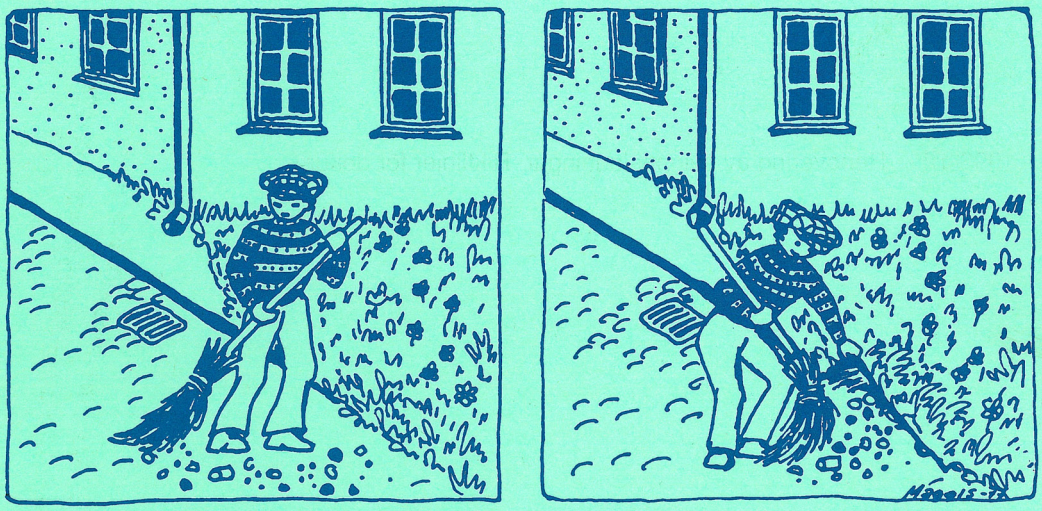
Rapport nr 1994-11

VAV • VA-FORSK

Dagvattnets sammansättning

Per-Arne Malmqvist
Gilbert Svensson
Caroline Fjellström



Rapport utgiven av Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV

VA-FORSK

VA-FORSK är kommunernas eget FoU-program om kommunal va-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna, vilket är unikt på så sätt att statliga medel tidigare alltid använts för denna typ av verksamhet. FoU-avgiften är för närvarande en krona per kommuninnevånare och år. Avgiften är frivillig och intresset från kommunernas sida har varit mycket stort. Nästan alla kommuner är med i programmet, vilket innebär att budgeten årligen omfattar drygt åtta miljoner kronor.

VA-FORSK initierades gemensamt av Kommunförbundet och VAV. Verksamheten påbörjades år 1990. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning inom det kommunala va-området. Projekt bedrivs inom hela det va-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Ledningsnät
Avloppsvattenrening
Ekonomi och organisation
Utbildning och information

VA-FORSK styrs av en kommitté, som utsetts gemensamt av VAV och Kommunförbundet. Kommittén är underställd VAVs styrelse. Under perioden 1993-1995 har kommittén följande sammansättning:

Hans Mattsson, ordförande	Södertälje
Professor Peter Balmér	GRYAAB, Göteborg
Driftchef Sture Bergström	Gatukontoret, Skellefteå
Kommunalråd Bert-Ove Bäckman	Lycksele
Avdelningschef Jane Cederqvist	Sv kommunförbundet
Tekn dr Jan Hultgren	Stockholm Vatten AB
Kommunalråd Caisa Hörberg	Lidingö
Ordf i tekniska nämnden Thure Larsson	Gatukontoret, Visby
Tekn chef Peeter Maripuu	Lysekil
Va-chef Bengt L Persson	Gatukontoret, Malmö
Vd Lars Jansson	VAV
Forskningsledare Jan Falk, sekreterare	VAV

VA-FORSK
Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV
Regeringsgatan 86
111 39 STOCKHOLM
Tel: 08-23 29 35
Fax: 08-21 37 51

Rapport nr 1994-11

VAV • VA-FORSK

Dagvattnets sammansättning

Per-Arne Malmqvist
Gilbert Svensson
Caroline Fjellström

Rapport utgiven av Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV

VA-FORSKs rapportserie

Rapportens titel:	Dagvattnets sammansättning
Title of the report:	The quality of urban storm water
Rapportens beteckning Nr i VA-FORSK-serien:	1994-11
ISSN-nummer:	1102-5638
ISBN-nummer:	91-88392-90-2
Författare:	Per-Arne Malmqvist, VBB VIAK AB, Göteborg, Gilbert Svensson, Chalmers Tekniska Högskola, Caroline Fjellström, Luleå Tekniska Högskola
Utgivare:	Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV
VA-FORSK projekt nr:	92-124
Projektets namn:	Dagvattnets föroreningar
Projektets finansiering:	VA-FORSK
Rapporten beställs från:	Svensk Byggtjänst, Litteraturtjänst, 171 88 Solna, tel 08-734 51 00
Rapportens omfattning	
Sidantal:	44
Format:	A4
Upplaga:	1400
Sökord:	Dagvatten, separatsystem, kvalitet, sammansättning, föroreningskällor, COD, fosfor, kväve, bly, koppar, zink, beräkningar
Keywords:	Urban stormwater, stormwater, separate systems, quality, composition, sources, COD, phosphorus, nitrogen, lead, copper, zinc, calculations
Sammandrag:	Rapporten ger schablonhalter för budgetberäkningar av föroreningsutsläpp från separata dagvattensystem, särskilt för COD, fosfor, kväve, bly, koppar och zink. Lämpliga beräkningsmetoder för såväl budgetberäkningar som för mer detaljerade beräkningar anges. Föroreningskällorna gås igenom.
Abstract:	The report gives typical values for budget calculations of stormwater discharges from separate systems, especially for COD, phosphorus, nitrogen, lead, copper and zinc. Suitable methods of calculation are advised, both for budget calculations and more detailed calculations. The pollutant sources are reviewed.
Målgrupper:	Kommunala va-verk Myndigheter Konsulter
Utgivningsår:	1994
Pris 1994:	110 kr, exkl moms
Omslagsbild:	Maggis Hernebring

Sammanfattning

Denna rapport har framtagits för att fylla kommunernas behov att beräkna de föroreningsmängder som uttransporteras med dagvattnet. Beräkningar av föroreningsmängderna kan behöva göras för att bedöma tillförseln till en recipient eller för att jämföra utsläppen med andra utsläpp, till exempel från ett reningsverk. I kombinerade system kan man vara intresserad av att bedöma de bräddade mängderna. Vid planering av bebyggelse kan man vilja bedöma de utsläpp som dagvattensystemet kommer att medföra.

År 1982 publicerades av Geohydrologiska forskningsgruppen vid Chalmers rapporten "Lathund för bedömning av dagvattnets föroreningar" (Malmqvist 1982). Delar av denna togs in i Naturvårdsverkets Meddelande nr 1/1983: "Dagvattenhantering - planering och miljöeffekter" (Naturvårdsverket 1983). Sedan dess har emellertid stora förändringar skett vad gäller dagvattnets föroreningskällor. Tydliga exempel är svavel och bly, där halterna i luft och vatten radikalt har minskat. De föroreningshalter som angavs i "Lathunden" är inte längre relevanta och behöver uppdateras. En sådan uppdatering har gjorts i föreliggande rapport.

De nya schablonvärdena för dagvattnets föroreningshalter bygger på de gamla värdena, korrigerade med hänsyn till hur föroreningskällorna har förändrats. En genomgång av källornas förändring finns i en bilaga.

I rapportens huvudkapitel finns diagram som visar schablonhalter för dagvattnets innehåll av COD, kväve, fosfor, bly, koppar och zink. Halter för bostadsområden, industriområden och trafikområden särredovisas, liksom dagvattnets sammansättning från mindre områden, takytor och asfaltytor.
Halterna av vissa andra ämnen i dagvatten (suspenderat material, andra tungmetaller, bakterier, olja och kolväten) behandlas mer översiktligt.

Föroreningshalternas variation diskuteras, liksom föroreningskällornas relativa betydelse. De viktigaste källorna till dagvattnets föroreningar har visats vara trafik, atmosfäriskt nedfall, korrosion och spillning från fåglar och hundar.

I ett kapitel gås igenom hur beräkningar av dagvattnets föroreningar kan göras. Såväl handräkningsmetoder som detaljerade datorberäkningsmetoder redovisas. Hur man kan använda kalkylark för att strukturera och utföra beräkningarna visas.

I den utländska litteraturen rapporteras ett stort antal undersökningar av dagvattnets sammansättning. En jämförelse med de halter som redovisas i denna rapport visar samstämmighet med några undantag. Halterna suspenderat material har i de flesta utländska undersökningar funnits vara högre än i svenska undersökningar. Anledningarna till detta kan vara skillnader i materialval och utformning av framförallt gator och vägar, liksom skillnader i underhåll och skötsel som till exempel gatsopning. Blyhalterna utomlands är ofta också högre än i Sverige, delvis beroende på lägre blyhalt i bensinen i Sverige.

Förord

Denna rapport har framtagits för att fylla kommunernas behov att bedöma de föroreningsmängder som uttransporteras med dagvattnet. De halter som anges i rapporten bygger på de halter som tidigare använts och som finns angivna av Malmqvist (1982) och Statens Naturvårdsverk (1983). Halterna har dock justerats med hänsyn till den förändring av dagvattnets föroreningskällor som ägt rum de senaste 10-15 åren.

Projektledare har varit Per-Arne Malmqvist, VBB VIAK och LuTH. Gilbert Svensson, Chalmers, har deltagit i diskussioner om rapportens uppläggning och i författandet av avsnitt 5.1.2 och 5.2. Caroline Fjellström, LuTH, har gjort sammanställningen av svenska dagvattenundersökningar.

Projektet har finansierats av VA-FORSK.

Per-Arne Malmqvist

Innehåll

Sida

Sammanfattning
Förord

1	**Bakgrund**	1
1.1	Dagvattnets miljöpåverkan	1
1.2	Om denna rapport	1
1.3	Bedömningar av dagvattnets sammansättning	2
2.	**Dagvattnets föroreningshalter - schablonvärden**	3
2.1	Dagvattnets föroreningshalter	3
2.1.1	*Halter av COD, kväve, fosfor, bly, zink och koppar*	3
2.1.2	*Halter av andra ämnen*	6
2.2	Föroreningshalternas variationer	6
2.3	Föroreningar i snö	7
2.4	Föroreningshalter från mindre ytor	7
2.4.1	*Dagvatten från takytor*	8
2.4.2	*Dagvatten från asfaltytor*	8
3.	**Resultat från svenska undersökningar 1982-1992**	10
4.	**Internationella erfarenheter**	11
5.	**Beräkning av föroreningsflöden**	14
5.1	Budgetberäkningar	14
5.1.1	*Handräkningsmetod*	14
5.1.2	*Datorberäkningsmetoder*	15
5.2	Detaljerade beräkningsmetoder	16
6.	**Referenser**	18
Bilaga 1.	**Dagvattnets föroreningskällor**	20
1.	Göteborgsstudien 1983	20
2.	Föroreningskällornas förändring med tiden	20
2.1	*Atmosfäriskt nedfall, regionalt*	20
2.2	*Atmosfäriskt nedfall, lokalt*	24
3.	Förändring av dagvattnets föroreningshalter	27
Bilaga 2.	**Svenska dagvattenundersökningar**	30
Bilaga 3.	**De viktigaste slutsatserna från USA-studien Nationwide Urban Runoff Program (NURP)**	37

1. Bakgrund

1.1 Dagvattnets miljöpåverkan

Dagvatten från separerade system kan genom sitt föroreningsinnehåll påverka vattendrag, mark och grundvatten. Genom den allt effektivare reningen av avloppsvatten från spillvattensystem, och den kontroll och de åtgärder som nu vidtas för bräddning i kombinerade system, kommer dagvattenutsläppen att få en allt större relativ betydelse. Dagvattnets föroreningsinnehåll har också kommit alltmer i fokus när det gäller påverkan på mark och grundvatten genom infiltration.
Storleken och arten av recipientpåverkan beror av såväl dagvattnets sammansättning som förhållandena i recipienten.
För ett vattendrag med liten vattenomsättning eller stora årstidsvariationer i vattenstånd eller vattenföring kan dagvattenutsläppen ha stor betydelse. Dagvatten släpps ofta ut i små lokala bäckar eller vikar. Föroreningsmängderna med dagvattnet kan då ha betydelse under varje enskild avrinning. För större vattendrag spelar de per år eller per säsong utsläppta föroreningsmängderna större roll. Jämförelser med utsläpp av spillvatten och andra utsläpp är bara meningsfulla när man betraktar samma recipient, för spillvattnet i regel en större recipient med god vattenomsättning. De nedan gjorda jämförelserna mellan spillvattnets och dagvattnets föroreningsinnehåll har därför begränsats till årsmängder.
Dagvattnets påverkan på grundvattnets kvalitet vid infiltration gäller främst lösta ämnen eftersom de partikulära föroreningarna frånfiltreras i marken.

1.2 Om denna rapport

År 1982 publicerades av Geohydrologiska forskningsgruppen vid Chalmers rapporten "Lathund för bedömning av dagvattnets föroreningar" (Malmqvist 1982). Delar av denna togs in i Naturvårdsverkets Meddelande nr 1/1983: Dagvattenhantering - planering och miljöeffekter" (Naturvårdsverket 1983).

Underlaget för dessa rapporter var hämtat från ett flertal nordiska dagvattenundersökningar som utförts under slutet av 1970-talet. Samtliga dessa undersökningar var utförda av forskare och utförda med vetenskaplig metodik. Resultaten kan alltså anses tillförlitliga.

Sedan dess har emellertid stora förändringar skett vad gäller dagvattnets föroreningskällor. Tydliga exempel är svavel och bly, där halterna i luft och vatten radikalt har minskat. De föroreningshalter som angavs i "Lathunden" är alltså inte längre relevanta och behöver uppdateras. En sådan uppdatering har gjorts i föreliggande rapport.
De nya schablonvärdena för dagvattnets föroreningshalter bygger på de gamla värdena, korrigerade med hänsyn till hur föroreningskällorna har förändrats. En genomgång av källornas förändring finns i Bilaga 1.

I ett avsnitt finns också sammanställt resultaten av de kända svenska undersökningar som utförts under den senaste tioårsperioden. De halter som rapporteras i dessa undersökningar visar sig ofta vara mycket låga, klart under schablonvärdena. Detta beror i de flesta fall på undersökningens utförande. I många fall har dagvattenprover tagits utan att nederbördssituationen beaktats. Det finns exempel på

"dagvattenprov" som tagits i dagvattenledningen, men under torrväder. I många fall kan man dra den slutsatsen, att dagvattnet varit kraftigt utspätt med grundvatten eller dränvatten. Endast någon undersökning har givit rättvisande värden. De halter som rapporteras i detta avsnitt kan därför inte användas för planeringsändamål eller för jämförelser med andra utsläpp eller andra områden.

