekommer till största delen i löst form.

Samtliga maxvärden för koppar från trafikleder är uppmätta på vintern och i vissa fall i samband med snösmältning.

Tabell 5

Koppar (µg/l)	Årtal	Median	Medel	Min	Max
Essingeleden	1992-1993	108	220	24	800
Blommensberg	1996-1997	110	135	28	410
Norra Länken	1994-1995	74	99	30	242
Rännsten(Bergslagsv.)	1996	70	72	30	150
Dike (Bergslagsv.)	1996	45	42	30	50
Tegelbacken	1992-1993	55	74	2	180
Älvsjövägen	1999-2000	74	79	7	230
Norr Mälarstrand	1994-1995	52	67	11	240
P-plats (Farsta 1996)	1996	30	39	20	80
P-plats (Farsta 1998)	1998	72	69	39	98
P-plats (Rågsved)	1998	53	47	33	55
P-plats (Pripps)	1998	25	33	16	71
Bastugatan	1992-1993	350	443	160	1000
Ma18 (1996)	1996	170	187	50	370
Ma18 (1994)	1993-1994	200	233	51	540
Nybohov A	1998	550	609	130	1300
Nybohov B	1998	280	278	180	440
Nybohov C	1998-1999	300	315	170	600
Radhus (Farsta)	1996	40	39	20	70
Sätra	1999-2000	62	56	10	78



Figur 5

## Zink

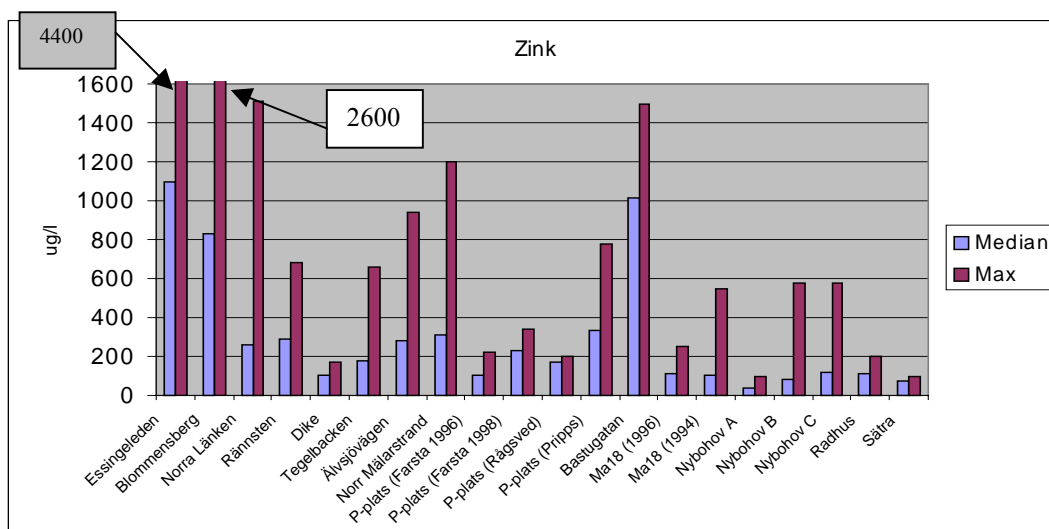
Höga zinkhalter förekommer, som framgår av tabell och figur 6, framförallt i trafikdagvatten där bildäcken utgör en känd källa. Även de numer vanliga galvaniserade karosserna på bilar kan tänkas bidra.

En indikation på att bostadsområden med plåttak kan utgöra en stor källa för zink är den provtagning som gjordes 1992- 1993 på Bastugatan. Tillrinningsområdet består till ca hälften av taktytor med plåttak. Om de höga halterna är representativa för bostadsområden med målade plåttak är osäkert. Det är inte heller klarlagt om zinken kommer från hela ytan bestående av plåttak eller om utsläppen är koncentrerade till de delar där skyddsfärg saknas.

Maximala värden från trafikleder är uppmätta i samband med snösmältning. Värt att notera är att den maximala zinkhalten (se även kadmium) i dagvatten från Essingeleden (Blommensberg 1997) uppmättes efter saltning av vägbanan i samband med extrem halka. Detta kan tyda på att vägsaltet innehöll höga halter zink eller att vägsaltet på annat sätt bidrog till ökade halter.

Tabell 6

Zink (µg/l)	Årtal	Median	Medel	Min	Max
Essingeleden	1992-1993	1100	1512	270	4400
Blommensberg	1996-1997	830	940	270	2600
Norra Länken	1994-1995	261	399	59	1513
Rännsten(Bergslagsv.)	1996	290	296	90	680
Dike (Bergslagsv.)	1996	105	110	70	170
Tegelbacken	1992-1993	180	274	9	660
Älvsjövägen	1999-2000	285	310	74	940
Norr Mälarstrand	1994-1995	310	370	120	1200
P-plats (Farsta 1996)	1996	105	117	50	220
P-plats (Farsta 1998)	1998	230	248	170	340
P-plats (Rågsved)	1998	170	163	120	200
P-plats (Pripps)	1998	330	404	260	780
Bastugatan	1992-1993	1015	1037	600	1500
Ma18 (1996)	1996	110	117	50	250
Ma18 (1994)	1993-1994	105	143	46	550
Nybohov A	1998	37	47	10	100
Nybohov B	1998	83	139	46	580
Nybohov C	1998-1999	120	186	63	580
Radhus (Farsta)	1996	110	110	50	200
Sätra	1999-2000	76	73	23	93



Figur 6

## Kadmium

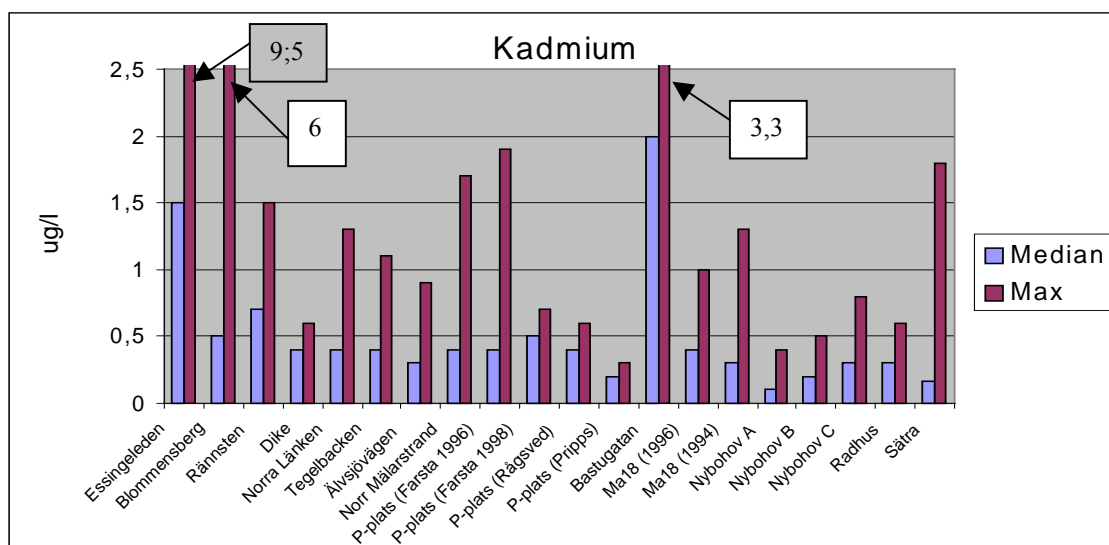
Höga halter kadmium är ofta kopplat till höga zinkhalter då kadmium förekommer som förorening i zink. Detta är tydligt för vissa provpunkter som Essingeleden, Blommensberg och Bastugatan. Kopplingen till trafiken är dock inte lika uttalad. En del kadmium kan antas komma genom atmosfäriskt nedfall.

För trafikleder och bostadsområdet Bastugatan hänvisas till kommentarer för zink.

Det relativt höga maxvärdet för enfamiljsområdet Sättra är svårt att förklara, här saknas en tydlig koppling till zink. En förklaring kan vara att cigarettfimpar, som innehåller höga halter kadmium, har hamnat i det provtagna dagvattnet.

Tabell 7

Kadmium ( $\mu\text{g/l}$ )	Årtal	Median	Medel	Min	Max
Essingeleden	1992-1993	1,5	2,7	0,8	9,5
Blommensberg	1996-1997	0,5	0,9	0,2	6
Rännsten(Bergslagsv.)	1994-1995	0,7	0,9	0,4	1,5
Dike (Bergslagsv.)	1996	0,4	0,3	0,1	0,6
Norra Länken	1996	0,4	0,5	0,1	1,3
Tegelbacken	1992-1993	0,4	0,6	<0,1	1,1
Älvsjövägen	1999-2000	0,3	0,4	0,1	0,9
Norr Mälärstrand	1994-1995	0,4	0,5	0,1	1,7
P-plats (Farsta)	1996	0,4	0,5	0,1	1,9
P-plats (Farsta)	1998	0,5	0,45	0,09	0,7
P-plats (Rågsved)	1998	0,4	0,46	0,4	0,6
P-plats (Pripps)	1998	0,2	0,2	0,1	0,3
Bastugatan	1992-1993	2	1,7	0,7	3,3
Ma18	1996	0,4	0,5	0,2	1
Ma18	1993-1994	0,3	0,34	0,1	1,3
Nybohov A	1998	0,1	0,14	0,03	0,4
Nybohov B	1998	0,2	0,22	0,07	0,5
Nybohov C	1998-1999	0,3	0,31	0,1	0,8
Radhus (Farsta)	1996	0,3	0,3	0,2	0,6
Sättra	1999-2000	0,17	0,58	<0,1	1,8



