

Kadmiumsituationen i Skåne

Delrapport 2

Kadmium inom Höjeåns avrinningsområde – en substansflödesanalys



Miljöenheten
Skåne i utveckling 2003:47

Cecilia Backe, Ann-Sofie Eriksson och Fredrik Andreasson
ISSN 1402-3393



LÄNSSTYRELSEN
I SKÅNE LÄN

Kadmiumsituationen i Skåne

Delrapport 2

Kadmium inom Höjeåns avrinningsområde
– en substansflödesanalys

Cecilia Backe, Ann-Sofie Eriksson
Avdelningen för kemisk ekologi och ekotoxikologi, Lunds universitet
Fredrik Andreasson
Miljöenheten, Länsstyrelsen i Skåne län

Titel: **Kadmiumsituationen i Skåne. Delrapport 2.**
Kadmium inom Höjeåns avrinningsområde – en substansflödesanalys

Författare: Cecilia Backe, Ann-Sofie Eriksson
Avdelningen för kemisk ekologi och ekotoxikologi, Lunds universitet
Fredrik Andreasson
Miljöenheten, Länsstyrelsen i Skåne län

Utgiven av: Länsstyrelsen i Skåne län

Beställningsadress: Länsstyrelsen i Skåne län
Miljöenheten
205 15 Malmö
Tfn: 040-25 20 17

Copyright: Innehållet i denna rapport får gärna citeras eller refereras med uppgivande av källa.

ISSN: 1402-3393

Upplaga: 350 ex.

Tryckeri: Länsstyrelsen i Skåne län

Papper: Miljömärkt

Omslagsbild: Höjeåns avrinningsområde

FÖRORD

Kadmium är en metall med miljö- och hälsofarliga egenskaper. De förutsättningar som råder för Skåne; med ett läge nära kontinenten, ett intensivt jordbruk, höga kadmiumhalter i berggrunden och stor befolkning, gör att kadmium utgör ett särskilt problem för denna landsända. Inom miljömålsarbetet i Skåne län, projektet ”Nya miljömål för Skåne”, har regionala miljömål som gäller kadmium tagits fram. För att dessa mål ska kunna följas upp, och för att fler åtgärder i syfte att minska kadmiumanvändning och belastning på miljön ska kunna tas fram, behövs ett bra underlag vad gäller situationen idag.

Denna rapport är delrapport 2 av 2 i ett projekt om kadmiumsituationen i Skåne. Delrapport 1 bygger på en opublicerad, ej färdigställd rapport Länsstyrelsen tog fram i mitten av 90-talet och är i första hand en sammanställning och utvärdering av data. Delrapport 2 är en i grunden helt ny studie där en substansflödesanalys med avseende på kadmium utförts inom ett avrinningsområde i västra Skåne.

Syftet med projektet är dels att få mer kunskap om belastningen i miljö och samhälle (delrapport 1), dels att bättre förstå de flöden av kadmium som sker mellan olika delar av miljön (delrapport 2). Det är viktigt att känna till halten kadmium i t.ex. skogsmark eller sjövattnen, men det är också viktigt att veta varifrån detta kadmium kommer och var det slutligen lagras. Åtgärder ska kunna sättas in där de gör mest nytta, och ska också kunna följas upp genom provtagning.

Rapporterna vänder sig bland annat till tjänstemän och politiker på lokal och regional nivå och företrädare för industri och jordbruk. Vår förhoppning är även att lärare och elever inom grundskola, gymnasium och högskola ska kunna ta del av materialet och ha nytta av det.

Studien har utförts i huvudsak av Cecilia Backe, Lunds Universitet, på uppdrag av Länsstyrelsen i Skåne. Ett flertal personer har därutöver bidragit med text, data och synpunkter. Projektet är finansierat med medel för miljöövervakning och med medel för uppföljning av miljömål.