1.3 Bedömningar av dagvattnets sammansättning

Dagvattnets föroreningshalter behöver kännas till när miljöpåverkan från ett område skall bedömas, när åtgärder i dagvattensystemet skall göras eller när nya områden skall planeras.
För planerade områden kan dagvattenutsläppen beräknas eller simuleras med en datormodell. Hur detta kan göras finns redovisat i avsnitt 5. Om man därvid behöver känna till dagvattnets föroreningshalter, kan schablonvärdena från denna rapport användas.
För befintliga områden kan man förfara på samma sätt. Det finns också en annan möjlighet: man kan undersöka dagvattnets faktiska sammansättning. Det måste här uttryckas starka varningsord mot att genomföra stickprovsmätningar på dagvatten, av följande skäl:

- Dagvatten är en statistisk företeelse. Ibland regnar det mycket, ibland litet. Ibland är det långa torrvädersperioder. Ibland snöar det. Dagvattnets föroreningsinnehåll varierar också kraftigt beroende på nederbördssituationen. Stickprov kan alltså ge helt missvisande och vilseledande resultat.
- Dagvattnet är mer förorenat i början av en avrinning än i slutet. Provtagningen måste alltså vara flödesstyrd för att ett riktigt genomsnittsvärde för en enskild avrinning skall erhållas.
- I dagvattenledningen rinner alltid mer eller mindre grundvatten och dränvatten. Vissa årstider kan dessa flöden vara mycket stora, andra årstider mycket små. Detta vatten är förhållandevis rent, och späder alltså ut dagvattnet. Vid beräkningar måste hänsyn tas till detta.

För att en undersökning av dagvattnets sammansättning skall ge trovärdiga resultat, bör alltså undersökningen ske under lång tid, dagvattnet och nederbörden mätas kontinuerligt, och proven tas flödesstyrda (eller tidsstyrda utan att slås samman till samlingsprov). Allt detta innebär ett personal- och kostnadskrävande projekt. Det är då i de flesta fall bättre att använda schablonvärden, och efter omdöme anpassa dem till de rådande förhållandena.

2. Dagvattnets föroreningshalter - schablonvärden

2.1 Dagvattnets föroreningshalter

Halterna i detta avsnitt är schablonhalter. Som underlag har använts schablonvärdena i (Malmqvist 1982) och (Naturvårdsverket 1983), korrigerade för förändringar i föroreningskällorna under den senaste tioårsperioden, se Bilaga 1.

2.1.1 Halter av COD, kväve, fosfor, bly, koppar och zink

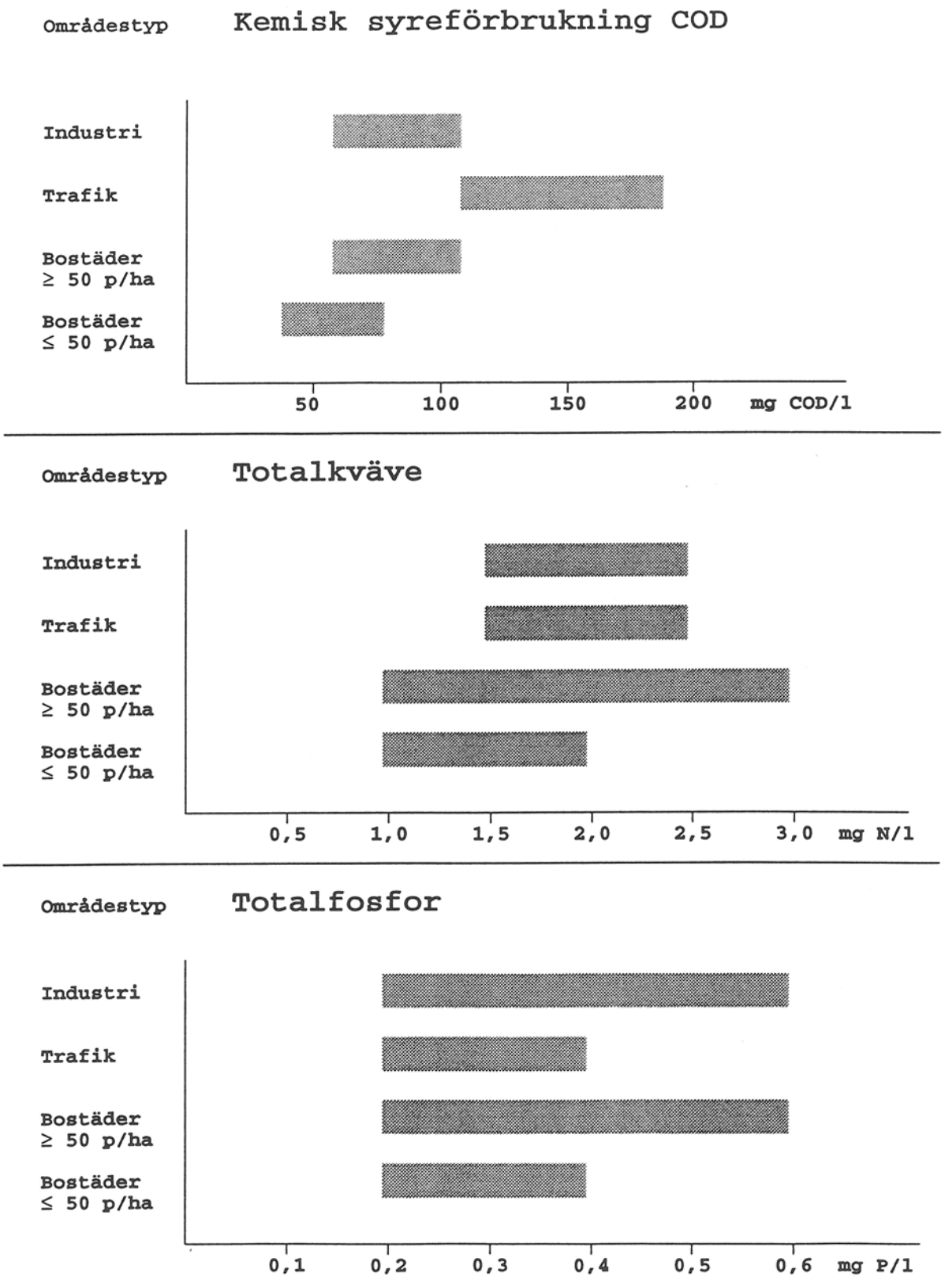
De i **Figur 1 och 2** angivna schablonvärdena avser dagvattnets medelhalter under sommarhalvåret. Figurerna skall användas så, att när man söker en föroreningshalt för ett område bör man bedöma hur typiskt detta område kan vara. Om ingen grund finns för en annorlunda bedömning, bör intervallets mittpunkt väljas.

Om området är avvikande i någon mening som kan ha betydelse för dagvattnets sammansättning, bör annat värde inom intervallet väljas. Sådana avvikelser kan vara trafikmängderna, närheten till större cityområde, belägenhet i Sverige (Norra Sverige lägre halter - Södra Sverige högre halter), närheten till luftförorenande industri och sopförbränning etc, samt hur mycket koppar och zink som använts som byggnadsmaterial. Använd **Tabell 1** som ledning för bedömningarna. Observera att de angivna halterna avser dagvatten från större, sammansatta områden. Avrinningen från mindre, ensartade ytor beskrivs i avsnitt 2.4.

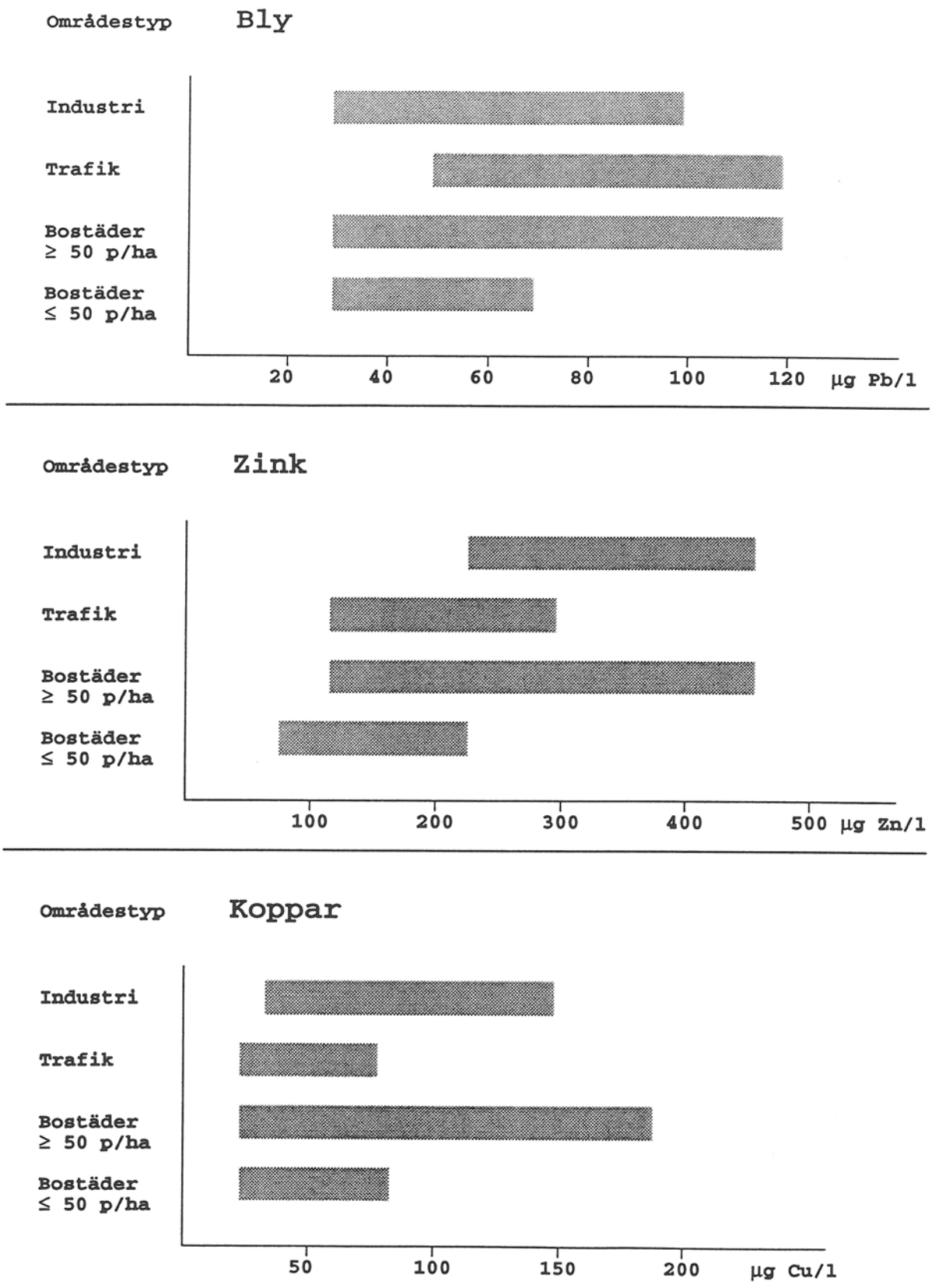
Mätningar i Stockholm har visat att dagvatten från extremt hårt belastade trafikleder och gator kan ha betydligt högre föroreningshalter än de som anges i denna rapport, se avsnitt 3.

Tabell 1. **Föroreningskällornas relativa betydelse för föroreningshalterna i dagvatten (enligt skalan dominerande - stor - någon - liten).** Avser dagvatten från större, sammansatta områden.

Källa	COD	Kväve	Fosfor	Bly	Zink	Koppar
Trafik	dominant	någon	liten	dominant	någon	någon
Korrosion, erosion	någon	liten	någon	liten	stor	dominant
Regn, stoftnedfall	någon	stor	någon	någon	stor	någon
Lokala aktiviteter	liten	någon	stor	liten	liten	liten



Figur 1. **Schablonvärden för medelhalter av COD, kväve och fosfor i dagvatten.**



Figur 2. **Schablonvärden för medelhalter av bly, zink och koppar i dagvatten**

2.1.2 Halter av andra ämnen

Suspenderat material

Halterna suspenderat material i dagvatten varierar kraftigt beroende på områdets och ytorna utformning och på regnets häftighet. Anläggningsarbeten i avrinningsområdet kan ge mycket höga halter. För planeringsändamål kan väljas halter i intervallet 50 - 400 mg/l - lägre halter i bostadsområden med låg trafik, högre halter i områden med hög trafik.

pH

Trots nederbördens dokumenterade surhet är dagvattnet i allmänhet nära neutralt. Dagvattnets låga buffertkapacitet gör att pH lätt förändras vid transporten över mark och i ledningar. Typiska pH-värden ligger i intervallet 6,0 - 7,2.

Olja

Halterna oljekolväten i dagvatten har undersökts av Naturvårdsverket (Falk 1986). Sammanlagt 74 prov från 12 områden undersöktes och analyserades med IR-metoden. Medianhalterna varierade mellan 0 och 2,70 mg/l, med ett sammantaget medianvärde på 0,38 mg/l. Naturvårdsverket rekommenderade att värdet 0,4 mg/l skulle användas för budgetberäkningar. Senare mätningar från andra områden har givit resultat i samma storleksordning. Dagvatten från industriområden har visats innehålla högre halter olja.

Bakterier

Dagvattnets innehåll av coliforma bakterier kan variera inom vida gränser, beroende på föroreningskällorna. Det fåtal mätningar som har gjorts indikerar att halterna av coliforma bakterier (35°C) ligger i intervallet 10^2 - 10^5. Termostabila coliforma bakterier (44°C) kan ligga i intervallet 10^2 - 10^4. Höga halter termostabila coliforma bakterier kan tyda på inblandning av spillvatten. Även djur och fåglar kan ge stora bidrag.

Kadmium och kvicksilver

De relativt få undersökningar som finns om dagvattnets innehåll av kadmium och kvicksilver indikerar intervallen 0,5-5 µg Cd/l respektive 0,05-0,2 µg Hg/l.

2.2 Föroreningshalternas variation

Under vinterhalvåret ökar vissa föroreningskällor, medan andra minskar. Luftföroreningarna och nedfallet ökar på grund av ökad uppvärmning. Föroreningarna från biltrafiken ökar genom ökad användning av choke, användning av dubbdäck mm. Dagvattnets halter av COD och bly kan därför vara upp till 40 % högre på vinterhalvåret, enligt Göteborgsundersökningen 1983. Korrosionen av byggnadsmaterial kan vara lägre på vintern genom att luften är torrare, vilket kan ge något lägre halter av koppar och zink. Kväve och fosforhalterna har små årstidsvariationer.

Olika avrinningar är olika förorenade. Generellt gäller, att regn med hög intensitet ger högre föroreningshalter än ett regn med låg intensitet. Vid mycket häftiga regn kan man få mycket höga föroreningshalter i dagvattnet

- flera gånger högre än de angivna schablonhalterna. Tillfälliga aktiviteter i avrinningsområdet som till exempel anläggningsarbeten kan också avsevärt höja dagvattnets halter av till exempel suspenderat material.

Under ett år med normala nederbördsförhållanden kan man under sommarhalvåret räkna med att den mest förorenade avrinningen har ca tre gånger högre föroreningshalter än en genomsnittlig avrinning.

Föroreningshalterna varierar också under ett regn. Föroreningshalterna kan i början av en avrinning vara flera gånger högre än i slutet av avrinningen. Detta kallas på engelska för "first flush", och innebär att om någon form av åtgärd skall sättas in, så är det effektivast att ta hand om det första dagvattnet som kommer i varje avrinning.

2.3 Föroreningar i snö

I Naturvårdsverkets meddelande "Lokalisering och drift av snötippar" (Naturvårdsverket 1990) finns sammanställningar om föroreningshalter i snö från olika platser i tätort. De föroreningar som redovisas är bly, kadmium, koppar, kolväten och klorid. Undersökningarna är gjorda 1970 -1982. Det finns även en sammanställning över uppmätta föroreningshalter i snötippar. Dessa undersökningar är gjorda mellan åren 1978 -1982.