Figur 7



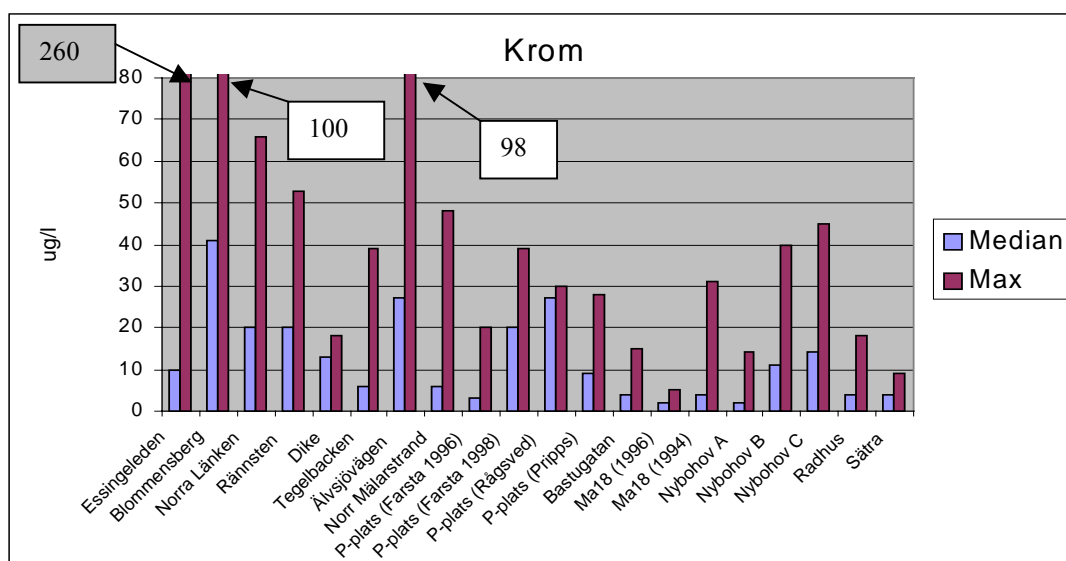
## Krom

Kromhalterna är i hög grad trafikrelaterade (se tabell och figur 8). En jämförelse mellan provtagningarna på Essingeleden 1992- 1993 respektive 1996- 1997 (Blommensberg) visar att kromhalten i vägdagvattnet har ökat med en faktor 4 under perioden mellan provtagningarna. Krom är den enda tungmetallen som förekommer i signifikant högre halter i den senare undersökningen. Allmänt sett är halterna högre i dagvatten provtaget från och med 1995 vilket kan innebära att användandet av trafikrelaterat krom och/eller kromhaltiga ämnen har ökat under 1990-talet.

De maximala värdena för trafikleder och vägar (ej Bergslagsvägen, Dike och Rännsten) är uppmätta i samband med vinterväglag och snösmältning.

Tabell 8

Krom (µg/l)	Årtal	Median	Medel	Min	Max
Essingeleden	1992-1993	10	54	4	260
Blommensberg	1996-1997	41	43	8	100
Norra Länken	1994-1995	20	25	3	66
Rännsten(Bergslagsv.)	1996	20	22	10	53
Dike (Bergslagsv.)	1996	13	12	2	18
Tegelbacken	1992-1993	6	17	< 1	39
Älvsjövägen	1999-2000	27	29	2	98
Norr Mälarstrand	1994-1995	6	10	< 1	48
P-plats (Farsta 1996)	1996	3	5	1	20
P-plats (Farsta 1998)	1998	20	24	16	39
P-plats (Rågsved)	1998	27	25	18	30
P-plats (Pripps)	1998	9	14	8	28
Bastugatan	1992-1993	4	5	1	15
Ma18 (1996)	1996	2	2,4	1	5
Ma18 (1994)	1993-1994	4	6	1	31
Nybohov A	1998	2	5	0,5	14
Nybohov B	1998	11	12	1	40
Nybohov C	1998-1999	14	17	4	45
Radhus (Farsta)	1996	4	6	1	18
Sätra	1999-2000	4	5	3	9



Figur 8

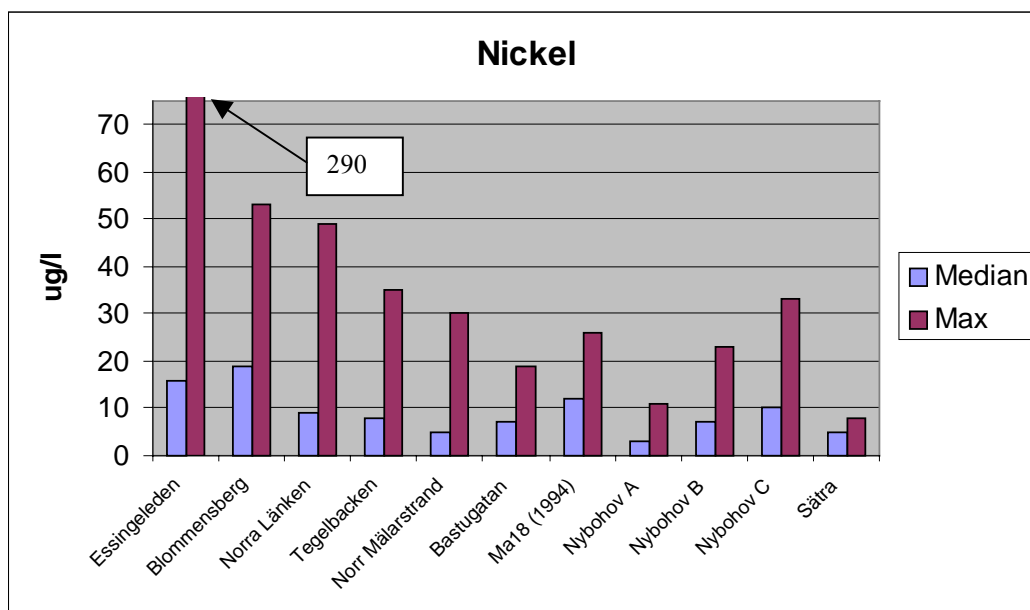
## Nickel

Antalet provtagningar där nickel analyserats är färre än för övriga metaller. Liksom för övriga metaller finns ett samband mellan trafikarbete och halter i dagvatten vilket framgår tydligt av undersökningarna i Nybohovsområdet.

Maximala värden för trafikleder är uppmätta i samband med vinterväglag/snösmältning.

Tabell 9

Nickel ( $\mu\text{g/l}$ )	Årtal	Median	Medel	Min	Max
Essingeleden	1992-1993	16	64	8	290
Blommensberg	1996-1997	19	21	6	53
Norra Länken	1994-1995	9	13	3	49
Tegelbacken	1992-1993	8	15	2	35
Norr Mälärstrand	1994-1995	5	7	< 1	30
Bastugatan	1992-1993	7	9	2	19
Ma18 (1994)	1993-1994	12	15	7	26
Nybohov A	1998	3	5	2	11
Nybohov B	1998	7	9	3	23
Nybohov C	1998-1999	10	12	4	33
Sätra	1999-2000	5	5	2	8



Figur 9

## Övriga metaller

Utöver de parametrar som redovisats var för sig har andra analyser gjorts i vissa av de här redovisade undersökningarna. Resultaten presenteras här endast översiktligt.

Kvicksilver har analyserats i vissa av undersökningarna. Med undantag av enstaka tillfällen understiger halterna den aktuella analysmetodens detektionsgräns (0,1 alt. 0,2 µg/l). Noterbart är att den snösmältning som gav de högsta halterna för majoriteten av de analyserade parametrarna (Essingeleden 1992) endast gav en kvicksilverhalt på 0,4 µg/l. I dagvatten från Norra Länken är kvicksilverhalterna då och då förhöjda (maxvärde 3,1 µg/l) vilket kan förklaras med närheten till Norra krematoriet<sup>3</sup>. Något uttalat samband mellan trafikintensitet och kvicksilverhalter i dagvatten går inte att påvisa.

Analyser av mangan och järn redvisas inte här då dessa metaller inte är intressanta ur miljösynvinkel.

Analyser av kobolt har utförts vid fyra undersökningar, se tabell nedan. Maxvärdet för kobolt i dagvatten från Essingeleden uppmättes i samband med snösmältning.

Kobolt µg/l	årtal	median	medel	min	max
Essingeleden	1992-1993	7	35	4	170
Tegelbacken	1992-1993	5	8	<1	23
Bastugatan	1992-1993	4	3	1	6
MA 18	1994	4	5	1	14

<sup>3</sup> Kvicksilvret i rökgaserna från krematorier härstammar från amalgamplomber.

## Olja

Halterna av olja ligger generellt sett under 1 mg/l med undantag av de undersökningar som genomfördes i början av 1990- talet (Essingeleden, Tegelbacken). Orsaken är troligen den förnyelse av bilparken som skett under perioden.

Maximala halter i dagvatten från Essingeleden, Norra Länken och Tegelbacken är uppmätta vid vinterväglag/snösmältning. Övriga maxhalter verkar bero på utsläpp av tillfällig karaktär.

Värt att notera är de låga halterna från provtagningspunkten Dike.

Tabell 10

Olja (opolära alifatiska kolväten) (mg/l)	Årtal	Median	Medel	Min	Max
Essingeleden*	1992-1993	4,65	15,3	0,96	73
Blommensberg	1996-1997	1,1	1,5	0,3	4,4
Norra Länken	1994-1995	1,2	4,2	0,3	20
Rännsten (Bergslagsv.)	1996	0,8	1,6	0,2	4,6
Dike (Bergslagsv.)	1996	0,23	0,23	0,2	0,25
Tegelbacken*	1992-1993	3,4	3,8	0,73	6,8
Älvsjövägen	1999-2000	0,84	1,6	0,21	7,2
Norr Mälärstrand	1994-1995	0,5	1	0,1	1,7
P-plats (Farsta 1996)	1996	1	1,4	0,3	6,8
P-plats (Farsta 1998)	1998	0,74	0,86	0,39	1,6
P-plats (Rågsved)	1998	0,59	0,54	0,37	0,68
P-plats (Pripps)	1998	1,1	1,1	0,46	1,47
Bastugatan*	1992-1993	1,05	0,9	0,32	1,1
Ma18 (1996)	1996	0,5	0,8	0,2	2,8
Radhus (Farsta)	1996	0,6	0,6	0,2	1,2
Sättra	1999-2000	0,24	0,33	0,12	1,1

\* : Äldre ,ej längre representativa undersökningar.



Figur 10. \* : Äldre ,ej längre representativa undersökningar.

## PAH

På grund av de fåtal analyser av PAH som gjorts redovisas inte median och medelvärden utan endast max och min.

I de flesta undersökningarna är de maximala halterna uppmätta under vintersäsongen. PAH halterna i dagvatten är till stor del trafikrelaterade vilket framgår tydligt av det låga värdet för området Nybohov A som helt saknar biltrafik.

De tidiga mätningarna avviker inte nämnvärt från data av senare datum. Det ligger nära till hands att tro att den modernare bilparken (analogt med resonemanget kring oljehalterna) har bidragit till minskade utsläpp av trafikrelaterad PAH men detta verkar inte vara fallet.

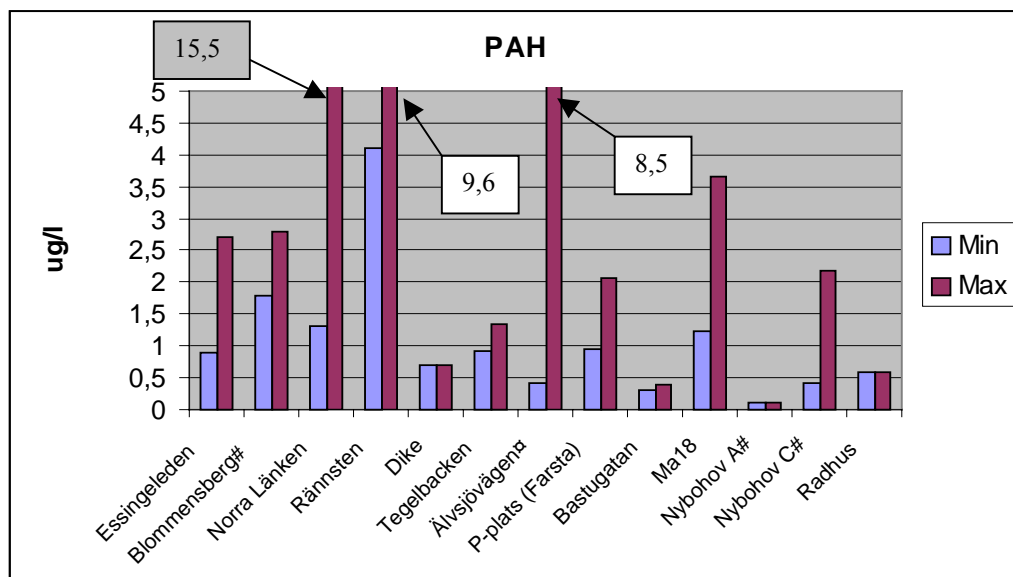
Tabell 11

PAH <sup>1</sup> (µg/l)	Årtal	Antal prov	Min	Max	Min (BaP)	Max (BaP)
Essingeleden	1992-1993	2	0,89	2,7	0,06	0,13
Blommensberg <sup>2</sup>	1996-1997	2	1,78	2,8	0,18	0,29
Norra Länken	1994-1995	4	1,31	15,5	0,07	1,08
Rännsten(Bergslagsv.)	1996	3	4,1	9,65	0,24	0,72
Dike (Bergslagsv.)	1996	1	0,7	0,7	0,05	0,05
Tegelbacken	1992-1993	2	0,91	1,35	0,04	0,06
Älvsjövägen <sup>3</sup>	1999-2000	4	0,42	8,48	0,02	0,4
P-plats (Farsta)	1996	4	0,95	2,06	0,04	0,08
Bastugatan	1992-1993	2	0,3	0,38	0,02	0,03
Ma18	1996	2	1,24	3,66	0,12	0,16
Nybohov A <sup>2</sup>	1998	1	0,1	0,1	<0,01	<0,01
Nybohov C <sup>2</sup>	1998-1999	2	0,43	2,17	0,01	0,13
Radhus (Farsta)	1996	1	0,6	0,6	0,03	0,03

<sup>1</sup> : Summa 15 PAH-föreningar ; Flu, Pyr, 2-mePyr, 1-mePyr, Bghif, CpcdP, BaA, Chr, BkF, BeP, BaP, Per, Ind, BghiP, Cor.

<sup>2</sup> : CpcdP saknas i analysen. Utgör ca 1-10 % av övriga resultat.

<sup>3</sup> : Kvartalssamlingsprov (4 kvartal)



Figur 11

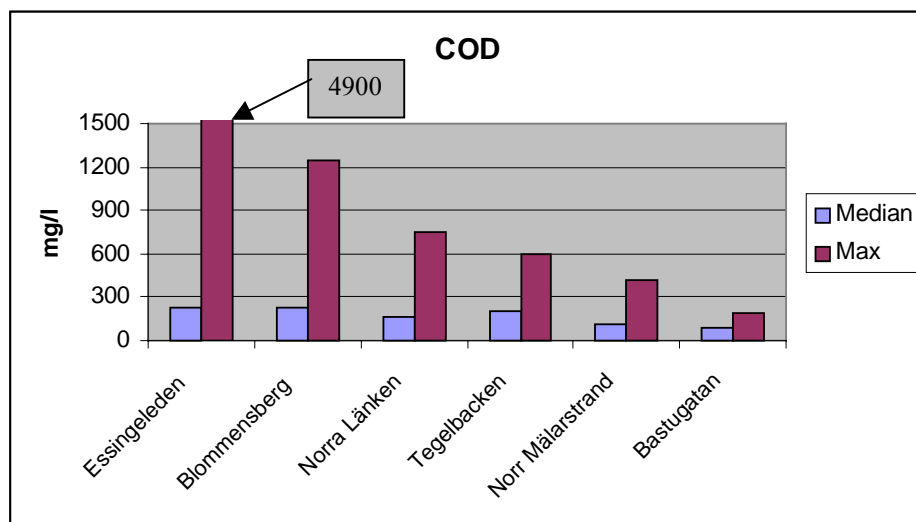
COD<sub>Cr</sub>

COD har med undantag av Bastugatan endast analyserats i vägdagvatten. Spridningen mellan de olika vägarna är inte så markant som för t.ex. metallerna.

De maximala halterna är, liksom för de flesta andra undersökta parametrar, uppmätta under vintersäsongen.

Tabell 12

COD-Cr (mg/l)	Årtal	Median	Medel	Min	Max
Essingeleden	1992-1993	225	1044	62	4900
Blommensberg	1996-1997	230	412	156	1250
Norra Länken	1994-1995	170	239	34	751
Tegelbacken	1992-1993	200	256	20	600
Norr Mälarstrand	1994-1995	110	150	< 30	420
Bastugatan	1992-1993	89	100	45	190



Figur 12

## Toxicitetstester

Toxicitetstester har utförts i tre undersökningar {2, 9, 11} där prov tagits från följande områden :

Område	Mikrotox	Mutatox	Daphnia Magna
Essingeleden (1992-1993)	2 prover <sup>1</sup>		
Blommensberg (1996)	2 prover	2 prover	
Tegelbacken (1992-1993)	2 prover <sup>1</sup>		
Bastugatan (1992-1993)	2 prover <sup>1</sup>		
Ma 18 (1996)	13 prover		13 prover
P-plats, Farstaplan (1996)	14 prover		18 prover

<sup>1</sup> : Samlingsprov för sommar resp.vinter (totalt 6 prover, 3 sommar respektive vinterprover)

Toxicitetstester uppvisar ofta motsägelsefulla resultat och är svåra att utvärdera. Det samlade intrycket är dock att de utförda undersökningarna visar på att toxiska effekter av dagvatten kan förekomma. Det verkar också som om de toxiska effekterna generellt följer graden av förorening. Det går inte att koppla en enskild parameter till resultaten av testerna.

## PCB och Dioxiner

Analyser har utförts i två undersökningar {1, 10} där prov tagits från följande områden :

Område		Dioxin (pg TEQ/l)	PCB (ng/l)
Essingeleden (1992-1993)	2 prover <sup>1</sup>	1,8 – 25,2	9 - 11
Tegelbacken (1992-1993)	2 prover <sup>1</sup>	1,2 – 1,6	10 - 23
Bastugatan (1992-1993)	2 prover <sup>1</sup>	2,2 – 3,5	36 - 46
Norra Länken (1992)	2 prover <sup>2</sup>	1,3 - 3,4	9 - 27

<sup>1</sup> : Samlingsprov för sommar resp.vinter (totalt 6 prover, 3 sommar respektive vinterprover)

<sup>2</sup> : Stickprov

Någon klar koppling mellan trafikbelastning och PCB/Dioxin i dagvatten verkar inte finnas. T.ex. är PCB-halterna som högst i dagvatten från Bastugatan med endast några hundra fordon per dag. Anmärkningsvärt är också att halterna generellt tenderar att vara något lägre vintertid trots att både PCB och dioxiner till övervägande del är knutna till fasta partiklar som förekommer i högre halter vintertid. Det högsta uppmätta värdet för dioxiner (Essingeleden, sommarregn) avviker kraftigt från övriga resultat.

## Övriga analyser

Utöver tidigare nämnda parametrar har även följande analyser utförts :  
(siffra, {-}, hänvisar till aktuell rapport, se källförteckning)

Alla kommentarer rör dagvattenundersökningar enligt källförteckning. För exakta data hänvisas till respektive rapport.