Snö i en tätort tillförs föroreningar från olika föroreningskällor och på olika sätt genom:
- förorenad luft och nederbörd
- korrosion av byggnadsmaterial
- erosion av mark
- avgaser från bilar
- slitage av vägbanor och däck
- värmeanläggningar
- vissa luftförorenande industrier
- tillförsel av sand och salt till vägar
- diffusa föroreningar såsom djurspillning etc.

Genom kommunernas snöröjning koncentreras föroreningarna till de platser där snötippning äger rum. Vid snösmältningen transporteras föroreningarna vidare till mark, yt- och grundvatten i tippområdet.

Snö som ligger vid starkt trafikerade gator och vägar kan få en blyhalt mellan ett och några milligram per liter smält snö. Kopparhalten i snö kan i ogynnsamma fall nå värden mellan en tredjedels och två tredjedels milligram per liter. Kadmiumhalten kan uppgå till någon hundradels milligram per liter. En stor del av de föroreningar som motortrafiken ger upphov till vid snöväder hamnar så småningom i den snö som plogas åt sidan. Snöplogvallarna utgör dessutom i sig själv barriärer som "fångar upp" luftföroreningar från trafiken. Vid borttransport av snöplogvallar följer även en hel del föroreningar med från det översta markskiktet under snön.

Kloridhalterna varierar naturligtvis mycket kraftigt beroende på i vilken omfattning saltning utförs. Kloridhalter på ett halvt upp till ett par gram per liter smält snö kan dock förekomma.

2.4 Föroreningar från mindre ytor

Dagvatten som avrinner från tak, gator eller parkeringsplatser kan ha olika sammansättning, vilket bör beaktas när man söker lokala lösningar, exempelvis infiltration.

2.4.1 Dagvatten från takytor

Dagvatten från takytor är oftast klart, utan färg och med ett lågt partikelinnehåll. Dagvattnets pH ligger på den sura sidan. Beroende på tillgången på korroderbara metallytor på taket kan innehållet av zink och koppar vara stort till mycket stort. Takvattnets metallinnehåll beror, förutom av byggnadsmaterialen, av luftens och regnets korrosiva egenskaper, dvs närheten till havet eller stora städer eller luftförorenande industrier.

Takvattnets innehåll av bly och syreförbrukande ämnen beror främst av trafikintensiteten samt av takets höjd över marken. Takvattnets bakterieinnehåll kan vara högt, beroende på spillning från fåglar.

Eftersom takvattnets sammansättning är så avhängigt av de lokala förhållandena kan inga medelhalter ges. I **Tabell 2** ges variationsområden för några ämnen, hämtade från (Svensson 1987) och (Malmqvist och Hård 1981). Värdena är korrigerade med hänsyn till förändringarna i föroreningskällorna enligt Bilaga 1.

Tabell 2 Föroreningshalter i dagvatten från takytor

Ämne	Variationsområde
Suspenderat material	5-50 mg/l
COD	10-20 mg/l
Bly	5-50 µg/l
Zink	50-1000 µg/l
Koppar	10-1000 µg/l

2.4.2 Dagvatten från asfaltytor

Dagvatten från asfalterade ytor är ofta grumligt med grå-svart färg. Partikelinnehållet är högt. pH-värdet ligger nära neutralpunkten.
Gatuvattnet är i allmänhet det mest förorenade dagvattnet. Föroreningsgraden är mycket beroende av trafikintensiteten, men även icke-trafikerade asfaltytor som gångvägar ger föroreningsbidrag. Detta beror på nedbrytningen av asfalten och på stoftnedfall och förorenat regn.

Trafiken förorenar dagvattnet genom avgaser, oljeläckage, korrosion, erosion av vägbana och däck. Från asfalt och däck kommer en mängd kolväten och en del tungmetaller. Från däckens dubbar kommer tungmetaller. Från (äldre) bromsband kommer asbest. Från bromsledningar kommer koppar. Från avgaser kommer bly, kväveoxider och en mängd kolväten. Trafiken är dagvattnets största föroreningskälla för de flesta ämnen.

Genom undersökningar bland annat i Göteborg (Svensson 1987) vet vi en del om sammansättningen hos dagvatten från asfalterade ytor, se **Tabell 3**. Halterna är korrigerade med hänsyn till de senaste årens förändring i föroreningskällorna.

Tabell 3 Föroreningshalter i dagvatten från asfaltytor

Ämne	Trafikerad gata	Parkeringsyta
Suspenderat material	100-600 mg/l	20-100 mg/l
COD	150-250 mg/l	100-200 mg/l
Bly	100-200 µg/l	30-150 µg/l
Koppar	50-100 µg/l	50-100 µg/l
Kadmium	2-4 µg/l	2-4 µg/l

3. Resultat från svenska undersökningar 1982 -1992

Under den senaste tioårsperioden har dagvatten från separerade system inte ägnats någon stor uppmärksamhet i de svenska kommunerna. En del undersökningar har dock genomförts. Resultaten från några av dem redovisas i detta avsnitt. Uppgifter om undersökningarna har hämtats från länsstyrelser, kommuner, konsultföretag och högskolor.

I Bilaga 2 redovisas de undersökningar där dokumentationen varit tillräckligt god. Föroreningshalter ges för olika ämnen, oftast som intervall. I något fall har maximi- och minimivärden angivits. Där så har varit känt, har antalet prov och årstid angivits.

Undersökningar från följande orter finns medtagna: Eskilstuna, Kalmar, Luleå, Nyköping, Trosa samt Växjö.

Undersökningarnas kvalitet och generaliserbarhet har diskuterats ovan, sid 1-2. De värden som återges i Bilaga 2 kan inte användas för planeringsändamål eller för jämförelser med andra områden eller andra utsläpp.

Under senare år har dagvattnets föroreningsinnehåll åter börjat uppmärksammas. Några litet mer omfattande studier pågår, bland annat avseende trafikdagvatten.

Särskilt intressant är en undersökning av trafikbelastat dagvatten som utförts i Stockholm 1992-1993 av Stockholm Vatten. Dagvatten från bland annat Essingeleden med ca 120 000 fordon/dygn och Tegelbacken i centrala Stockholm har analyserats. Vid vissa regntillfällen noterades betydligt högre halter av bl.a. kväve, COD och zink än vad som anges som schablonhalter i denna rapport. Undersökningen kommer att avrapporteras under hösten 1994.

4. Internationella erfarenheter

Dagvattnets sammansättning har studerats i de flesta västerländska länder lika länge som i Sverige. Precis som här var intresset och antalet studier som störst under 1970-talet, och i början av 1980-talet. Nationella sammanställningar gjordes i flera länder, och något försök till en internationell jämförelse. Alla kända sådana sammanställningar är alltså tio till tjugo år gamla, eller bygger på data från undersökningar som är från den tiden. De uppgifter om dagvattnets sammansättning som kan finnas i den internationella litteraturen är alltså föga mer lämpade för föroreningsberäkningar under 1990-talet än de Svenska sammanställningar som gjordes i början av 1980-talet (och som denna rapport bygger på). För den som ändå är intresserad av att göra historiska internationella jämförelser kan hänvisas till följande:

I **USA** gjordes omkring 1980 en omfattande studie, den sk. NURP-studien (Nationwide Urban Runoff Program), som är avrapporterad i fyra volymer (1983). NURP-studien omfattade 173 avrinningsområden i 30 amerikanska städer. Slutrapporten rekommenderade, precis som vi gör i denna rapport, att ett bra sätt att beräkna föroreningsmängder med dagvattnet på års- eller säsongsbasis, är att använda givna medelhalter (sk EMCs - Event Mean Concentrations) och multiplicera med dagvattenvolymer som mätts eller beräknats lokalt. Sådana medelhalter ges i NURPs slutrapport, dock som sagt 10-15 år gamla. De viktigaste slutsatserna från NURP-studien finns sammanfattade i Bilaga 3. För mer information kontakta Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C., 20460, USA.

I **England** har en databasen Sewer Quality Archive upprättats av WRc (Water Research Centre) för mätningar av föroreningar i dagvatten och i kombinerat avloppsvatten som utförts under 1980-talet. I databasen finns data från totalt 13 områden, varav två avser dagvatten från separerade avloppsnät och ett avser ytavrinning. Övriga data kommer från kombinerade avloppsnät. Databasen kan användas för att testa modeller och teorier, samt för att jämföra med mätdata i andra områden. Däremot kan den inte användas för planeringsändamål. För mer information kontakta Sewer Quality Archive, WRc Swindon, PO Box 85, Franklin Road, Blagrove, Swindon, Wiltshire SN5 8YR, UK, tel 0793 - 511 711.

I **Frankrike** finns mätdata samlade i en databas upprättad av CERGRENE. Databasen innehåller data från 21 områden, varav 9 avser dagvatten. Medelkoncentrationer för avrinningar finns angivna, däremot inga försök att beskriva generella medelhalter för planeringsändamål. För mer information kontakta CERGRENE, ENPC, La Courtine, 93167 Noisy-le-Grand, Cedex, Frankrike. Tel 1 - 43 04 40 98.

The European Water Pollution Control Association har via sin tekniska underkommitté Urban Runoff Quality Data sammanställt många av de större och mer omfattande undersökningarna av dagvattnets sammansättning i Europa under 1970- och början av 1980-talet. Sammanställningen har resulterat i The Urban Runoff Data Base, som dock bara finns i en interimversion från

1987. Inga sammanställningar som är lämpliga för planeringsändamål finns framtagna. Mer information kan fås från Urban Pollution Research Centre, Middlesex University, Bounds Green Road, London N11 2NQ, UK.

Mätningar av dagvattnets sammansättning görs i många länder, men rapporteras oftast som enskilda undersökningar. Nationella sammanställningar finns inte rapporterade från senare år. Den som vill ta del av resultaten från enskilda undersökningar, finner en god litteraturkälla i de Proceedings som ges ut från de vart tredje år återkommande International Conferences on Urban Storm Drainage, ICUSD. 1990 hölls konferensen i Osaka, Japan, och 1993 i Niagara Falls, Canada. Dessa proceedings finns angivna i litteraturförteckningen.

Mätdata från **Tyskland** finns sammanställda som storleksordningar av H.Hahn och rapporterades på Canadakonferensen. Hahn klassificerar också vattnen i mindre förorenat, förorenat och mycket förorenat, se **Tabell 4.**

Tabell 4. Storleksordningar av några föroreningskomponenter i dagvatten. Medelhalter i enskilda avrinningar. Tyska undersökningar. (Hahn 1993)

Källa	Komponent	mg/l	Klassificering
Takytor	Filterrest	60	Mindre förorenat
	COD	22	
	Pb	0,1	
	PAC	0,5 µg/l	
Gator och vägar	Filterrest	940	Förorenat
	COD	150	
	Pb	0,5	
	PAC	3,1 µg/l	
	P_{tot}	2,5	
Kombinerat avloppsflöde	Filterrest	300	Mycket förorenat
	COD	250	
	Pb	0,8	
	PAC	10 µg/l	
	P_{tot}	8	
	NH_4	4-8	

J.Marsalek (1993) har gjort en jämförelse mellan dagvattnets sammansättning i olika länder, se **Tabell 5.** En del av de bakomliggande undersökningarna är dock relativt gamla, och tabellen måste läsas med viss försiktighet. Uppgifterna från Danmark kommer från Miljöstyrelsen .

Tabell 5. Jämförelse mellan dagvattnets sammansättning i olika länder (mg/l). Medelkoncentrationer för enskilda avrinningar.

Komponent mg/l	Tyskland bostadsomr.	Tyskland vägar	Ontario stadsomr.	England stadsomr.	USA NURP olika	Europa vägar	Danmark olika
SS	130	140-250		190	100	110-5700	30-100
COD	50-120	90-120		90	65		40-80
NH_4-N	0,8	0,5-0,9	0,5	1,5		1,4-3,3[1]	2[1]
P_{tot}			0,28	0,34	0,33		0,5
Pb	0,27	0,16-0,62	0,15	0,21	0,14	0,3-2,4	0,05-0,15
Zn		0,36-0,62	0,49	0,30	0,16	0,2-3,6	0,3-0,5
Olja		2,0-7,0	3,3	0,4			

[1]/ avser totalkväve

En jämförelse mellan haltvärdena i tabellerna 4 och 5 med de rekommenderade schablonhalterna i figurerna 1 och 2 och den efterföljande texten, finner man stor samstämmighet med några undantag. Halterna SS, suspenderat material, i dagvatten har i de flesta utländska undersökningar funnits vara högre än i svenska undersökningar. Anledningarna till detta är inte kända, men man kan misstänka att skillnader i materialval och utformning av framförallt gator och vägar har betydelse, liksom skillnader i underhåll och skötsel som till exempel gatsopning. Blyhalterna i tabellerna 4 och 5 är också högre än schablonhalterna i figur 1 och 2. En anledning härtill är att underlaget till tabellerna 4 och 5 är gammalt, och att blyhalterna i dagvatten numera är lägre i alla länder där blyinnehållet i bensin har minskat.

5. Beräkning av föroreningsflöden

5.1 Budgetberäkningar

Beräkningar av föroreningsmängder som uttransporteras från ett område görs för att bedöma tillförseln till en recipient eller för att jämföra utsläppen med andra utsläpp, till exempel från ett reningsverk. I kombinerade system kan man vara intresserad av att bedöma de bräddade mängderna. Vid planering av bebyggelse etc. kan man vilja bedöma de utsläpp som dagvattensystemet kommer att medföra. Budgetberäkningar kan göras helt för hand, eller med hjälp av datormodeller.

5.1.1 Handräkningsmetod

Enklast börjar man med att beräkna de utsläppta dagvattenvolymerna, till exempel på årsbasis eller säsongsbasis. Därefter multiplicerar man volymerna med de schablonhalter som ges i denna rapport. Arbetsgången kan vara denna:

1. Bestäm avrinningsområdet eller -områdena. Områdesgränserna ges i regel av dagvattensystemen. Som underlag används en ledningskarta, vid behov kompletterad med en topografisk karta. (Utvecklingsarbete pågår där detta läggs in i VABAS)

2. Bestäm för varje avrinningsområde hur ytorna är fördelade på de fyra typytor som används i denna rapport: industriområden, trafikområden, bostadsområden med fler än 50 personer per ha samt bostadsområden med färre än 50 personer per ha. Summera typytorna områdesvis. Avrinningen från grönområden anses i dessa sammanhang vara försumbar, såvida inte markdränering eller bäckar kopplats till dagvattensystemet. Ytkarteringen görs normalt med en karta eller flygfoton som underlag. Det är också möjligt att använda satellitbilder och i en dator få fram de olika yttyperna. Tekniken är dock ännu inte färdigutvecklad.

3. Beräkna för varje avrinningsområde den årliga dagvattenvolym som avrinner i ledningssystemet. Följande beräkningsmetod är hämtad från Naturvårdsverkets Meddelande 3/1983:

$$Q_{år} = \mathbf{a} \times \mathbf{A} \times (\mathbf{P}-\mathbf{b}) \times 10^{-3}$$

$Q_{år}$ = avrunnen volym under året (m^3)
a = konstant som visar andelen hårdgjorda ytor som avvattnas till dagvattensystemet
A = totalytan hårdgjorda ytor i avrinningsområdet (m^2)
P = total nederbörd under året (mm)
b = total förlust av vatten genom avdunstning från vattenpölar (mm)

Faktorn **axA** är den yta som avvattnas till ledningssystemet. Gräsytor m.fl. anses inte medverka till avrinningen.