- *Alkalinitet {8}*. Ett mått på vattnets buffringsförmåga.
- *Ammoniumkväve {8}*
- *AOX {10}*. Adsorberbart organiskt halogen. Normalt <0,2 mg/l men halter på 1,2 mg/l har uppmätts i vägddagvatten.
- *BOD {10}*. Biologisk syreförbrukning, motsvarar normalt mellan 5 och 25 % av den kemiska syreförbrukningen (COD<sub>cr</sub>).
- *COD<sub>Mn</sub> {1, 5}*. Kemisk syreförbrukning (manganmetoden). En ”mildare” analysmetod än COD<sub>cr</sub> (krommetoden). COD<sub>Mn</sub> utgör ca 10% av COD<sub>cr</sub>.
- *DOC {1, 5}*. Löst organiskt kol.
- *Glödförlust {2, 4, 8}*. Visar hur stor andel av det suspenderade materialet som är organiskt. Ca 25% är organiskt material (rostskydd, bitumen etc.) i vägddagvatten. Övrigt material (den oorganiska delen) är till största delen slitageprodukter från vägbanan och halkbekämpningsand.
- *Hårdhet {8}*. Innehåll av kalcium och magnesium.
- *Klorfenoler {10}*. Normalt <0,1 µg/l.
- *Klorider {1, 5}*. Kloridhalten mäts framför allt för att avgöra om saltning av vägbanor skett. Normalt under ca 50 mg/l, vid saltning kan halterna stiga till flera gram/liter.
- *Ledningsförmåga (konduktivitet) {1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9}*. Ledningsförmågan (mS/m) mäts framför allt vintertid för att avgöra om saltning av vägbanor skett. Normala värden är 10-100 mS/m, vid halkbekämpning kan värden upp till 2000 mS/m förekomma.
- *Mikroskopiundersökningar {8}*. Undersökningar (upp till 50x förstoring) av det suspenderade materialet visar att mycket få partiklar kan identifieras som möjliga metallfragment. I huvudsak verkar det suspenderade materialet bestå framför allt av mineralpartiklar (kvarts, fältspater och större partiklar bestående av olika glimmermineral) och bitumen/underlagsmassa från asfalten/fordonen. En stor del av partiklarna har varit för små för att med säkerhet kunna identifieras.
- *Nitratkväve {1, 5, 8}*. Utgör ca 25-50% av totalkvävet (T-N). Resterande kväve är huvudsakligen organiskt bundet kväve.
- *Partikelstorlek {1, 8, 9}*. Partiklar i vägddagvatten (efter sandfång) är maximalt ca 0,5 mm stora, medelstorlek ca 20 µm (0,020 mm).
- *Ph {1, 2, 3, 4, 5, 8}*. Ligger normalt i intervallet 7-8,5.
- *TOC {1, 5}*. Totalt organiskt kol.
- *Totalt extraherbara alifatiska ämnen {4}*. Utöver mineraloljor (vanliga oljeprodukter, opolära alifatiska kolväten) även fetter och lösningsmedel. Ger mellan 50 –90% högre värden än analys av opolära alifatiska kolväten (OAK).
- *Totalt extraherbara aromatiska ämnen {1, 4, 5}*. Normalt alltid <1 mg/l.
- *Turbiditet {1, 5}*. Mått på grumlighet. Mätningar har utförts som ett alternativ till analys av suspenderat material. Normala värden 20-100 FTU men vid höga halter suspenderat material kan värden över 1000 FTU förekomma.



## Jämförelser med andra studier

Jämförelser med andra studier är alltid förenade med svårigheter då förutsättningarna och miljöerna runt provtagningsplatserna kan variera kraftigt. Skillnaderna mellan olika länder kan vara stor, till exempel när det gäller innehållet av föroreningar i atmosfäriskt nedfall. Data från denna sammanställning har jämförts med data från litteraturstudien "Schablonhalter av föroreningar och näringsämnen i dagvatten (1997)" {11}. Litteraturstudien innehåller även data från vissa av de i denna rapport redovisade undersökningarna. Dessa data har utslutits i referenskolumnen i nedanstående tabeller.

I tabellerna nedan har bly utslutits ur referenskolumnen då många av referenserna i litteraturstudien går tillbaka till början av 1980-talet.

### Parkeringsplatser

Ämne (Totalhalt)	Enhet	Denna undersökning	Referens
		min-max	min-max
SS	mg/l	10-880 <sup>a</sup>	10-150
N (kväve)	mg/l	0,5-3,2 <sup>b</sup>	0,59-1,52
P (fosfor)	mg/l	0,02-0,2 <sup>b</sup>	0,07-0,16
Pb	µg/l	3-60	-
Cd	µg/l	0,09-1,9	2-4
Hg	µg/l	<0,2 <sup>b</sup>	-
Cu	µg/l	16-98	6-100
Zn	µg/l	50-780	20-400
Ni	µg/l	-	-
Cr	µg/l	1-39	-
Olja	mg/l	0,3-6,8	0,6-1,3
PAH (15st föreningar)	µg/l	0,95-2,1 <sup>b</sup>	-

<sup>a</sup> : Misstänkt höga värden för tre undersökningar 1998.

<sup>b</sup> : Endast en provpunkt.

### Bostadsområde, flerfamiljshus

Ämne Totalhalt	Enhet	Denna undersökning	Referens
		min-max	min-max
SS	mg/l	6-459 <sup>a</sup>	150-300
N (kväve)	mg/l	0,4-4,6	1-3
P (fosfor)	mg/l	0,03-0,83	0,2-0,6
Pb	µg/l	1-65	-
Cd	µg/l	0,03-3,3	-
Hg	µg/l	<0,1-0,7 <sup>a</sup>	-
Cu	µg/l	50-1300 <sup>b</sup>	20-250
Zn	µg/l	10-1500 <sup>b</sup>	120-600
Ni	µg/l	2-33	19
Cr	µg/l	1-45	-
Olja	mg/l	0,2-2,8	0,4
PAH (15st föreningar)	µg/l	0,1-3,7 <sup>a</sup>	-

<sup>a</sup> : 2-4 undersökningar.

<sup>b</sup> : Höga värden kopplade till dagvatten från takbeklädnader av plåt och koppar

## Bostadsområden, enfamiljsfastigheter

Ämne Totalhalt	Enhet	Denna undersökning	Referens
		min-max	min-max
SS	mg/l	<2-130	5-150
N (kväve)	mg/l	0,5-2,9	1-2
P (fosfor)	mg/l	0,01-0,23	0,2-0,6
Pb	µg/l	3-55	-
Cd	µg/l	<0,1-1,8	-
Hg	µg/l	<0,2	-
Cu	µg/l	10-78	14-100
Zn	µg/l	23-200	70-300
Ni	µg/l	2-8	11
Cr	µg/l	1-18	-
Olja	mg/l	0,1-1,2	0,2
PAH (15st föreningar)	µg/l	0,6	-

## Trafikleder (&gt;30 000 fordon/dygn)

Ämne (Totalhalt)	Enhet	Denna undersökning	Referens
		min-max	min-max
SS	mg/l	34-1295	4-5700
N <sup>a</sup> (kväve)	mg/l	0,4-5,5	0,1-3,3
P (fosfor)	mg/l	0,1-9,3 <sup>b</sup>	0,13-0,5
Pb <sup>a</sup>	µg/l	2-171	-
Cd	µg/l	0,1-9,5 <sup>b</sup>	10-400
Hg	µg/l	<0,1-3,1	0,13-6,7
Cu	µg/l	28-800	5-880
Zn	µg/l	59-4400 <sup>b</sup>	10-3600
Ni	µg/l	3-290 <sup>b</sup>	100-4900
Cr	µg/l	<1-260 <sup>b</sup>	10-140
Olja <sup>a</sup>	mg/l	0,2-20	2-400
PAH (15st föreningar)	µg/l	0,9-15,5	-

<sup>a</sup> : Data från 1992-1993 uteslutna p.g.a. osäker analysmetod.

<sup>b</sup> : Extremvärde i samband med snösmältning från Essingeleden 1993.

Sammanfattningsvis finns det, med få undantag, inga betydande skillnader mellan de data som sammanställts i denna rapport och data i referensmaterialet. I de flesta fall där maximala värden kraftigt avviker så kan detta förklaras med ett enstaka högre värde orsakat av provtagning under extrema betingelser. Som exempel på detta kan nämnas höga kopparhalter i dagvatten från tak med kopparbeklädnad och höga fosforhalter vid snösmältning på Essingeleden.

## Källförteckning

1. *Dagvatten – Norra Länkens avsättningsmagasin.* (Ej publicerad) M. Strand, Stockholm Vatten AB, 1996.
2. *Dagvattenundersökning – Farsta/Bergslagsvägen.* M. Strand, C. Wennberg, Stockholm Vatten AB, 1999. Rapp. Nr. 56/98.
3. *Dagvattenundersökning i Sättraån och Skärholmsbäcken under ettårsperioden 1999-06 till 2000-05.* T. Larm, A. Holmgren, VBB VIAK, 2000. Uppdragsgivare: Gatu- och fastighetskontoret, Stockholms Stad.
4. *Dagvattenundersökning – Olja på p-plats. Farsta , Rågsved, Pripps.* H. Beyerl, Stockholm Vatten AB. Praktikarbete 1998. Rapp. Nr. 20/98.
5. *Norr Mälarstrand – Lokalt omhändertagande av trafikdagvatten.* Mona Sanderson, Stockholm Vatten AB, 1997.
6. *Föroreningsbelastning till sjön Trekanten. Utvärdering av beräkningsmodell för dagvatten.* T. Larm, A. Holmgren, VBB VIAK, 2000. Stockholm Vatten, rapp. Nr 44/99
7. *Försöksanläggning för rening av dagvatten vid sjön Magelungen – Resultat av tre års drift, 1993-1995.* K. Rosén, Stockholm vatten AB. Praktikarbete 1996.
8. *Rening av vägdagvatten med lamellavskiljare – Försök vid Essingeleden.* J. Ekvall, Stockholm Vatten AB, 1998. Rapp. Nr 46/98.
9. *Rening av vägdagvatten med geotextilfilter – Försök vid Älvsjövägen 1999-2000 (ej publicerade data).* J. Ekvall, Stockholm vatten AB.
10. *Trafikbelastat dagvatten – En undersökning genomförd 1992-1993.* M. Strand, C. Wennberg, Stockholm Vatten AB, 1999. Rapp. Nr. 33/99.
11. *Schablonhalter av föroreningar och näringsämnen i dagvatten – En litteratursammanställning med uppdelning i olika markanvändningsområden.* T. Larm, VBB VIAK, 1997. Uppdragsgivare: Gatu- och fastighetskontoret, Stockholms Stad.