Faktorn **a** kan överslagsmässigt ges följande värden:

	a
Enfamiljshusområde	0,5 - 0,6
Flerfamiljshusområde	0,6 - 0,7
Centrumbebyggelse	0,8 - 1,0

Ytan **A** fås från kartor eller flygbilder eller kan för överslagsberäkningar uppskattas enligt:

Enfamiljshusområden:
A = 10 - 20 % av totalarean
Flerfamiljshusområden:
A = 30 - 50 % av totalarean

Centrumbebyggelse:
A = 80 % av totalarean

Den totala nederbörden bör uppjusteras med 10 % för att korrigera för vindförluster.

Konstanten **b** kan skattas till 50 mm för områden med stor lutning (≥1,5%) och 100 mm för områden med mindre lutning.

Observera, att den beräknade avrunna volymen **Q** endast avser avrinning från ytor och ej inkluderar eventuellt basflöde som dräneringsvatten och inläckage.

4. Bestäm föroreningshalterna för varje delyta (summan av typytor i varje avrinningsområde). Använd schablonhalterna i denna rapport, med de anvisningar som finns i avsnitt 2. Försiktighet tillrådes vid användning av uppmätta halter från de aktuella områdena.

5. Beräkna de årligen uttransporterade föroreningsmängderna från varje avrinningsområde:

$$F_{år} = c \times Q_{år} \times 10^{-3}$$

$F_{år}$ = totalmängd uttransporterad föroreningsmängd (kg, om halten angivits i mg/l; g om halten angivits i µg/l)
c = schablonhalt enligt avsnitt 2 (mg/l eller µg/l)

5.1.2 Datorberäkningsmetoder

Beräkningsgången är snarlik handräkningsmetoden. Skillnaden är att dagvattenvolymerna beräknas med en datormodell, regn för regn, och summeras till år eller säsong.

Den idag vanligaste datormodellen i Sverige är MOUSE. Beräkna dagvattenavrinningen med hjälp av MOUSE för alla regn under den tidsperiod som skall bearbetas. Normalt är tidsperioden ett år, men flera år kan naturligtvis utgöra beräkningsunderlag. Om flera år används i beräkningen av dagvattenavrinningen beräknas årsbelastningarna som ett medelvärde för perioden.

Föroreningsbelastningen beräknas med hjälp av schablonhalterna i denna rapport, avsnitt 2. Belastningen är lika med halt gånger dagvattenvolym (kg/m^{3}x m^3/år= kg/år). Schablonhalterna är olika för olika typer av områden, varför beräkningen genomförs för varje komponent och för varje områdestyp.

Om ett kalkylprogram (EXCEL, LOTUS m.fl.) finns tillgängligt, kan detta med fördel användas. I ett kalkylark ställs upp en tabell för varje komponent med regntillfällen i första kolumnen och alla delområden i första raden, se exemplet i **Figur 3**.
Summera dagvattenavrinningen för varje regntillfälle och för alla delområden av respektive typ, och beräkna sedan föroreningsmängden för varje regntillfälle. En vertikal summering ger periodens totalmängd för varje typområde medan en horisontell summering ger avrinningsområdets totalmängd för varje regntillfälle. Metoden tillåter också att man enkelt skiljer mellan halterna under olika årstider, se avsnitt 2.2 sid 6.

Varje komponent kommer att ge en tabell. Årsmängderna redovisas för varje typområde och för hela avrinningsområdet. Variationen över året ges av kolumnen längst till höger. Med datum i stället för nummer på regntillfällena kan årstidsvariationerna illustreras i ett diagram.

Komponent:													
Regn	Bostad <50p/ha			Bostad >50p/ha			Trafik			Industri			Σ
Nr	m^3	g/m^3	kg	m^3	g/m^3	kg	m^3	g/m^3	kg	m^3	g/m^3	kg	kg/ regn
1													
2													
3													
.													
.													
n													
Σ													Σ Σ

Figur 3. Exempel på kalkylark för budgetberäkningar av utsläppta föroreningsmängder.

Andra datormodeller än MOUSE kan givetvis användas, även om vi i Sverige har störst erfarenhet av MOUSE. Alla datormodeller som kan beräkna dagvattenvolymer för enskilda regntillfällen kan användas.

Till MOUSE-paketet finns kopplat en modell som heter SAMBA. Denna är avsedd för långtidssimuleringar av framförallt bräddningsvolymer och föroreningsmängder från bräddavlopp i kombinerade ledningsnät. Den bygger på tid-area-metoden och saknar ledningshydraulik. Schablonhalter ges som indata till modellen, varefter föroreningarna transiteras konservativt (den enda process som tas hänsyn till under transporten är utspädning). Viss möjlighet finns att ta hänsyn till den s.k. first flush, dvs att de största föroreningshalterna finns i början av en avrinning.

5.2 Detaljerade beräkningsmetoder

För detaljerade beräkningar är man hänvisad till datormodeller på grund av de stora datamängderna och det omfattande beräkningsarbetet. Mer ingående information om dagvattnets sammansättning och dess variationer kan behövas till exempel vid dimensionering av reningsanläggningar och utjämningsmagasin, eller vid fortsatta simuleringar av ett vattendrag.

Inom MOUSE-paketet håller den deterministiska (byggd på fysikaliska samband, i motsats till stokastisk, slumpmässig) föroreningsmodulen MOUSE TRAP på att utvecklas. Den kan simulera föroreningstransporten vid varje regntillfälle eller över en längre period med flera nederbördstillfällen. Med MOUSE TRAP kan man utföra följande beräkningar:

- urtvättning och transport av sediment och partikelbundna föroreningar med dagvattnet från olika typer av ytor
- vattenkvalitetsförändringar i rännstensbrunnar mellan regn
- urspolning av rännstensbrunnar
- sedimenttransport inklusive deposition och erosion av sediment i ledningar
- transport av lösta och partikelbundna ämnen med ledningsflödet
- utspädning av lösta ämnen
- omvandling av lösta ämnen

MOUSE TRAP kan göra beräkningar av suspenderat material (SS), organiskt material (COD, BOD), närsalter (N,P), metaller och bakterier. Beräkningarna förutsätter relativt mycket indata om sedimentegenskaper och olika ämnens bindning till partiklar. En stor del av den nödvändiga informationen finns som standardvärden i modellen, men egna värden och kalibrering av modellen rekommenderas.

Resultaten från simuleringarna är tidsserier för koncentrationer, massa och ackumulerad massa för varje komponent. Om en tillräckligt lång period simuleras kan även här årsbelastningar beräknas och om flera år ingår i underlaget kan också statistik upprättas.

Resultaten från MOUSE-beräkningar kan länkas till en vattenkvalitetsmodell för vattendrag, MIKE11.

Information om MOUSE-paketet kan fås från DHI (Dansk Hydraulisk Institut, Agern Allé 5, Hörsholm, Danmark), VAV eller VBB VIAK.

Andra modeller för detaljerade beräkningar finns också, framför allt SWMM (Storm Water Management Model) från USA (Information kan fås från EPA i USA) och MOSQITO från England, som ingår i det sk. WALLRUS-paketet (Information kan fås från Hydraulics Research Ltd, Wallingford, UK). I Sverige finns dock endast mycket begränsade erfarenheter från användningen av dessa modeller.

6. Referenser

Bengtsson L et al, 1980. Snöhantering i tätort. Byggforskningsrådet Rapport 27:1980

Falk Jan, 1986. Dagvattnets oljeinnehåll. Statens naturvårdsverk. Stencil.

Hahn Hermann H, 1993. Pathways of anthropogenic pollutants within the urban drainage system. I Proceedings, 6th International Conference on Urban Storm Drainage, Canada.

Hälso- och miljövårdskontoret i Umeå kommun, 1981. Luftundersökning 1980 - 1981. Stencil.

Malmqvist Per-Arne, 1983. Urban Stormwater Pollution Sources. Doktorsavhandling vid Chalmers Tekniska Högskola. Göteborg.

Malmqvist Per-Arne, 1982. Lathund för beräkning av dagvattnets föroreningar. Geohydrologiska forskningsgruppen, Chalmers Tekniska Högskola, Meddelande nr 66. Göteborg.

Marsalek et al, 1993. Urban drainage systems: design and operation. Water Science and Technology Vol 27, no 12, pp 31-70.

Miljöförvaltningen i Stockholms stad, 1991. Depositionen av luftföroreningar till marken i Stockholm. "Information Luft". Stencil.

Miljö och hälsoskydd i Göteborg, 1992. Depositionen av lufttransporterade föroreningar i Göteborgs kommun - trender och utvärdering av 1991 års analyser. Rapport 1992:29. ISSN 1100-4371.

Miljökontoret i Umeå, 1990. Luften i Umeå - sammanställning av mätresultat vinterhalvåret 1989 - 90. Stencil.

Miljöstyrelsen i Danmark, 1990. Regulering af forurening fra aflöbssystemer under regn. Miljöprojekt 137.

Proceedings, Fifth International Conference on Urban Storm Drainage, Osaka, Japan, 1990.

Proceedings, Sixth International Conference on Urban Storm Drainage, Niagara Falls, Canada, 1993.

Statens Naturvårdsverk 1983. Dagvattenhantering. Planering och miljöeffekter. Meddelande 1/1983. ISBN 91-38-07325-0.

Statens Naturvårdsverk 1990. Snöupplag. Lokalisering och drift. Rapport 3785.

Statens Naturvårdsverk 1990. LUFT - 90. Aktionsprogram mot luftföroreningar och försurning. Naturvårdsverket informerar. ISBN 91-620-1079-4.

Statens Naturvårdsverk 1990. HAV - 90. Aktionsprogram mot havsföroreningar. Naturvårdsverket informerar. ISBN 91-620-1082-4.

Statens Naturvårdsverk, 1990. SÖT-VATTEN -90. Aktionsprogram för god vattenkvalitet. Naturvårdsverket informerar. ISBN 91-620-1093-X

Statens Naturvårdsverk, 1993. Nedfall av kväve och fosfor till Sverige, Östersjön och Västerhavet. R 4148.

Svensson Gilbert, 1987. Modelling of Solids and Metal Transport from Small Urban Watersheds. Doktorsavhandling vid Chalmers Tekniska Högskola. Göteborg. ISSN 0280-4581.

U.S. Environmental Protection Agency, 1983. Final Report of the Nationwide Urban Runoff Program. US EPA, Office of Water, Washington DC.

VIAK AB, 1988. Dagvattnets bidrag till tungmetallbelastningen på Ryaverket. Konsultutredning åt GRYAAB, Göteborg.

Water Research Centre, 1990. Sewer Quality Archive. Interim Report FR 0136, December 1990.

Bilaga 1 Dagvattnets föroreningskällor

1. Göteborgsstudien 1983

Dagvattnets föroreningskällor har utförligt behandlats i ett relativt stort forskningsprojekt i Göteborg (Malmqvist 1983). De föroreningar som studerades var i första hand kväve, fosfor, bly, koppar och zink. Resultaten redovisades som massbalanser, där de olika föroreningskällorna kvantifierades för fyra olika bostadsområden i och utanför Göteborg. De största föroreningskällorna som inkluderades i massbalanserna var

- atmosfäriskt nedfall
- trafik
- korrosion
- spillning från fåglar och hundar

Följande slutsatser kunde dras från massbalansstudierna:

- Det atmosfäriska nedfallet var den största källan till dagvattnets innehåll av kväve, och en av de två största källorna till fosfor. Den andra stora fosforkällan var djurspillning, som var den största fosforkällan i centrumområdet (där det fanns få gräsytor och liknande)

- Fordonstrafiken befanns vara den största källan till dagvattnets innehåll av bly i de två områdena som hade stor trafik. I de två förortsområden som hade relativt litet trafik inne i områdena, var dock det atmosfäriska nedfallet en lika stor blykälla som trafiken

- Det atmosfäriska nedfallet, korrosionen av byggnadsmaterial och fordonstrafiken var alla viktiga källor till dagvattnets innehåll av zink. Vilken källa som var störst berodde på bland annat hur mycket förzinkade byggnadsmaterial som fanns i området.

- Korrosionen av byggnadsmaterial befanns vara den största källan till dagvattnets innehåll av koppar i de två områden där koppar var vanligt som byggnadsmaterial. I de två andra områdena var det atmosfäriska nedfallet den största kopparkällan.

I rapporten finns detaljerade uppgifter om såväl de olika föroreningskällornas storlek, som om den relativa fördelningen mellan dem i de fyra bostadsområdena.

2. Föroreningskällornas förändring med tiden

Göteborgsstudien presenterades 1983, men merparten av resultaten i den grundas på fältstudier gjorda 1975-1976. Sedan dess har flera av föroreningskällornas storlek förändrats, några dramatiskt. Med kännedom om källornas relativa betydelse för dagvattnets sammansättning, och om källornas nuvarande storlek, kan dagvattnets nutida föroreningshalter uppskattas.

2.1 Atmosfäriskt nedfall, regionalt

Det atmosfäriska nedfallet kan sägas bestå av en regional del (oavsett om utsläppet skett i Sverige eller föroreningarna är fjärrtransporterade) och en lokal del. Uppgifterna om det regionala nedfallet har i huvudsak hämtats från Naturvårdsverkets publikationer Luft -90, Hav -90 och Sötvatten -90.

Svavel

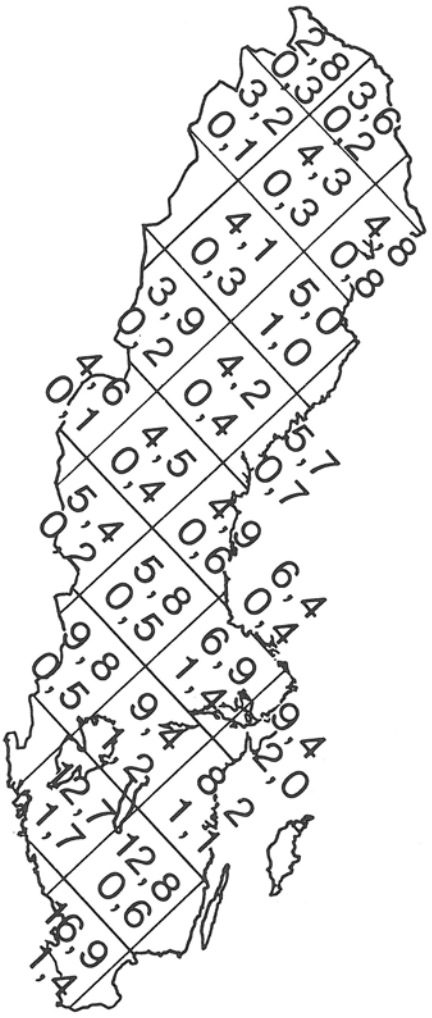
Svaveldioxidutsläppen i Sverige har minskat sedan början av 1970-talet. Utsläppen är idag lägre än på 1950-talet. Sedan 1980 har de totala svaveldioxidutsläppen minskat med ca 60 procent. I Stockholm ligger t.ex. medelvärdet för vinterhalvåret nu på ungefär en tredjedel av nivån från åren kring 1970. Utsläppen väntas fortsätta att minska till början av 2000-talet.

Halterna av svaveldioxid påverkas både av de lokala utsläppen och av långdistanstransporterade föroreningar. I södra och västra Sverige kan 50-60 procent av svaveldioxidbelastningen och 60-70 procent av belastningen av sot hänföras till långdistanstransport. I norra Sverige är den regionala belastningen mindre, ca 30 procent för svaveldioxid och sot. Samtliga värden gäller vinterhalvår.

För Europa som helhet har svaveldioxidutsläppen minskat sedan mitten av 1970-talet. Det är framförallt länderna i norra och västra Europa som minskat sina utsläpp. Utsläppen i Europa väntas enligt nuvarande planer minska med omkring 30 procent räknat från år 1980 till en bit in på 90-talet.

Svaveldioxidutsläppen i Sverige härrör till ungefär två tredjedelar från förbränning av svavelhaltiga bränslen och till ungefär en tredjedel från industriella processer. Dieselbränslet svarar för en mindre del av de totala svaveldioxidutsläppen men är betydelsefullt i tätorterna. Vid livligt trafikerade gator kan upp till 30-40 procent av svaveldioxidhalten i luften härröra från svavlet i dieselbränsle. Kring vissa hamnar kan fartyg bl a färjorna bidra starkt.

Utländska källor spelar stor roll för svaveldepositionen i Sverige. Det svenska bidraget till svavelnedfallet är ca 10 procent i större delen av landet. (Södra och västra Sverige)



Figur 4. Genomsnittligt nedfall av svavel (kg S/ha,år). Det högsta värdet i varje ruta är totalnedfallet, det lägre värdet är bidraget från svenska källor (Från LUFT '90)

Kväve

Halterna av kvävedioxid har inte utvecklats lika gynnsamt som för svaveldioxid. Kväveoxidutsläppen i Sverige har nästan tredubblats sedan 1950-talet i takt med bilismens expansion. Utsläppsökningen bröts under 1980-talet, men ännu har utsläppen

bara minskat obetydligt.

Den regionala delen av belastningen i tätorterna i södra Sverige är mindre än 30 procent och mindre än 10 procent i norra Sverige. Kvävedioxidhalterna är således till största delen genererade lokalt.

De europeiska kväveoxidutsläppen väntas enligt nuvarande planer minska med 15 procent till senare hälften av 1990-talet.

De svenska kväveoxidutsläppen kommer till nästan 80 procent från trafiken och från arbetsfordon och arbetsmaskiner. Den resterande delen härrör främst från energiproduktionen. I tätorterna är trafikens bidrag till de lokalt genererade kväveoxidhalterna helt dominerande. Bensindrivna bilar bidrog exempelvis år 1984/85 med 46 procent, dieseldrivna bilar med 40 procent och fasta anläggningar med 5 procent till uppkomna kväveoxidhalter i Göteborg.

Utländska källor spelar stor roll för kvävedepositionen i Sverige. Den svenska andelen av det kvävenedfall som härrör från kväveoxider ligger i södra och västra Sverige omkring eller under 10 procent.

Tabell 6 Depositionen av totalkväve i Skåne och på Västkusten år 1988 (från LUFT '90)

	Skåne	Västkusten
Nedfall kg N/ha,år	11	8
Andel från Sverige, %	20	26
Andel från utlandet, %	80	74

Fosfor

Utsläpp av fosfor till luften och deposition av fosfor berörs knappast alls i Naturvårdsverkets skrifter, undantagandes "Nedfall av kväve och fosfor till Sverige, Östersjön och Västerhavet" (SNV 1993), i vilken en sida ägnas fosfor. Källorna till luftens fosfor är dåligt kända. De största utsläppen till luften kommer från jorderosion och från haven. Lokalt kan också industriella utsläpp inverka. Elementärt fosfor eller fosfor i gasform finns inte i luften, allt fosfor är knutet till partiklar eller löst i regnvatten.

I Göteborgsstudien uppmättes nedfallet av fosfor i urbana områden till 450 - 830 g P/ha,år.
Det är inte troligt att fosfornedfallet har minskat under de senaste tio åren.

Metaller

Utsläppen till luften av de flesta tungmetaller har minskat i Sverige under de senaste 10-20 åren. Det är bland annat den förbättrade stoftavskiljningen och andra åtgärder inom järn-, stål- och metallindustrin som givit resultat. Vid många stora punktkällor har utsläppen skurits ned mycket kraftigt. Den metallförädlande industrin är den dominerande källan till metallutsläpp i Sverige, utom vad gäller bly, där biltrafiken har spelat en viktig roll. Även i andra länder i norra och västra Europa har utsläppen minskat.

Många tungmetaller som släpps ut till luften kan spridas över långa avstånd. En stor del av depositionen i Sverige härrör därför från utländska källor. Depositionen av många ämnen visar en tydlig nord-sydlig gradient. Våtdepositionen är således i allmänhet 3-5 gånger större i södra eller sydvästra Sverige än i den inre delen av mellersta Norrland. För koppar är gradienten mindre tydlig.

Det regionala nedfallet av många ämnen har minskat under de senaste årtiondena till följd av åtgärder inom och utom landet. Mossinventeringar visar att nedfallet av bly, järn, kadmium, krom, nickel och zink har minskat med mer än 50 procent i Syd- och Mellansverige sedan slutet av 60-talet, då mosskarteringarna startade.

Tabell 7. Tungmetallutsläpp till luften i Sverige, ton per år (från LUFT '90)

Metall	1970/73	1977/78	1985	1987/88
Arsenik	160	130	40	8
Bly	2200	1500	950	720
Kadmium	25	12	5	2,5
Koppar	450	280	70	50
Krom	800	160	75	45
Kvicksilver	5	5	4,5	3
Nickel	250	180	50	45
Vanadin	530	460	140	140
Zink	2500	1200	540	340

Tabell 8. Depositionen av metaller över Sveriges landareal enligt analyser av mossa, ton/år (från LUFT '90) (Depositionen i tätorter och runt stora punktkällor är ej medräknad)

Metall ton/år	1975	1980	1985
Arsenik	14	15	13
Bly	1900	1300	1000
Kadmium	33	25	17
Koppar	430	410	400
Krom	95	85	90
Nickel	175	125	125
Vanadin	190	185	180
Zink	3700	3300	2900

Kolväten och partiklar

Trafiken och användningen av lösningsmedel är de dominerande källorna till utsläpp av flyktiga organiska ämnen. Trafiken, vissa industrier och energiverken är de största källorna till sot och partiklar.
Trafikens andel har minskat genom den obligatoriska avgasreningen på personbilar från 1989 och på lätta lastbilar från 1992, samt genom åtgärder i bensinhanteringen. Kolväteutsläppen från lätta bilar har mellan 1980 och 1990 minskat från 205 000 ton/år till 146 000 ton/år. Vägtrafikens utsläpp väntas minska ytterligare med omkring 70% i Sverige till år 2000 till följd av redan fattade beslut. Användningen av lösningsmedel tenderar också att minska både inom industri och inom hushåll och service.
Partikelutsläppen med avgaser från vägtrafiken bedöms kunna minska med minst 50% mellan 1990 och 2000 till följd av ökade krav på fordonen samt en förbättring av dieselkvaliteten.

2.2 Atmosfäriskt nedfall, lokalt

I svenska tätorter är det i allmänhet trafiken och bostadsuppvärmningen som har störst inverkan på luftkvaliteten. Stora industriutsläpp är inte vanliga inne i tätorterna men där sådana utsläpp förekommer är de naturligtvis också betydelsefulla. Mindre industriutsläpp kan lokalt påverka tätorternas yttre delar.

Luftundersökningar görs i flera svenska kommuner av Miljö- och hälsovårdsförvaltningarna, och liknande tendenser som redovisats för den regionala luftkvaliteten gäller för kommunerna. I några kommuner undersöker man också det atmosfäriska nedfallet. Har skall redovisas resultat från Stockholm och Göteborg.

Nedfallsmätningar i Stockholm

I Stockholm har under flera år gjorts nedfallsmätningar på ett 20-tal platser. Månadsvisa prov har insamlats i öppna provsamlare och analyserats.
Undersökningen år 1988 visade att svaveldepositionen varierade mellan 9 och 11 kg S/ha år i innerstaden och i industriområdena, mellan 7 och 9 kg S/ha år i förorterna, och drygt 5 kg S/ha år i ett friluftsområde.

Kvävedepositionen varierade förhållandevis litet mellan provplatserna och låg kring 9 kg N/ha år i innerstaden och nära 5 kg N/ha år i friluftsområdet.

Blydepositionen varierade från cirka 100 g Pb/ha,år i innerstaden till 50-110 g Pb/ha,år i övriga områden. Kadmiumdepositionen var drygt 2 g Cd/ha,år i innerstaden och mellan 1 och drygt 4 g Cd/ha,år i övriga områden.
För vanadin var depositionen drygt 15 g V/ha,år i innerstaden, och mellan 7 och 20 g V/ha,år i övriga områden.
Depositionen av kvicksilver var så liten att mätningar ej kunde utföras.

Jämförelser har också gjorts mellan 1988 års mätresultat och äldre mätningar i Stockholm. Man fann att depositionen av svavel (i öppna provtagare) sjunkit betydligt under 1980-talet, från cirka 22 kg S/ha,år 1980-81 till cirka 9 kg S/ha,år 1988 i innerstaden. I förorterna hade svaveldepositionen sjunkit från 15 kg S/ha,år till 5 kg S/ha,år.

Enstaka mätningar visade att kvävedepositionen inte hade sjunkit på motsvarande sätt, utan var av samma storleksordning i slutet som i början av 1980-talet.
Blydepositionen visade sig ha minskat från 260 g Pb/ha,år till 100 g Pb/ha,år, och vanadindepositionen från 50 g V/ha,år till 15 g V/ha,år mellan åren 1980/81 till 1988.

Stockholmsstudien ingick i ett samarbetsprojekt där motsvarande nedfallsmätningar gjordes i ytterligare fem tätorter samt i två områden utanför tätorterna, se **Tabell 9**.

Tabell 9. Medelvärden av månadsprov på deposition i öppna provsamlare i olika kommuner under 1988. (mm nederbörd/år resp. mg/m^2 månad)

Kommun	Plats-antal	Nederbörd	Svavel	Kväve[1]	Bly	Vanadin
Stockholm	21	453	71	70	0,7	0,13-0,15
Sollentuna	2	364	63-67	(74)	0,6	0,04-0,07
Lidingö	3	345	53-57	72	0,6	0,06-0,09
Uppsala	2	384	41-49	74	0,5	0,06-0,09
Sigtuna[2]	3	392	56-59	80	0,4	0,04-0,08
Sundsvall	2	316	55-61	58	0,5	0,05-0,08
Sv Högarna	1	452	38	32	-	-
Landsort	1	431	48	38	-	-

1/ Kväve är summan av NO_3-N och NH_4-N
2/ Troligen påverkat av flygverksamheten vid Arlanda

Nedfallsmätningar i Göteborg

Nedfallsmätningar med öppna insamlare gjordes månadsvis under 1991 på sex platser inom Göteborgs kommun. År 1991 var relativt nederbördsrikt (570-870 mm Nb, medelvärde 718 mm Nb), varför det uppmätta nedfallet troligen var något större än under ett normalår. Det bör noteras, att de flesta nedfallsmätarna var placerade i naturområden utanför centrala

Göteborg. En mätare stod nära ett industriområde med bl.a. en sopförbränningsanläggning. En mätare stod mitt i centrum, men var placerad på ett tak ca 25 m över gatunivån.

Årsmedelvärdet för nederbördens pH varierade för de olika stationerna mellan 4,3 och 4,8. Under mätperioden 1986-91 har pH-värdet varit relativt konstant, runt 4,5.

Nedfallet av svavel (mättes som SO_4) var 8-11 kg S/ha,år. Högst nedfall hade industriområdet. Nedfallet av totalkväve (mätt som summan av nitrat, ammonium och nitrit) var 8,3-12,7 kg N/ha,år. Högst nedfall uppmättes i industriområdet.

Blynedfallet uppmättes till 12,7-41,6 g Pb/ha,år, kadmiumnedfallet till 0,6-2,3 g Cd/ha,år och vanadinnedfallet till 12,8-50,2 g V/ha,år. De högsta värdena uppmättes för industriområdet (med sopförbränningsstationen). Centrummätaren gav också höga blyhalter.

Jämförelser har gjorts med mätningar under tidigare år. Utsläppen av svavel har minskat kraftigt under de senaste tiotal åren, vilket också resulterat i minskande nedfall av svavel.

Våtdepositionen av kväve har varit relativt konstant under perioden 1985-1991, liksom nederbördens pH.
Depositionen av bly har minskat betydligt. I centrala staden har nedfallet minskat från över 250 g Pb /ha,år 1984 till 13-42 g Pb/ha,år i början av 90-talet. De höga mätvärdena från 1984 var dock påverkade av utsläpp från ett tryckeri. Även de andra mätstationerna visar minskningar i blynedfallet, från 80-100 g Pb/ha,år 1987 till ca 30 g Pb/ha,år 1991. Blynedfallet i industriområdet har minskat från ca 150 g Pb/ha,år 1987 till ca 90 g Pb/ha,år 1991.

Depositionen av kadmium uppvisar en nedåtgående trend, från 4-14
g Cd/ha,år 1987 till 0-2,5 g Cd/ha,år 1991.

Luftundersökningar i Umeå

I Umeå har inte gjorts några mätningar av depositionen av föroreningar, utan enbart av luftens sammansättning. Mätningar av svaveldioxidhalterna i luft har gjorts sedan 196970. Medelvärden för vinterhalvåret vid två stationer var 4-5 µg SO_2/m^3 vintern 1989/90 jämfört med 33-59 µg SO_2/m^3 vintern 1980/81. Högsta dygnsmedelvärden minskade från 106-208 µg SO_2/m^3 1980/81 till 28-34 µg SO_2/m^3 1989/90.

Sothalterna vid mätstationen Holmsund utanför Umeå minskade från 9 µg sot/m^3 1980/81 till 4 µg sot/m^3 1989/90 (medelvärde för vinterhalvåret).

Kvävehalterna (NO_2) i luften vid tre mätstationer i Umeå låg vintern 1989/90 mellan 7 och 26 µg NO_2/m^3 (medelvärden för vinterhalvåret).

Betydligt högre halter för svavel, sot och kväve uppmättes för enskilda timmar.

Minskningarna av svaveldioxidhalterna uppges bero på en mild vinter, fortsatt utbyggnad av fjärrvärmenätet samt skärpta krav på svavelhalten i fossila bränslen.

3. Förändring av dagvattnets föroreningshalter

De viktigaste källorna till dagvattnets föroreningar har visats vara

- atmosfäriskt nedfall
- trafik
- korrosion
- spillning från fåglar och hundar

Här sammanfattas föroreningskällornas förändringar under de senaste 10-15 åren för några ämnen, samt den betydelse detta har för dagvattnets halter av ämnena. Samtliga uppgifter om dagvattnets föroreningskällor är hämtade från Göteborgsstudien (Malmqvist 1983).

Kväve

Från Göteborgsstudien vet vi, att det atmosfäriska nedfallet svarar för ca 80% av dagvattnets innehåll av kväve, medan återstoden huvudsakligen kommer från hundar och fåglar.
Det atmosfäriska nedfallet av kväve i städerna har minskat endast obetydligt under 1980-talet. Bidragen från hundar och fåglar kan också anses oförändrade. Kvävets dominerande föroreningskällor kan alltså anses oförändrade sedan 1980, och följaktligen även dagvattnets halter av kväve.