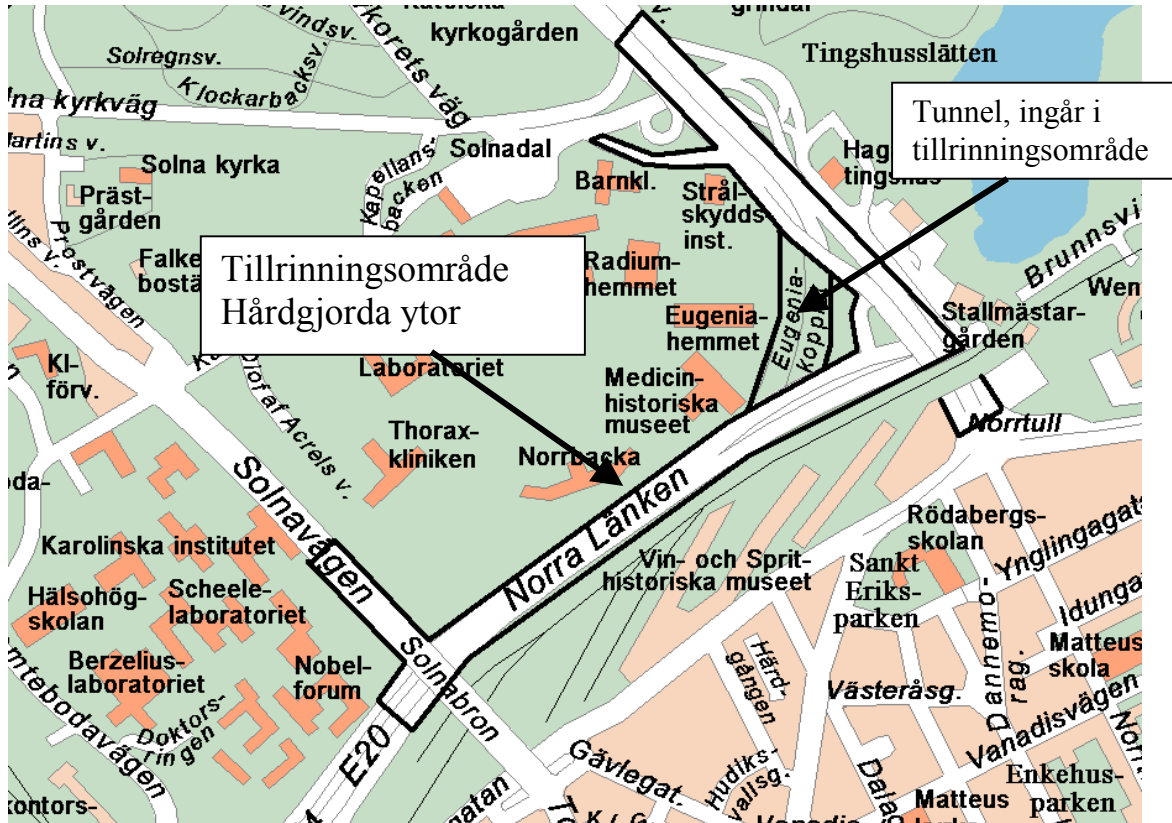
# BILAGOR

- 1-11. Lägesbeskrivningar samt flygfoton över tillrinningsområden
  1. (a-b)Nybohov 1-3, Blommensberg, Essingeleden.
  2. Norra Länken
  3. (a-b)Bergslagsvägen (rännsten och dike)
  4. Tegelbacken
  5. Norr Mälarstrand
  6. Älvsjövägen
  7. (a-b)Ma 18, p-platser i Farsta, Radhus.
  8. P-plats Rågsved
  9. P-plats Pripps
  10. Bastugatan
  11. Sättra
12. Analysmetoder

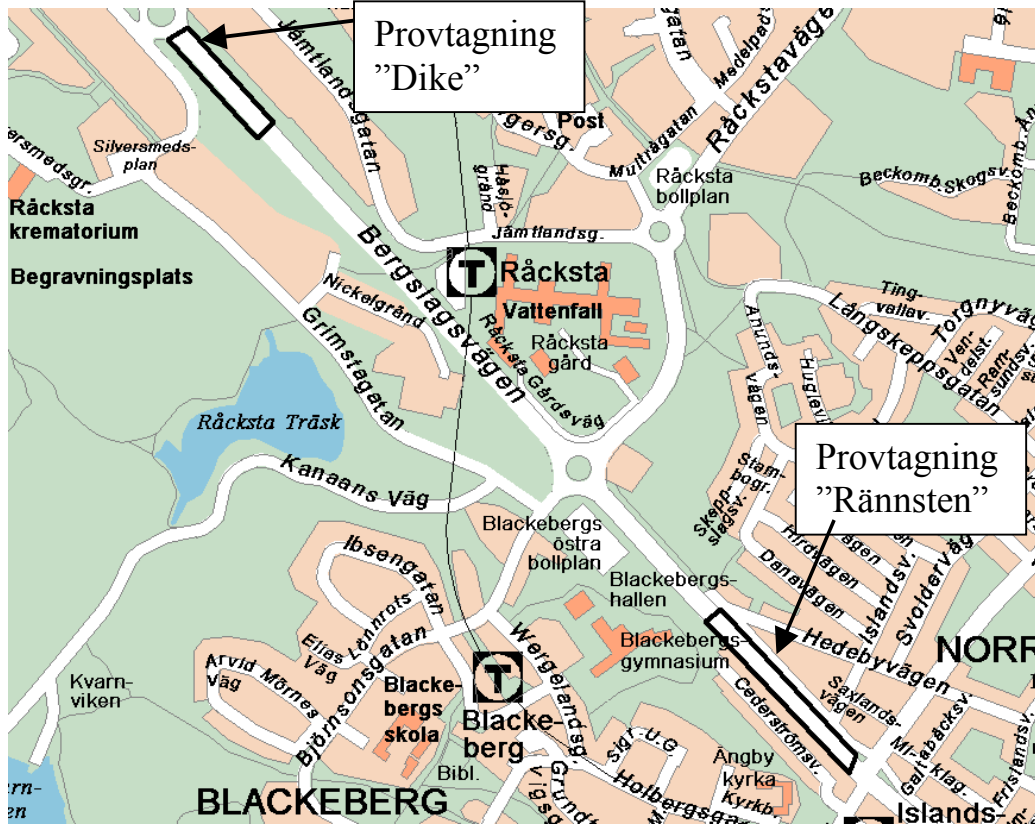
Bilaga 1a. Nybohov 1-3, Essingeleden.



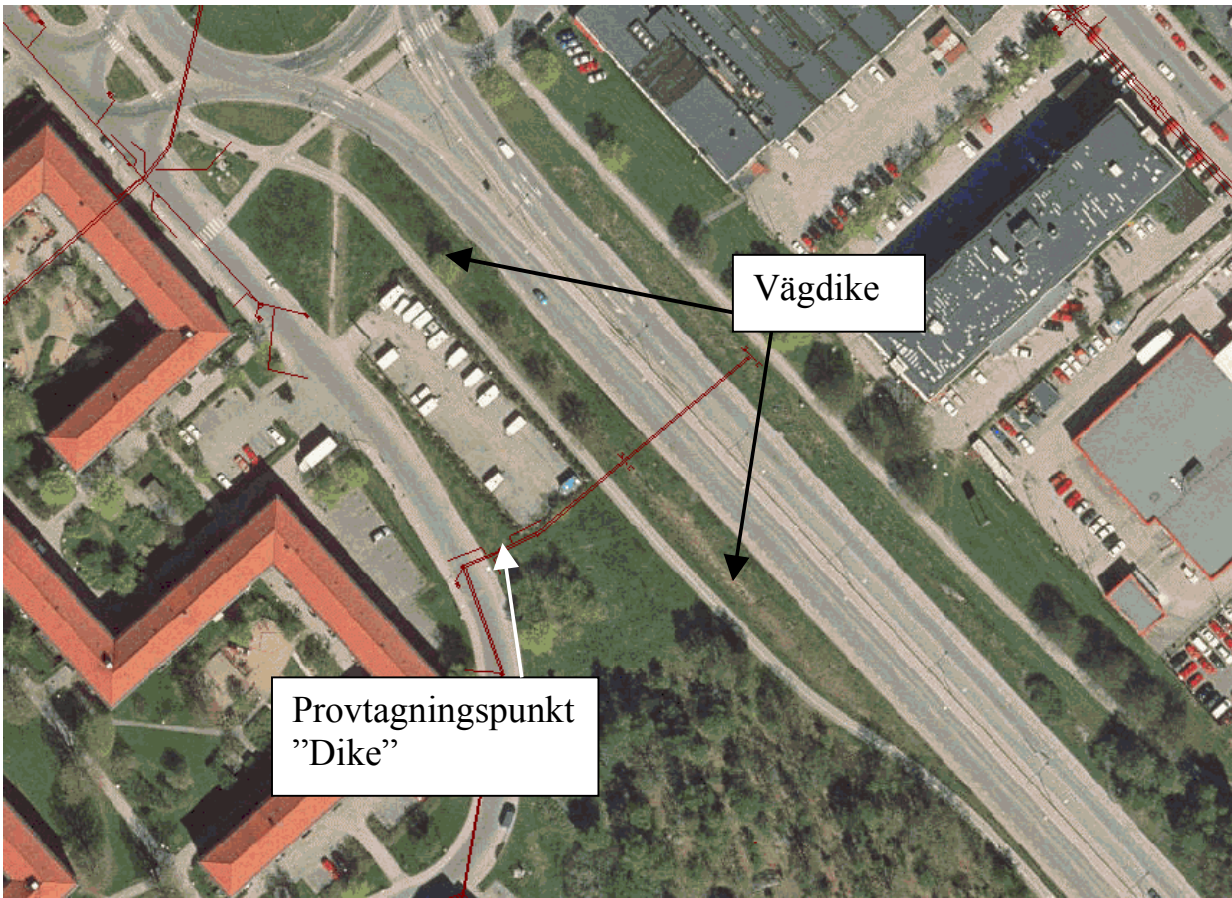
Bilaga 2. Norra Länken.