Fosfor

De dominerande föroreningskällorna till dagvattnets innehåll av fosfor är atmosfäriskt nedfall, trafik samt hundar och fåglar. I centrumområden bidrar nedfallet med 30-70%, trafiken med 9-16%, samt hundar och fåglar med återstoden. I förortsområden svarar nedfallet för 75-85% och trafiken för 1-4%.
Det är ont om mätdata för atmosfäriskt nedfall av fosfor, men det kan antas att fosfornedfallet i likhet med kvävenedfallet inte har förändrats nämnvärt under 1980-talet. Dagvattnets fosforhalter kan därför anses vara oförändrade sedan 1980.

Bly

Föroreningskällorna till dagvattnets blyinnehåll är atmosfäriskt nedfall och trafik. I centrumområden eller områden med mycket trafik kan bidragen från trafiken vara upp till 97%, medan i förortsområden med litet trafik förhållandena kan vara de omvända - det atmosfäriska nedfallet svarar för upp till 98% av dagvattnets bly.
Såväl nedfallet av bly som de direkta bidragen från trafiken har minskat drastiskt under 1980-talet. Särskilt har bidraget från städernas trafik minskat. Mätresultat från Stockholm och Göteborg visar att nedfallet minskat till ca en tredjedel av 1980 års värden. Det direkta bidraget från trafiken (som ej sedimenterar i de förhållandevis högt uppsatta nedfallsmätarna) har troligtvis minskat i samma omfattning. Minskningen av dagvattnets blyhalter kan därför anses vara lika stor. Blyhalterna i början av 1990-talet kan sättas till ca 1/3 av halterna 1980 i städer. För mindre samhällen utanför städerna är inte minskningen lika stor, en halvering av blyhalterna kan här anses rimlig.

Zink

Zinkens föroreningskällor är atmosfäriskt nedfall, korrosion av byggnadsmaterial och trafik. Bidragen från nedfall kan variera mellan 33% i centrumområden och 75% i ett förortsområde. Trafiken svarar för ca 40% i ett område med mycket trafik till under 10% i ett område med litet trafik. Korrosionen svarar för runt 25% i områden där zink används till byggnadsmaterial (stolpar, räcken,

fönsterbleck mm), vilket är vanligt.
Även om utsläppen till luft minskar kraftigt i Sverige under de senaste 20 åren, har inte depositionen minskat lika mycket tack vare fjärrtransporterade bidrag. Nedfallet i landsorten har minskat med ca 30% under en 10-årsperiod, troligen ungefär lika mycket i städer. Korrosionen av zink har minskat tack vare de minskade halterna av svaveldioxid i luften och minskat nedfall av svavel. Nedfallet av sot och andra försurande ämnen har också minskat. Den totala depositionen av svavel kan anses ha minskat till en tredjedel i städerna, mindre i landsorten. Svavel enbart bestämmer inte korrosionens hastighet, men det kan vara rimligt att anta att korrosionen bidrag till dagvattnets zinkinnehåll har minskat till ca hälften av 1980 års värden. (Vid västkusten och i vissa industriområden kan salter ha en större relativ betydelse för korrosionen. Där har alltså zinkkorrosionen inte minskat lika mycket).
Föroreningskällan trafik (huvudsakligen från däcken) kan inte anses ha förändrats under 1980-talet.
Om man viktar 1990 års värden på föroreningskällorna kommer man fram till, att dagvattnets halter av zink är ca 75% av 1980 års halter.

Koppar

Kopparens föroreningskällor är atmosfäriskt nedfall, korrosion och trafik. Där koppar används som byggnadsmaterial, kan korrosionen dominera som föroreningskälla, upp till 65-75%. Där koppar inte används som byggnadsmaterial dominerar nedfallet, upp till 99%. Trafikens bidrag är i regel försumbart.
Liksom för zinken har korrosionen av koppar minskat den senaste tioårsperioden genom minskade svaveldioxidhalter i luften och ett minskat svavelnedfall. Det kan antas, att kopparkorrosionen har minskat med ungefär 50%. Nedfallet av koppar har inte minskat lika mycket som för zink, men en liten minskning har registrerats i landsorten, storleksordning 10%. Dagvattnets kopparhalter kan mot denna bakgrund anses ha minskat till ca 65% av 1980 års halter i områden där koppar används som byggnadsmaterial, och till 90% av 1980 års värden i områden där koppar inte används som byggnadsmaterial.

Övriga tungmetaller

Förändringen av tungmetalldepositionen 1975-1985 över Sveriges landareal har studerats med mossanalyser. Resultaten finns i **Tabell 7**. Förändringarna i städer har inte studerats, med några undantag. Kadmiumdepositionen har i Göteborg minskat betydligt, vanadindepositionen har i Stockholm minskat till ca 1/3 av 1980 års värden. Eftersom den metallförädlande industrin är den största källan till de flesta tungmetaller i Sverige, kan det dock antas, att nedfallet av de flesta metaller över städerna i allmänhet inte genomgått några stora förändringar de senaste tio åren.

Övriga ämnen

Bakteriehalterna i dagvatten bör ha minskat i takt med förbättringen av ledningsnäten och med bortkoppling av spillvattenanslutningar. Detta är emellertid en långsam process, och några mätbara förändringar kan inte antas ha ägt rum under de senaste tio åren annat än lokalt.

Halterna organiskt material, mätt som COD, härrör till stor del från trafiken, främst avgasutsläppen, och kan antas ha minskat med ca 25% under perioden 1980-1990. Större minskningar kan väntas fram till år 2000.

Oljehalterna i dagvatten är dåligt undersökta. Oljan kommer till största delen från direkta utsläpp från fordon, från bensinstationer, verkstäder etc. I takt med att fordonsparken föryngras och förbättras kan det antas att oljeutsläppen från varje fordon blir mindre. Detta motverkas av att antalet fordon blivit fler. Det är troligt, att oljehalterna i dagvatten inte förändrats nämnvärt under de senaste tio åren.

Kolväten och partiklar i dagvatten kan antas ha minskat i ungefär samma omfattning som utsläppen har minskat, dvs ca 25% mellan 1980 och 1990. Större minskningar kan väntas fram till år 2000.

Bilaga 2 Svenska dagvattenundersökningar

1. Eskilstuna kommun, Miljöskyddsförvaltningen: Dagvattnets mängd och sammansättning i Eskilstuna tätort. Rapport 7 September 1984.

2. Högskolan i Kalmar: Törnebybäcken, dagvattenrecipient i Kalmar tätort. Examensarbete 1982.

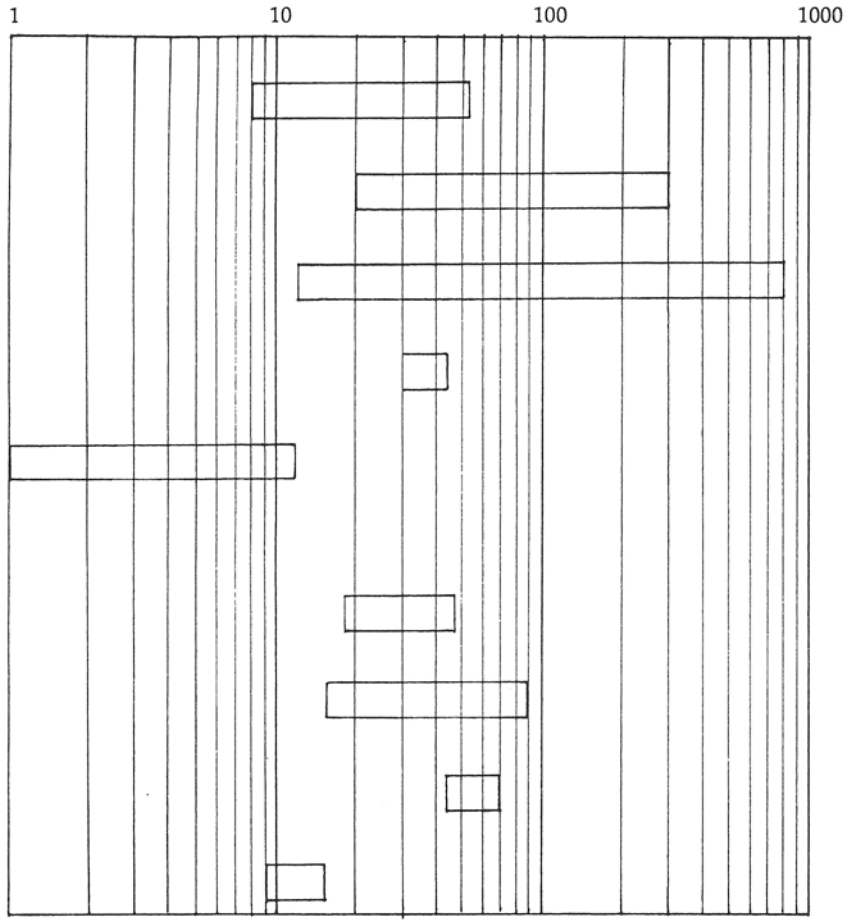
3. Luleå kommun, Gatukontoret & Miljökontoret: Gammelstadsviken 1992.

4. Nyköpings kommun: Dagvattenprovtagning Trosa 1991.

5. Nyköpings kommun, Miljökontoret: Vattenplan 1991.

6. Växjö kommun: Sammanställning från mätstation Stora Pene. Proportionell flödesprovtagning under 1990.

7. Vatten- och föroreningsbalanser för Växjösjön. Dagvattnets kvalitet och kvantitet. IVL - publ B-906. 1988.



COD mg/l Bostäder < 50 p/ha

Eskilstuna 1984 [1]
(15 mätvärden)

Kalmar 1980-81 [2]
(13 mätvärden) vinter

Kalmar 1980-81 [2]
(27 mätvärden) sommar

Luleå 1992 [3]
(4 mätvärden) sommar

Växjö 1990 [6]
(25 mätvärden)

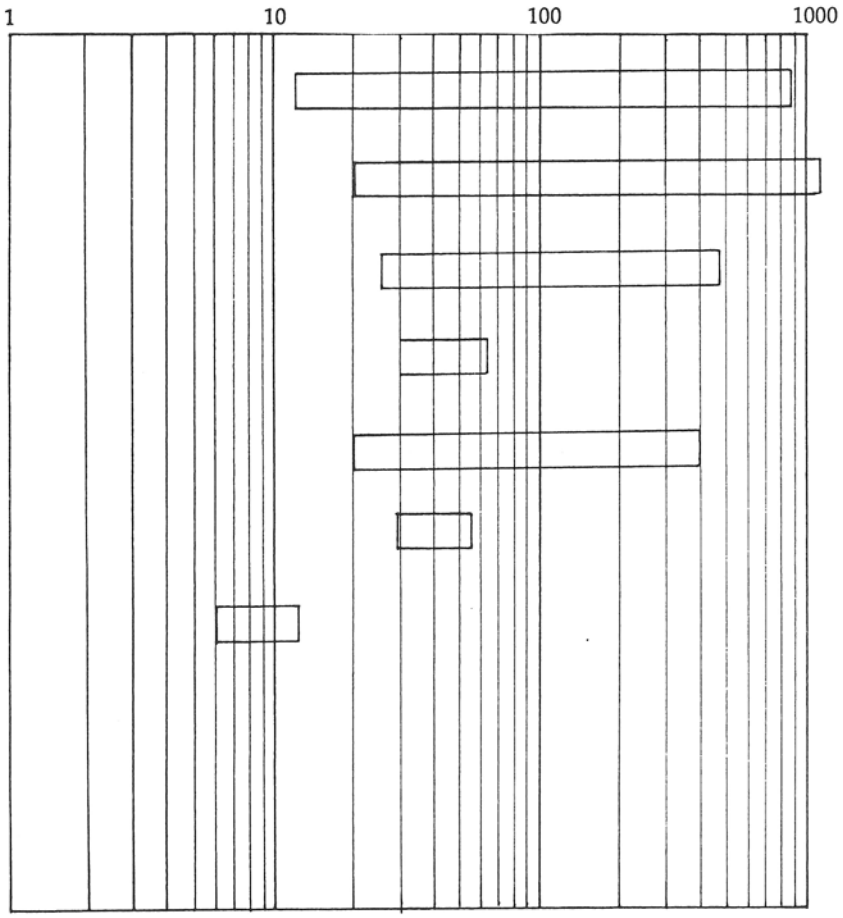
COD mg/l Bostäder > 50 p/ha

Eskilstuna 1984 [1]
(5 mätvärden)

Nyköping 1990 [5]

Trosa 1991 [4]
(COD-Cr, 3 mätvärden)

Trosa 1991 [4]
(COD-Mn, 3 mätvärden)



COD mg/l Industri

Eskilstuna 1984 [1]
(54 mätvärden)

Kalmar 1991 [2]
(15 mätvärden) vinter

Kalmar 1991 [2]
(13 mätvärden) sommar

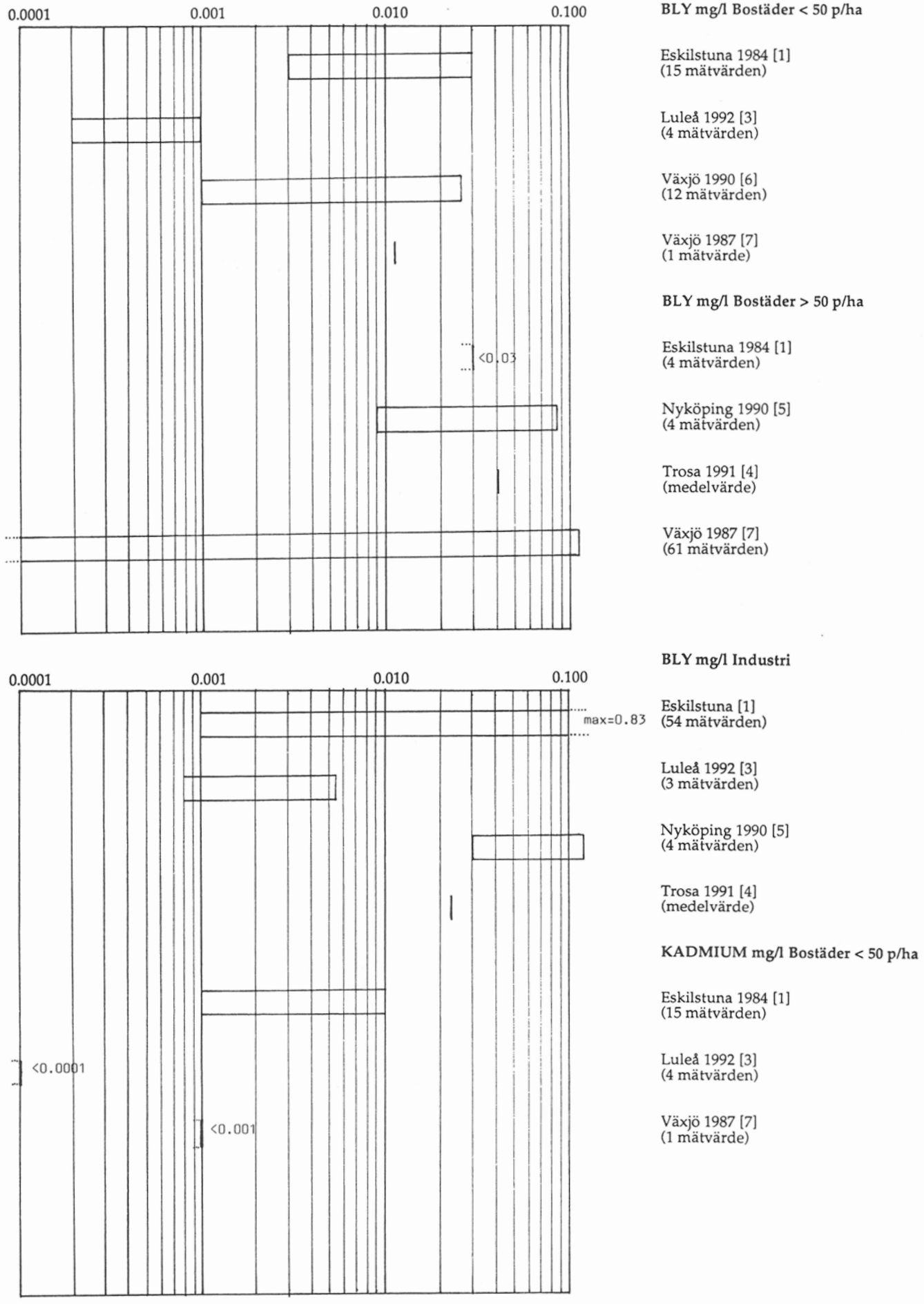
Luleå 1992 [3]
(3 mätvärden)