Bilaga 3a. Bergslagsvägen ("Rännsten" och "Dike")



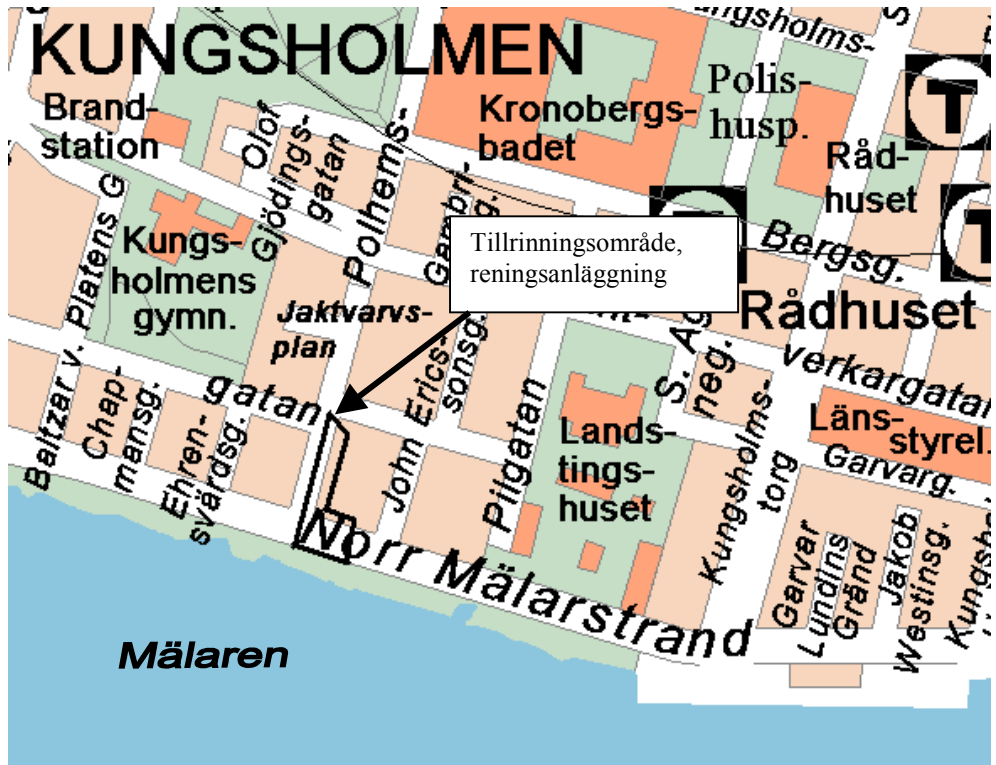
Bilaga 3b. Bergslagsvägen, provtagning "Dike".



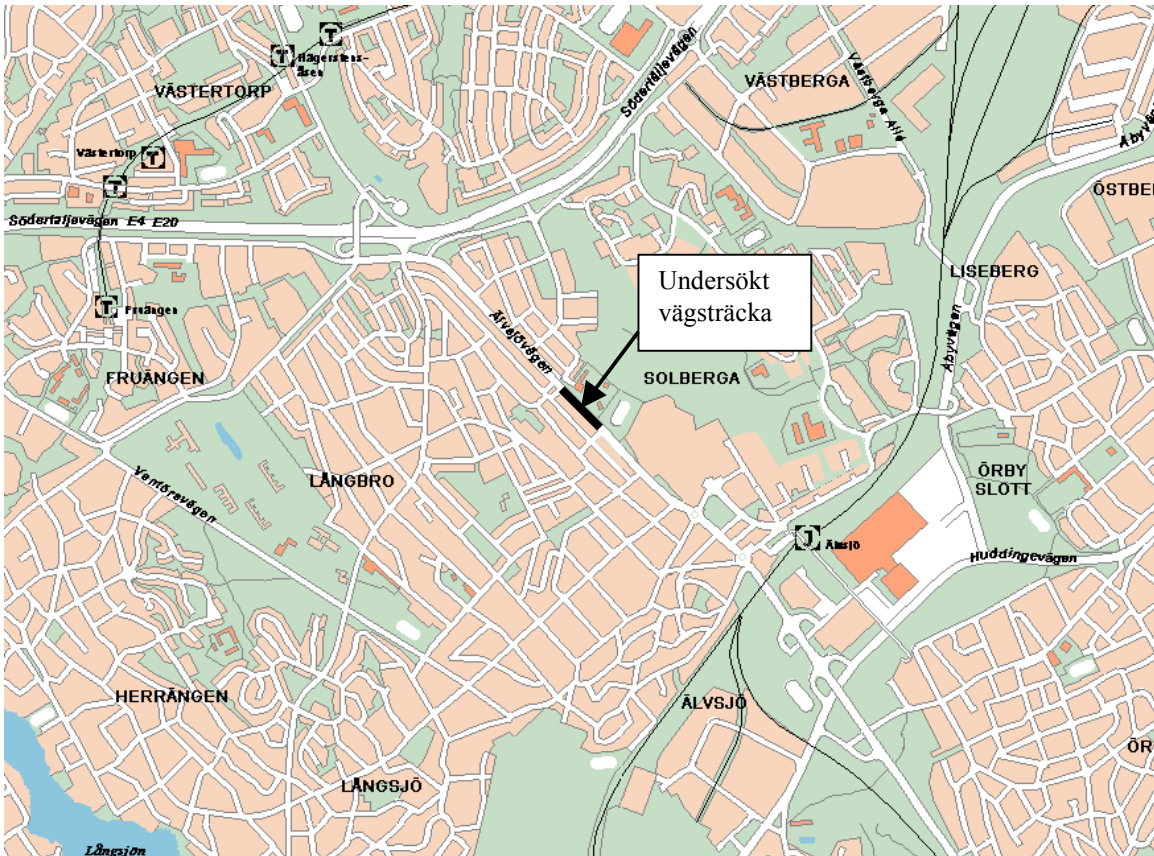




Bilaga 5, Norr Mälärstrand.

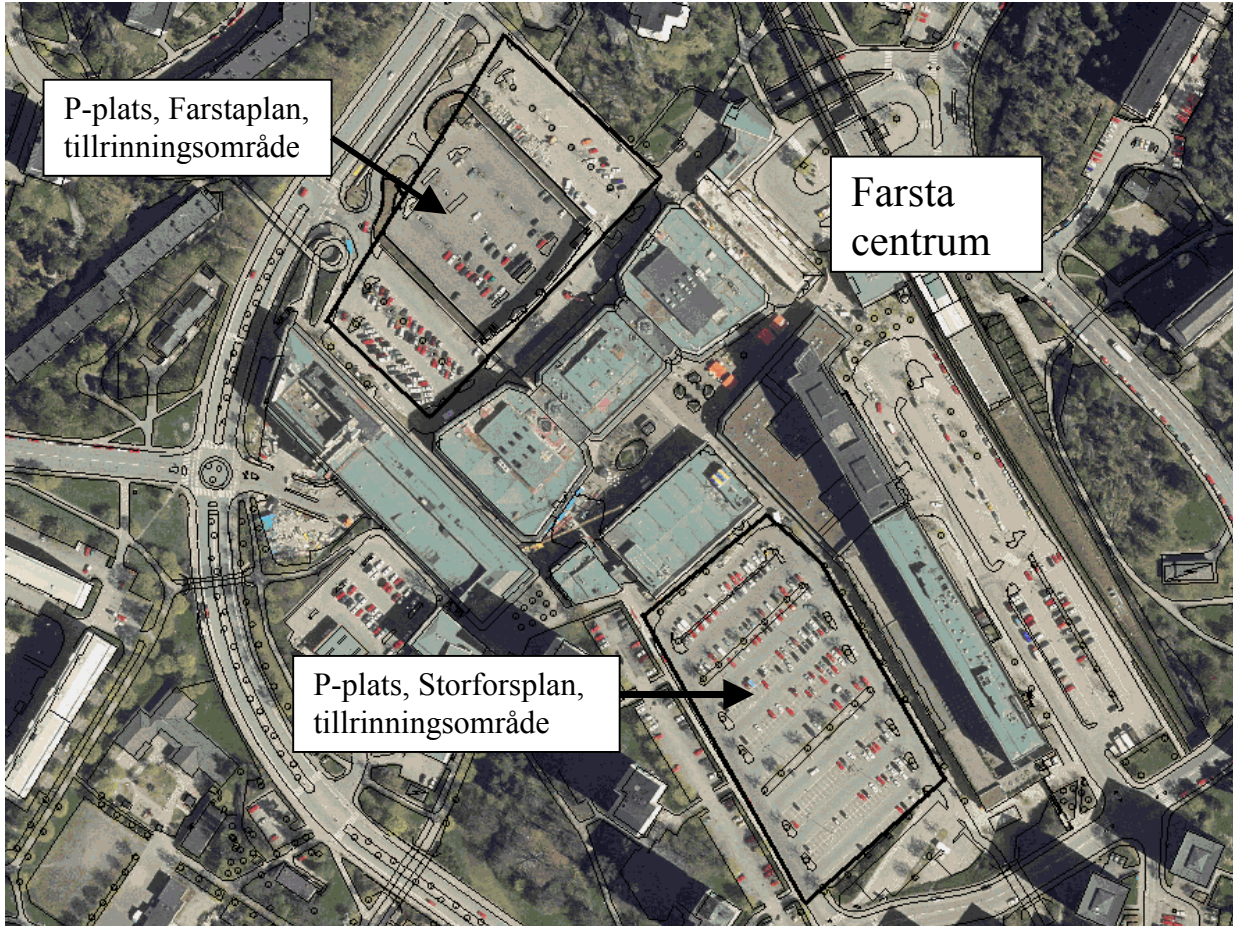


Bilaga 6. Älvsjövägen.

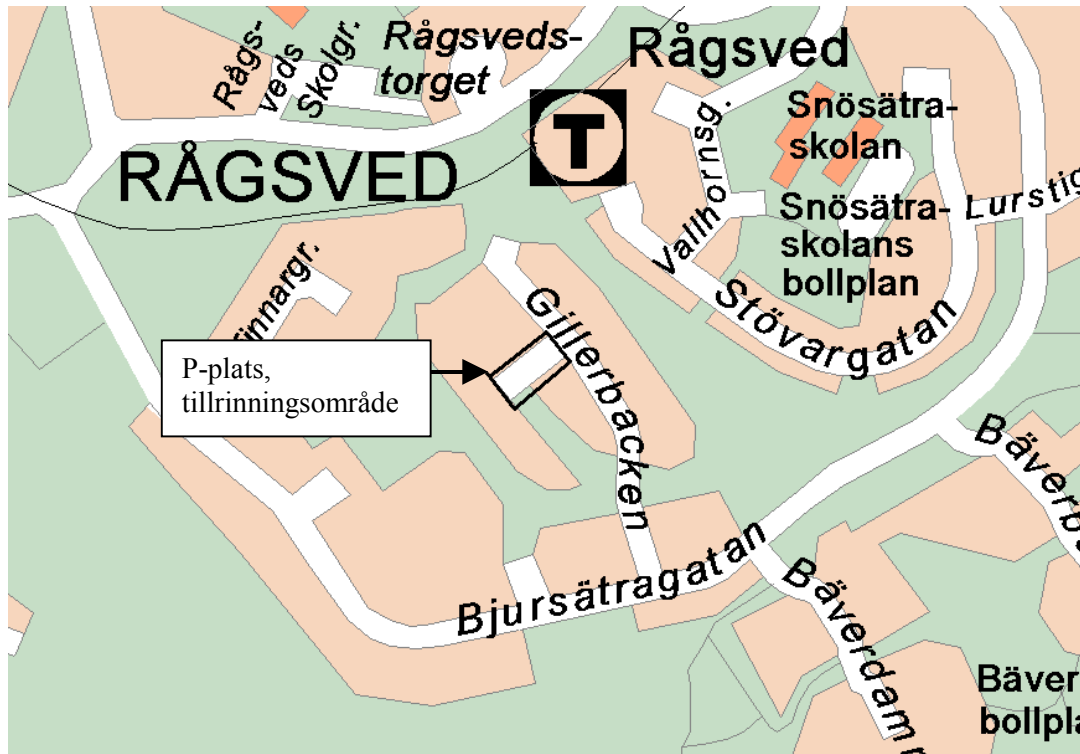




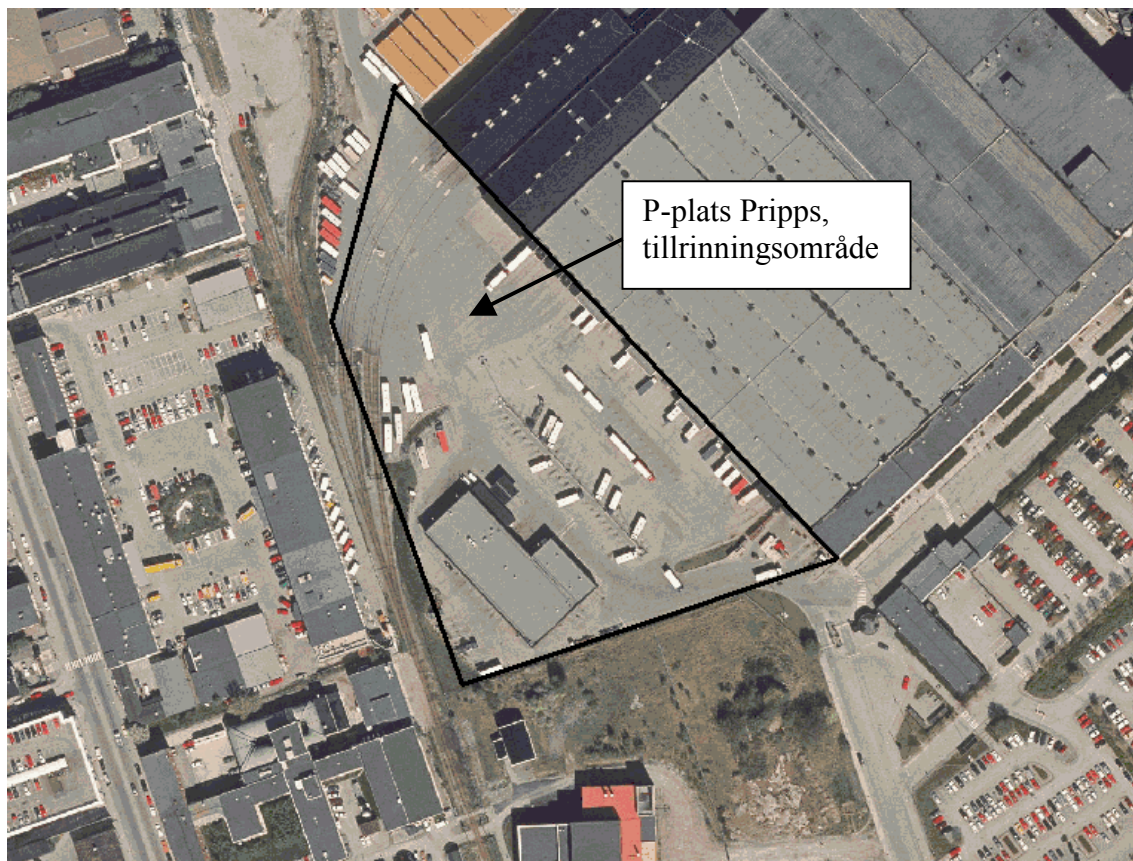
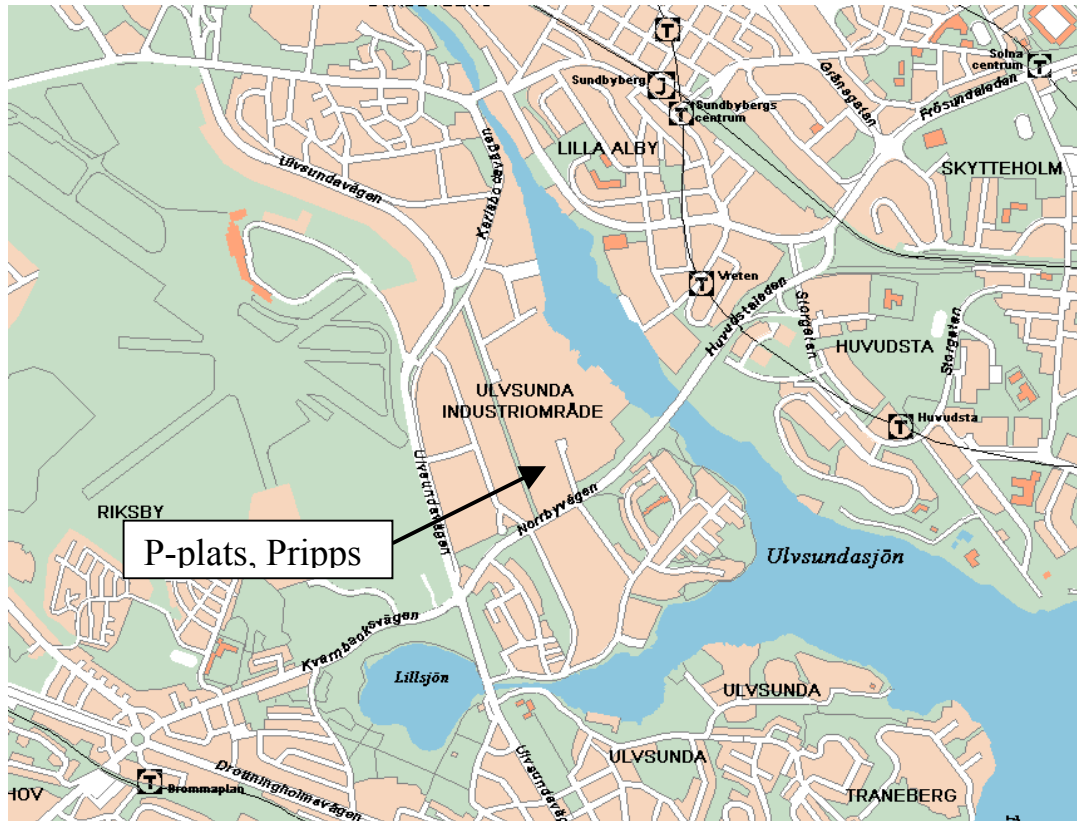
Bilaga 7 b. Detalj över Farsta centrum och radhusområde i Farsta.