Nyköping 1990 [5]

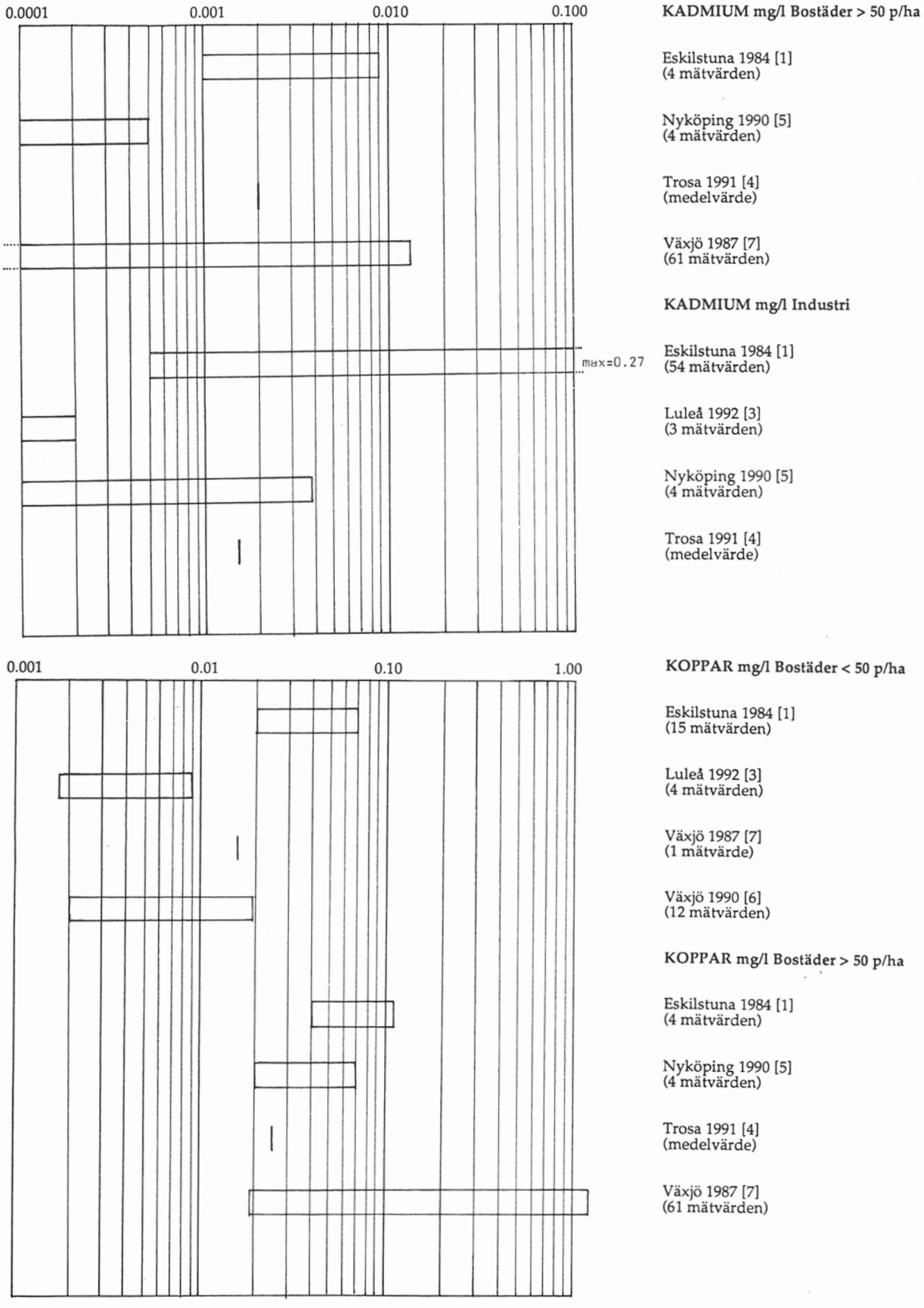
Trosa 1991 [4]
(COD-Cr, 4 mätvärden)

Trosa 1991 [4]
(COD-Mn, 4 mätvärden)

Figur 5. COD-halter i dagvatten, svenska undersökningar.



Figur 6. Bly- och kadmiumhalter i dagvatten, svenska undersökningar.



KADMIUM mg/l Bostäder > 50 p/ha

Eskilstuna 1984 [1]
(4 mätvärden)

Nyköping 1990 [5]
(4 mätvärden)

Trosa 1991 [4]
(medelvärde)

Växjö 1987 [7]
(61 mätvärden)

KADMIUM mg/l Industri

Eskilstuna 1984 [1]
(54 mätvärden)

Luleå 1992 [3]
(3 mätvärden)

Nyköping 1990 [5]
(4 mätvärden)

Trosa 1991 [4]
(medelvärde)

KOPPAR mg/l Bostäder < 50 p/ha

Eskilstuna 1984 [1]
(15 mätvärden)

Luleå 1992 [3]
(4 mätvärden)

Växjö 1987 [7]
(1 mätvärde)

Växjö 1990 [6]
(12 mätvärden)

KOPPAR mg/l Bostäder > 50 p/ha

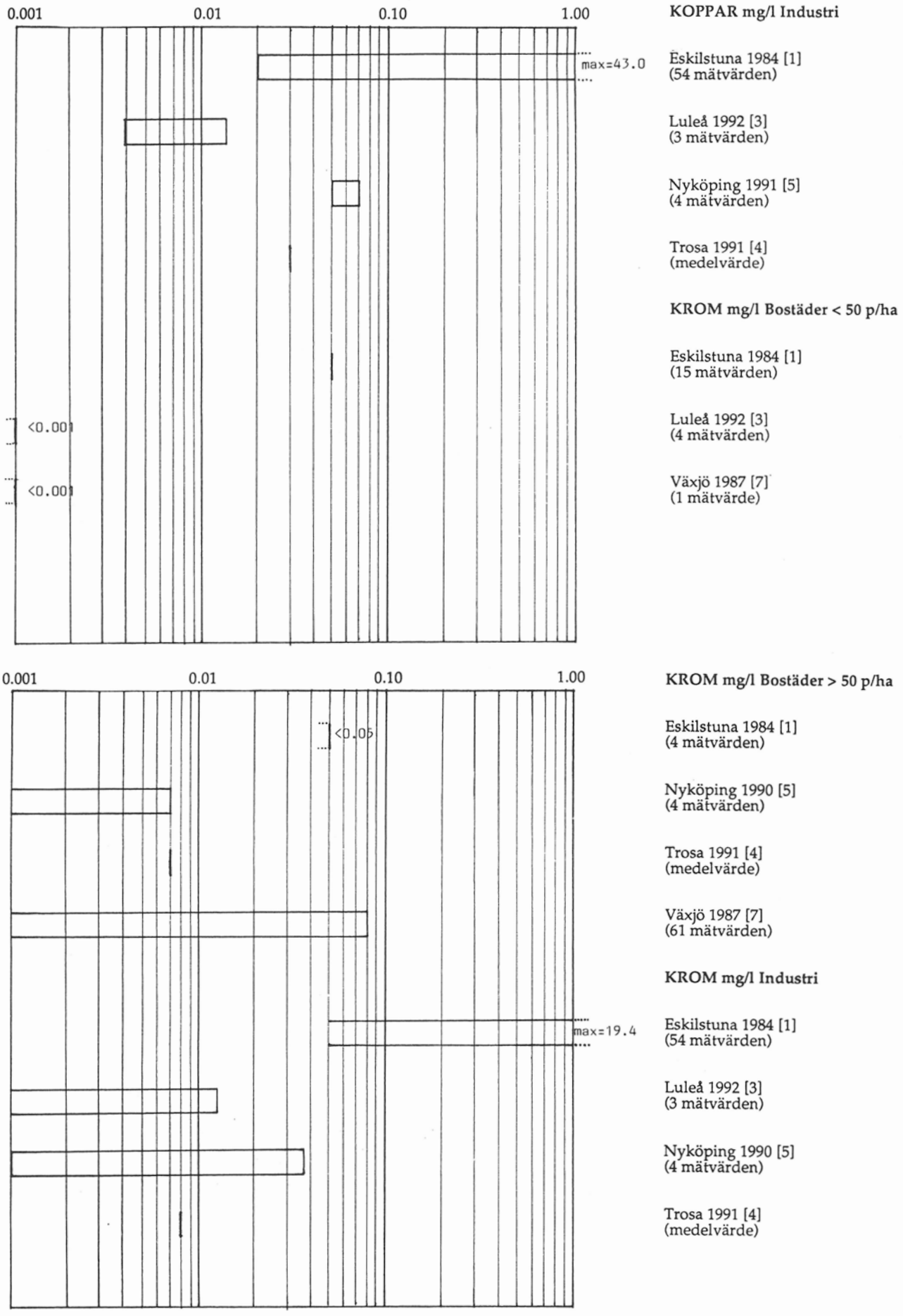
Eskilstuna 1984 [1]
(4 mätvärden)

Nyköping 1990 [5]
(4 mätvärden)

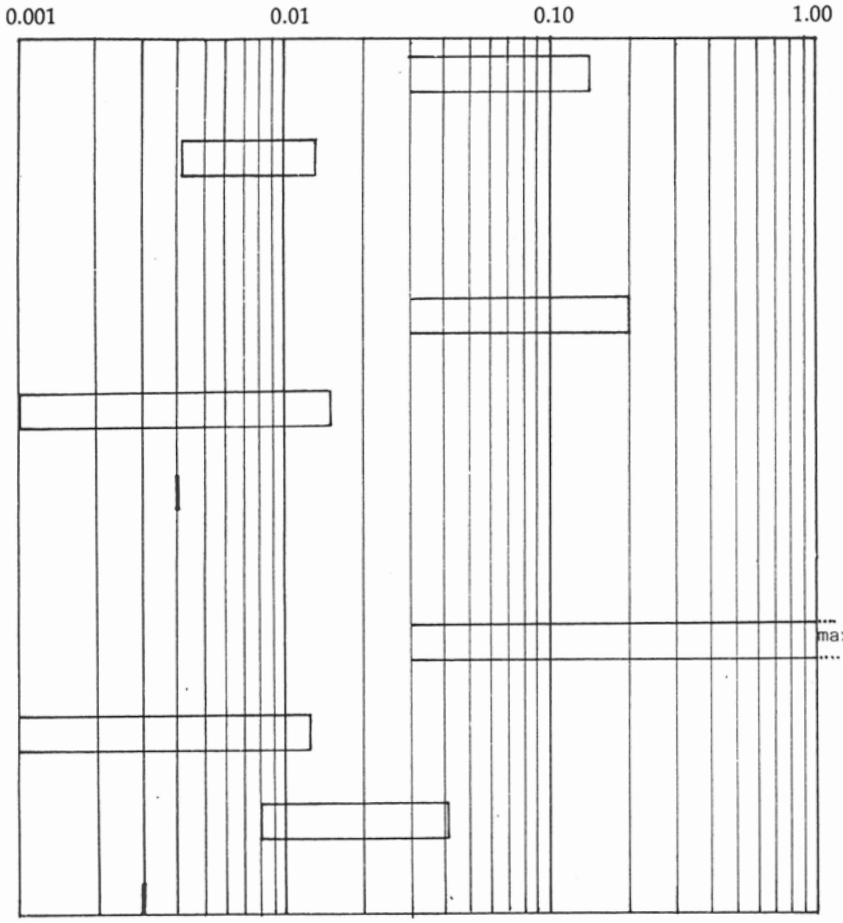
Trosa 1991 [4]
(medelvärde)

Växjö 1987 [7]
(61 mätvärden)

Figur 7. Kadmium- och kopparhalter i dagvatten, svenska undersökningar.



Figur 8. Koppar- och kromhalter i dagvatten, svenska undersökningar.



NICKEL mg/l Bostäder < 50 p/ha

Eskilstuna 1984 [1]
(15 mätvärden)

Luleå 1992 [3]
(4 mätvärden)

NICKEL mg /l Bostäder > 50 p/ha

Eskilstuna 1984 [1]
(4 mätvärden)

Nyköping 1990 [5]
(4 mätvärden)

Trosa 1991 [4]
(medelvärde)

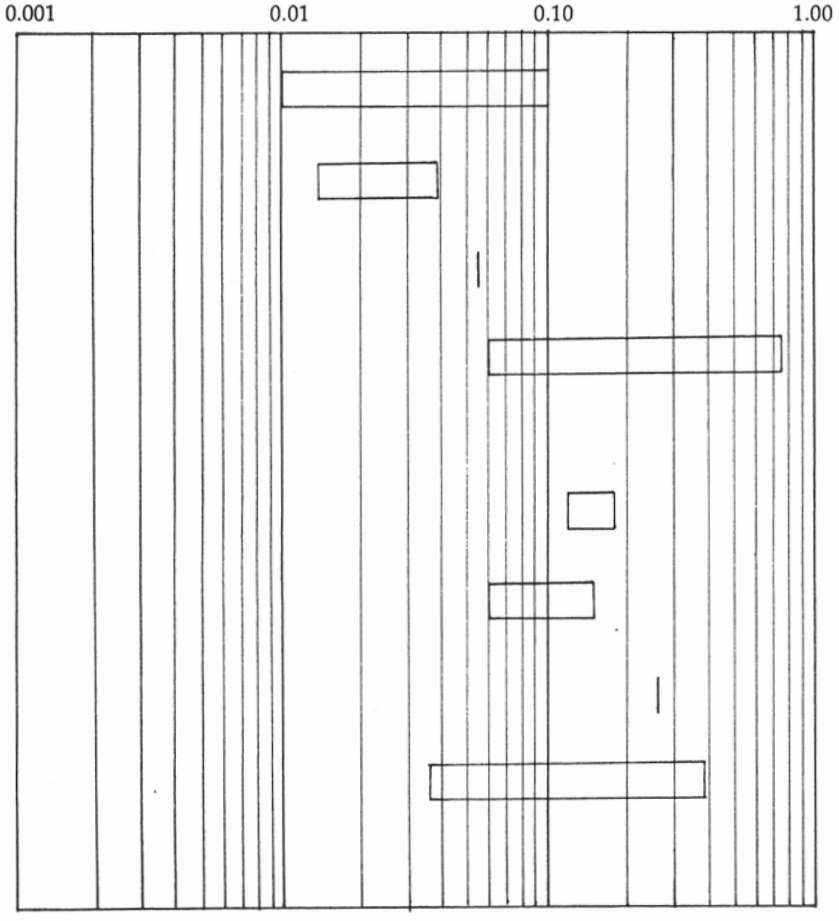
NICKEL mg/l Industri

Eskilstuna 1984 [1]
(54 mätvärden)