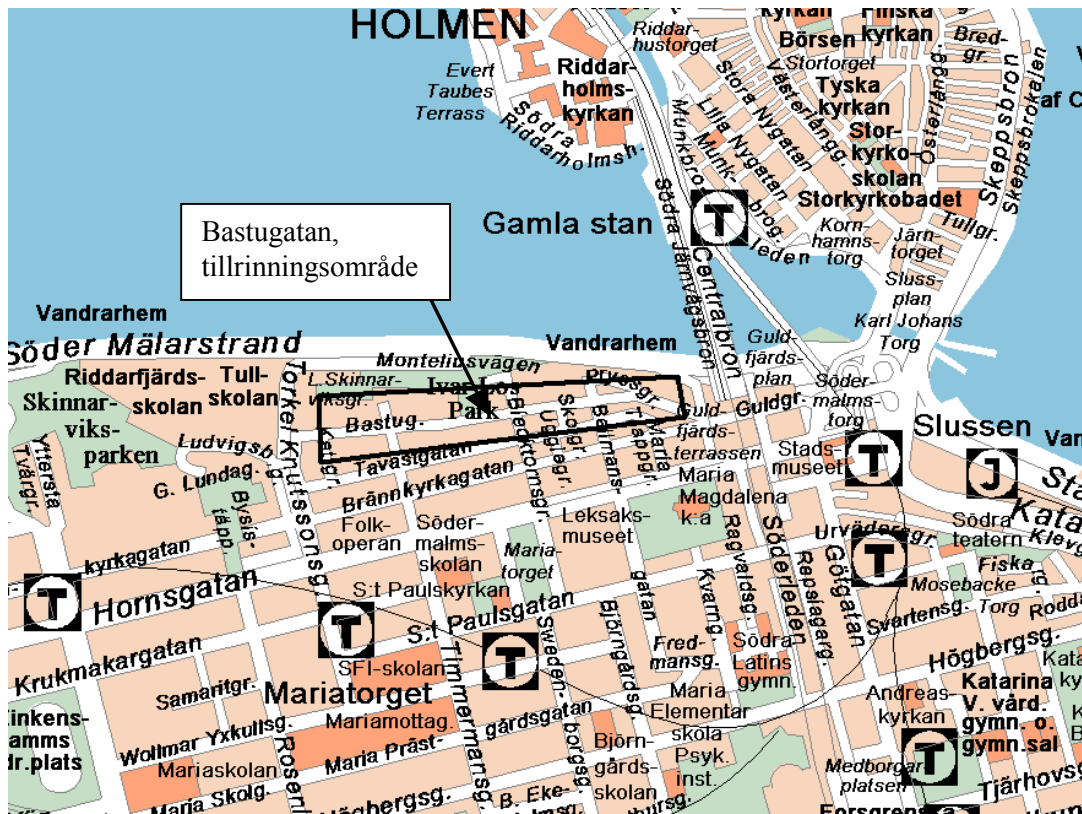
Bilaga 8. P-plats Rågsved.



Bilaga 9. P-plats Pripps (terminalområde).



Bilaga 10. Bastugatan







## Bilaga 12

## Metodförteckning

PARAMETER	SORT	METOD
Suspenderat material(SS)	mg/l	SS 028112-3
Glödförlust(GF)	% av SS, mg/l	SS 028112-3
Torrsubstans(TS)	%	SS 028113-1
Glödrest(GR)	% av TS	SS 028113-1
pH	-----	SS 028122-2
Hårdhet	dH	Merck Titriplex
Ledningsförmåga	mS/m	SS-EN 27888
Alkalinitet	mmol/l	ENISO 9963-2
Kemisk syreförbrukning(CODcr)	mg/l	SS 028142-2, RR91041(mod)
Totalfosfor(T-P)	mg/l	SS 028127-2
Kjeldalkväve(Kj-N)	mg/l	AN 30/87
Ammoniumkväve(NH <sub>4</sub> -N)	mg/l	AN 30/87, RR 91043
Opolära alifatiska kolväten(olja)	mg/l	SS 028145-3
Partikelstorlek	µm	Malvern Mastersizer (diffraktion)
Polyaromatiska kolväten(PAH)	µg/l	HPLC/DMF, GC/MS
PCB	µg/l	HPLC/DMF, GC/MS
Dioxiner (PCDD/F)	pg TEQ/l	HPLC/DMF, GC/MS
AOX	mg/l	SS 028 104
Klorfenoler	µg/l	GC/ECD-metod
Fe	µg/l	SS 028129-1; SS 028152-2,50-2
Cr	µg/l	SS 028184,83 ; SS 028152-2,50-2
Ni	µg/l	SS 028184,83 ; SS 028152-2,50-2
Cd	µg/l	SS 028184,83
Pb	µg/l	SS 028184,83 ; SS 028152-2,50-2
Zn	µg/l	SS 028152-2,50-2
Cu	µg/l	SS 028152-2,50-2
Hg	µg/l	SS 028175-1, Yorkshire Waters metals for Merlin

## Bilaga 2.

### Fosforbelastning

Den fosforhalt som kan accepteras i ett dagvatten är i högre grad än andra ämnen beroende på den recipient dit dagvattnet leds.

Den totala belastningen, där innehållet i dagvatten utgör en del, kan beräknas på två sätt :

- Beräkning utifrån tillrinningsområdet med hjälp av antagna värden (arealkoefficienter i kg/h/år eller halter i mg/l multiplicerat med ett antaget flöde) för de i tillrinningsområdet ingående markanvändningsområdena.
- Beräkning utifrån sjövattnets fosforhalter (OECD 1982).

För Stockholms sjöar, undantaget Flaten, ger beräkningen utifrån sjövattnets halter 20-80% högre värden än beräkningen utifrån tillrinningsområdet (Vattenprogram för Stockholm – sjöar och vattendrag) . Förklaringen kan vara att hög internbelastning (fosfor släpper från sjösedimenten) eller att vissa fosforkällor inte är kända. Arealkoefficienterna och de antagna halterna kan också vara för lågt satta.

Liksom den totala belastningen kan beräknas kan även en acceptabel<sup>1</sup> fosforbelastning beräknas. Den acceptabla belastningen beräknas med hjälp av sjöns medeldjup och omsättningstiden för sjöns vatten. Den acceptabla belastningen är alltså helt beroende på den aktuella recipienten.

För att avgöra vilken halt av fosfor som kan accepteras i dagvatten som leds till en recipient måste hänsyn tas till dels dagvattnets andel av den totala tillförseln, dels om och i vilken grad som den totala belastningen överstiger den acceptabla. Är dagvattnets bidrag stort samtidigt som belastningen överstiger den acceptabla är fosforhalterna i dagvattnet att betrakta som för höga i det aktuella fallet. Reningsåtgärder ska övervägas.

---

<sup>1</sup> Den fosfortillförsel som en recipient kan tåla utan överskrida gränsen mycket näringsrikt tillstånd vilket får stora konsekvenser (stor alg tillväxt, risk för syrebrist i bottenvattnet).

### Bilaga 3.



Innerstaden, här definierad som "stenstaden" och Gamla stan.

## Bilaga 4

Utdrag ur Naturvårdsverkets publikation  
”Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – Sjöar och  
vattendrag”

## SÅ HÄR BEDÖMS MILJÖKVALITETEN

Mätvärden/data

Bedömning av tillstånd – redovisar ekosystemets kemiska eller biologiska status

Bedömning av avvikelse från jämförvärde – svarar på frågan vad som är mänsklig påverkan

### Bedömning av tillstånd

Skalan för bedömning av tillståndet återspeglar, där så har varit möjligt, effekter i olika delar av ekosystemet och dess biologiska mångfald eller på människors hälsa (effektrelaterad klassning). I vissa fall ligger enbart en statistisk fördelning av nationella data till grund för bedömningen (statistisk klassning).

Skalan är i allmänhet indelad i fem klasser. I de fall skalan bygger på effekter utgör klass 1 ett tillstånd där inga kända (negativa) effekter föreligger på miljö och hälsa. De därpå följande klasserna beskriver successivt allt större effekter. Klass 5 beskriver ett tillstånd som innebär tydliga (negativa) effekter på miljö och/eller hälsa. På grund av stor naturlig variation, särskilt vad gäller biologiska företeelser, är de effekter som avses inte alltid orsakade av mänskliga aktiviteter och kan i de fallen inte rubriceras som "negativa" (jämför nedan).

I de fall skalan enbart är baserad på en statistisk fördelning finns ingen väl definierad koppling mellan klassgränser och effekter. Lägg märke till att parametrar som bedömts enligt olika principer inte kan jämföras med varandra.

### Jämförvärde

Jämförvärdet för en parameter representerar idealt ett naturligt tillstånd utan mänsklig påverkan. I praktiken är dock oftast jämförvärdena baserade på observationer i mindre påverkade områden (bakgrundsvärden). I vissa fall har historiska uppgifter eller modellberäkningar använts. På grund av att flera parametrar har en stor naturlig variation är i många fall jämförvärdena olika för olika regioner eller naturtyper.

### Bedömning av avvikelse från jämförvärde

Genom att beräkna avvikelsen från jämförvärdet kan graden av mänsklig påverkan bedömas. Avvikelsen anges vanligen som kvoten mellan uppmätt värde och jämförvärde.

$$\text{avvikelse} = \frac{\text{uppmätt värde}}{\text{jämförvärde}}$$

Avvikelsens storlek bedöms i allmänhet med hjälp av en femgradig skala. Klass 1 innebär att avvikelsen från jämförvärdet är liten (obetydlig eller försumbar påverkan). Därpå följande klasser beskriver successivt en allt större avvikelse (ökande grad av påverkan). Klass 5 innebär normalt en tydlig påverkan från lokala källor.

## Bilaga 5.