Luleå 1992 [3]
(3 mätvärden)

Nyköping 1990 [5]
(4 mätvärden)

Trosa 1991 [4]
(medelvärde)



ZINK mg/l Bostäder < 50 p/ha

Eskilstuna 1984 [1]
(15 mätvärden)

Luleå 1992 [3]
(4 mätvärden)

Växjö 1987 [7]
(1 mätvärde)

Växjö 1990 [6]
(12 mätvärden)

ZINK mg/l Bostäder > 50 p/ha

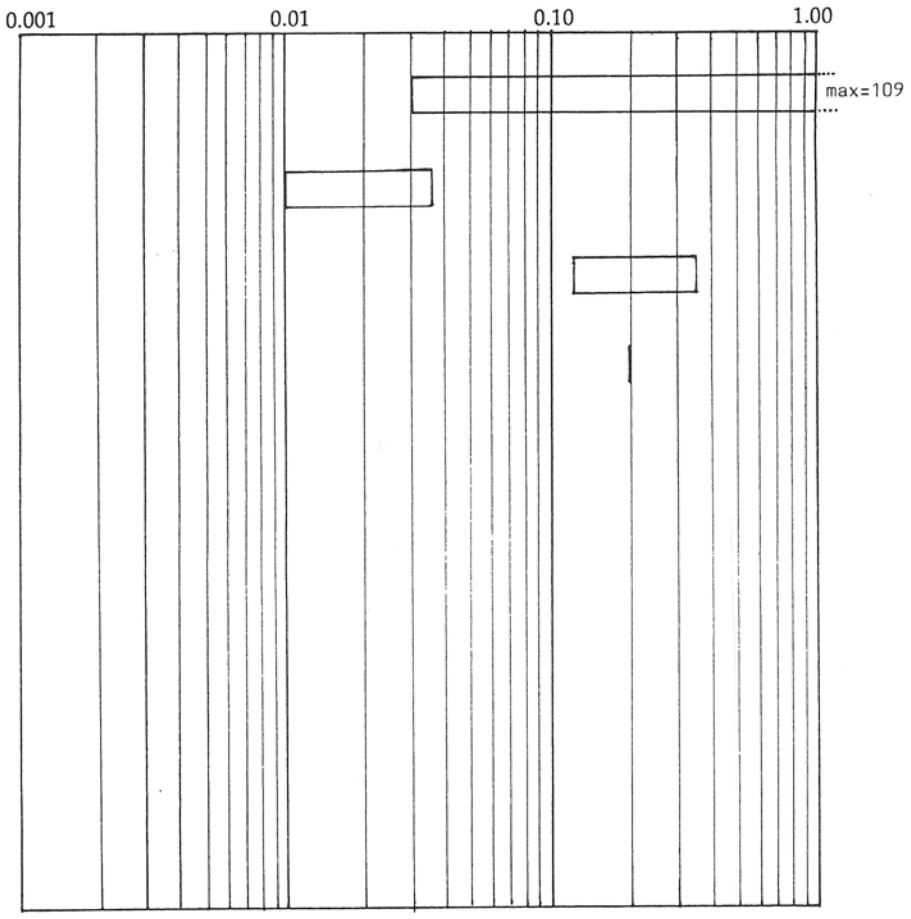
Eskilstuna 1984 [1]
(4 mätvärden)

Nyköping 1990 [5]
(4 mätvärden)

Trosa 1991 [4]
(medelvärde)

Växjö 1987 [7]
(61 mätvärden)

Figur 9. Nickel- och zinkhalter i dagvatten, svenska undersökningar.



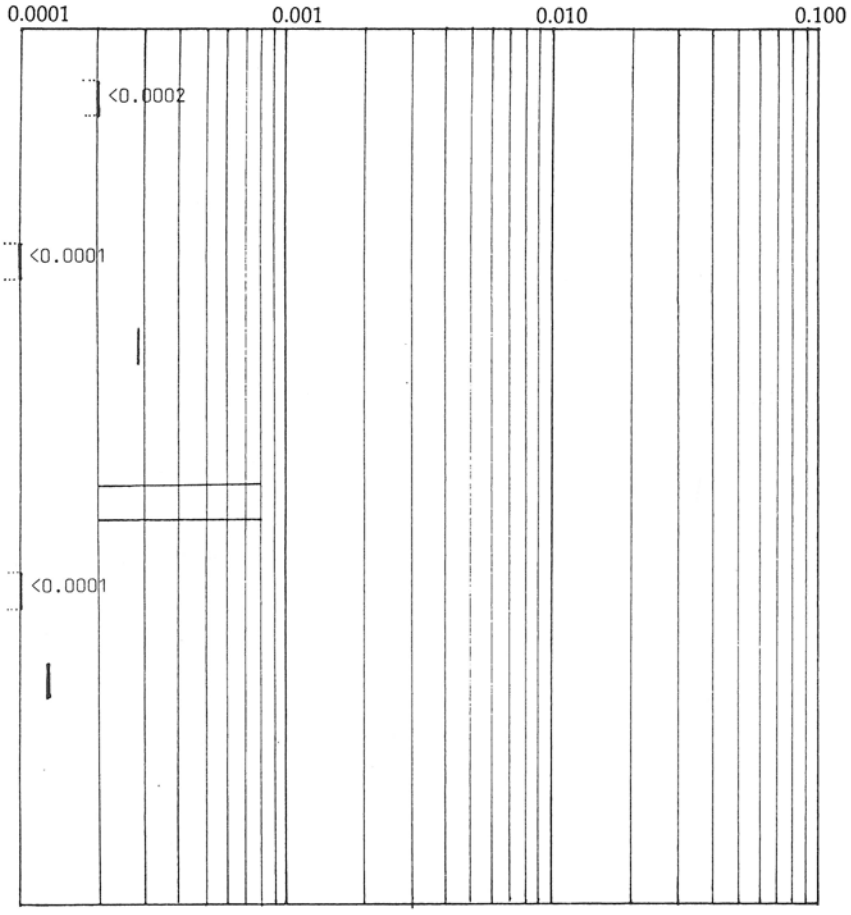
ZINK mg/l Industri

Eskilstuna 1984 [1]
(54 mätvärden)

Luleå 1992 [3]
(3 mätvärden)

Nyköping 1990 [5]
(4 mätvärden)

Trosa 1991 [4]
(medelvärde)



KVICKSILVER mg/l Bostäder < 50 p/ha

Luleå 1992 [3]
(4 mätvärden)

KVICKSILVER mg/l Bostäder > 50 p/ha

Nyköping 1990 [5]
(4 mätvärden)

Trosa 1991 [4]
(medelvärde)

KVICKSILVER mg/l Industri

Luleå 1992 [3]
(3 mätvärden)

Nyköping 1990 [5]
(4 mätvärden)

Trosa 1991 [4]
(medelvärde)

Figur 10. Zink- och kvicksilverhalter i dagvatten, svenska undersökningar.

Bilaga 3. De viktigaste slutsatserna från USA-studien Nationwide Urban Runoff Program (NURP)

1. Tungmetaller (särskilt koppar, bly och zink) är tveklöst de viktigaste miljöfarliga ämnen som finns i dagvatten ("by far the most prevalent priority pollutant constituents"). Koncentrationerna vid dagvattenutloppen överskrider ofta EPAs kvalitetskriterier för ytvatten samt dricksvattenkriterierna. Några av metallerna uppträder så ofta och i så höga koncentrationer att de utgör ett potentiellt hinder för vattnets utnyttjande för andra ändamål.

2. De organiska prioriterade föroreningarna ("organic priority pollutants") återfanns mindre ofta och i lägre koncentrationer än tungmetallerna.

3. Koliforma bakterier finns i höga koncentrationer i dagvatten och kan förväntas överskrida EPAs vattenkvalitetskriterier under och omedelbart efter regntillfällen i många ytvatten, även där stor utspädning av dagvattnet sker.

4. Växtnäringsämnen förekommer vanligen i dagvatten, men med några lokala undantag förefaller inte koncentrationerna vara höga i jämförelse med andra möjliga utsläpp till recipienterna.

5. Syreförbrukande ämnen finns i dagvatten i koncentrationer som är ungefär lika stora som i biologiskt behandlat avloppsvatten. Om problem finns med syrehalten i de vattendrag som tar emot dagvatten, finns fog för att överväga åtgärder, även avancerad rening, för dagvattnet.

6. Koncentrationerna av suspenderade ämnen i dagvatten är ganska höga i jämförelse med utsläpp från avloppsreningsverk. Starka skäl finns för åtgärder mot fasta ämnen i dagvatten där problem finns i recipienten, till exempel uppbyggnaden av bankar med förorenade sediment.

7. En sammanfattande karaktärisering av dagvattnets sammansättning har gjorts. Denna anses lämplig att använda för bedömningar av dagvattenutsläpp från områden där mätdata är otillräckliga eller saknas, åtminstone för planeringsändamål.

Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien – 1994-12-25

1992-01 Hydraulisk analys av vattenledningsnät, *Lennart Andersson*
1992-02 Samverkan mellan avloppsnät och reningsverk, *Claes Hernebring*
1992-03 Lukt- och smakstörningar i dricksvatten, *Kjell Kihlberg, Roger Sävenhed*
1992-04 Artificial Groundwater Recharge – State of the Art, *Cristina Frycklund*
1992-05 Analysmetod för klordioxid, klorit och klorat, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
1992-06 Undersökning av förfilter för järn- och manganreduktion vid dricksvattenrening, *Tibor Nemeth, Åke Elgemark*
1992-07 Inventering av datorbaserade system för övervakning och styrning inom kommunal teknik, *Bengt Zagerholm*
1992-08 Bräddning – Problemets omfattning i svenska tätorter, *Mats Andreason, Johan Larsson*
1992-09 Lokal dagvattenhantering — Erfarenheter från några anläggningar i drift, *Eva Jansson, Bo Lind, Björn Malbert*
1992-10 PRISEK Prioritering Samhällskonsekvenser Ekonomi – Ekonomisk modell och systematisk effektredovisning för värdering och prioritering av va-åtgärder, *Bertil Gustafsson, Gilbert Svensson*
1992-11 Konditionsstabilitet hos avloppsledningar av betong, *Viveka Lidström*
1992-12 Skadefall på nylagda betongledningar, *Ann-Christin Sundahl*
1992-13 Konstgjord grundvattenbildning, *Bertil Sundlöf, Lars Kronqvist*
1992-14 Trädrötter och ledningar, *Örjan Ståhl*
1992-15 Naturliga system för avloppsrening och resursutnyttjande i tempererat klimat, *HB Wittgren, Kenth Hasselgren*
1992-16 Vattenboken – En bok för mellanstadiet om vårt svenska vatten, *Accurat Information AB, VAV*
1992-17 Vattenboken – Lärarboken, *Accurat Information AB, VAV*
1992-18 Utvärdering av VA-FORSK, *Björn Svedinger*
1992-19 Hårdgöring av dricksvatten med krita-kolsyra – ett alternativ till kalk-kolsyra, *Dan Göthe, Bertil Israelsson*
1993-01 Alternativ va-teknik – Exempelsamling, *Per-Arne Malmqvist, Agneta Samuelsson*
1993-02 Luft- och sedimentansamlingar i tryckledningar – Inledande studie, *Lennart Jönsson*
1993-03 Algtoxiner i dricksvatten – en undersökning vid två svenska vattenverk samt litteraturstudie, *Heléne Annadotter*
1993-04 Simulering av hydrologin inom urbana områden. Metodikmanual – MouseNAM, *Lars-Göran Gustafsson*
1993-05 Användning av klordioxid — Reaktorstudier och halter i distributionssystemet vid nio vattenverk, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
1993-06 Slamspridning på åkermark, *Per-Göran Andersson, Peter Nilsson*
1993-07 Analys av tillförselgrad till avloppsverk — svårigheter och möjligheter. Tillämpning på tillrinningen till Tivoliverket i Sundsvall, *Claes Hernebring*
1993-08 Indirekt nederbördspåverkan i spillvattensystem, *Hans Bäckman, Björn Marklund, Rune Olsson, Bengt-Lennart Peterson, Tore Wästlin*
1993-09 Franska va-driftentreprenader, *Lise-Lotte Nilsson*
1993-10 Generell kravspecifikation för styr- och övervakningssystem, *Bengt Zagerholm*
1993-11 Va på entreprenad, *Gösta Fredriksson, Bo Lannblad, Bengt Larsson, Åke Mattsson*
1993-12 Renovering av avloppsledningar. Riktlinjer för dokumentering och kvalitetskontroll, *Bjorn Borstad, Inge Faldager, Thomas Johansson*
1993-13 Simulering av vattenledningsnät med Piccolo — en utvärdering, *Krister Törneke*
1993-14 Drömmen om att allt ska förbli som det var — några reflexioner om konkurrens och strategeier för förändring inom va-branschen, *Lennart Hansson, Ola Mattisson*
1993-15 Kostnader för drift av avloppsreningsverk, *Peter Balmér, Bengt Mattsson*
1993-16 Rötkammares förmåga att bryta ned organiska föreningar i slam, *Hans Ring*
1994-01 Va-ledningars kondition, *Peter Stahre, Ann-Christin Sundahl, Viveka Lidström*
1994-02 Tillämpning av kvicksilverfri COD-analys inom va-tekniken, *Evy Axén, Gregory M Morrison*
1994-03 Drifterfarenheter med biologisk kvävereduktion, *Magnus Emanuelsson*
1994-04 Bestämning avv nitrat i kommunalt avloppsvatten — en metod lämpad för automatiserad övervakning och kontroll, *Christer Björklund, Bo Karlberg, Maikael Karlsson*
1994-05 Vattenförbrukningens dygnsvariation, *Lars Nikell*
1994-06 Dagvattnets sammansättning, recipientpåverkan och behandling, *Thomas Larm*
1994-07 Svavelväteproblem i avloppsledningar — praktiska drifterfarenheter och tillämpbara anvisningar, *Anders Ledskog, Sven-Gunnar Larsson, Bo Göran Lindqvist*
1994-08 Konstgjord grundvattenbildning — Processtudier vid inducerad infiltration och bassänginfiltration, *Cristina Frycklund, Gunnar Jacks, Per-Olof Johansson, Kerstin Lekander*
1994-09 Desinfektion/oxidation som förbehandling av ytvatten, *Mats Engdahl*
1994-10 Kontroll av bräddavlopp, *Bertil Forsberg*
1994-11 Dagvattnets sammansättning, *Per-Arne Malmqvist, Gilbert Svensson, Caroline Fjellström*
1994-12 Kortbedömning av TV-inspekterade avloppsledningar, *Olle Nilsson, Peter Stahre*

Övrig Publicering

Video Vatten och Avlopp för låg- och mellanstadiet, 1991
Påverkan på vattenkvaliteten i Stångån för utsläpp inom Linköpings tätort, Stadsb 2, 1991
Plats för regn. VA-FORSK och MOVIUM, 1990
Klororganiska föreningar från disk- och blekmedel. Naturvårdsverket Rapport 4009, 1992
Kartläggning av förekomsten av legionella i svenska vattensystem, Byggforskningsrådet R9:1993
Förbättrad behandlingsteknik för tvättvatten från bilvårdsanläggningar, IVL B 1093
Grundvatten — teori och tillämpning, Svensk Byggtjänst, 1993
Teknisk service i Europa, Svenska Kommunförbundet, 1993
Video Slamspridning på åkermark, SYSAV Utveckling AB 1994
En droppe vatten, skolmaterial, UNICEF, 1994