Malmö, augusti 2003

Fredrik Andreasson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	9
INLEDNING.....	11
OM KADMIUM	12
METODIK.....	12
FLÖDESANALYS	12
SYSTEMGRÄNSER	13
DATAINSAMLING OCH DATAOSÄKERHET	13
BESKRIVNING AV HÖJEÅNS AVRINNINGSSOMRÅDE	15
KVANTIFIERING AV FLÖDEN OCH FÖRRÅD AV KADMIUM.....	16
ATMOSFÄRSDEPOSITION OCH EMISSIONER TILL LUFT OCH VATTEN.....	18
FÖRRÅD I PRODUKTER.....	20
ENERGIFÖRSÖRJNING	22
AVFALL	23
AVLOPPSFLÖDEN	26
DAGVATTEN.....	31
TRAFIK.....	32
KADMIUM I JORDBRUKSMARKEN.....	33
KAN MAN PÅVERKA KADMIUMFLÖDET?	38
TACK	41
REFERENSER	42
BILAGOR	
1. ARBETSGRUPPENS SAMMANSÄTTNING.....	46
2. CHECKLISTA	47
3. BERÄKNINGSUNDERLAG – KADMIUMFLÖDEN I HÖJEÅNS AVRINNINGSSOMRÅDE..	52

SAMMANFATTNING

Miljöproblemens karaktär ändras över tiden. Från att under 60- och 70-talet dominerats av punktutsläpp från industrin så utgörs idag en stor del av miljöproblemen om föroreningar och skadliga ämnen av diffusa emissioner. Myndigheternas miljöövervakning av föroreningar måste i samma takt ändras för att kunna verka effektivt. Substansflödesanalys eller materialflödesanalys är exempel på effektiva verktyg som kan användas för att få en ökad kunskap om och en helhetsbild av föroreningars spridningsvägar och upplagring i samhället.

Denna studie är ett försök att via en flödesanalys kartlägga omsättningen av kadmium inom Højeåns avrinningsområde i sydvästra Skåne. Flödesanalysen har genomförts på uppdrag av Länsstyrelsen i Skåne. Syftet med flödesanalysen är att tjäna som vägledning för framtida miljöövervakning av kadmium och i det fortsatta miljömålsarbetet inom Skåne län.

Kadmium är ett exempel på ett ämne som kan ge betydande konsekvenser för människor och djur om halterna i vår omgivning är för höga. Kadmium kan orsaka njurskador och benskörhet hos människor och ämnet misstänks också vara cancerframkallande. Kadmium finns naturligt i vissa typer av berggrund. Det har använts i stora mängder inom plastindustrin som stabilisator och pigment. Det har använts i industrin till ytbehandling och i legeringar. Idag är den största användningen förknippad med tillverkning av NiCd- batteri. I Sverige och EU arbetar man för att fasa ut användningen av kadmium för produktionsändamål. Kadmium förekommer även som förorening i zink och andra mineral. Via handelsgödsel sprids kadmium till åkermark eftersom kadmium, i varierande halt, finns som förorening i råfosfat som är råvara till fosforgödsel.

Det största inflödet av kadmium till Højeåns avrinningsområde sker via produkter, och utgörs till ca 70% av kadmium i NiCd-batterier. De flesta flödena är ett resultat av att kadmium ingår i produkter i låga koncentrationer eller som förorening i råmaterial, som t.ex. i jordbrukssektorns handelsgödsel. Det sker ingen aktiv import av kadmium som råvara till avrinningsområdet. Kadmiumflödet via atmosfärsdeposition är förhållandevis stort i Skåne och ca 90% av depositionen kommer från utländska källor. Ytterligare ett betydelsefullt kadmiuminflöde till avrinningsområdet är via bränsle för energi och värmeproduktion.

Återvinningen av NiCd-batteri är det klart dominerande utflödet av kadmium från systemet. Allt annat avfall som genereras innanför systemgränserna transporteras också ut från avrinningsområdet, det finns ingen aktiv avfallsdeponering eller avfallsförbränning inom avrinningsområdet.

Utsläppen av kadmium i samband med industriella aktiviteter och via trafiken inom avrinningsområdet är mycket små. Utsläppen av kadmium till Højeå domineras av flöden från dagvatten och utgående vatten från avloppsreningsverken (och troligen även en del från enskilda avlopp som dock inte har kvantifierats i denna studie). Kadmium i slam som uppkommer vid reningsverken används både som jordförbättringsmedel inom jordbruket, och i olika kommunala planteringar i avrinningsområdet. En del slam exporteras ut från avrinningsområdet för att deponeras på avfallsupplag eller användas.

De stora förråden av kadmium i avrinningsområdet är i nedlagda avfallsupplag och i produkter. Kadmiumförrådet i avfallsupplagen kommer troligen att bestå under mycket lång tid. Utlakningen av kadmium, liksom emissionen till luft, är mycket långsam. Idag är kadmiumemissionen via lakvatten och biogas försumbar. Det är dock osäkert hur rörligheten av kadmium i deponier förändras i takt med nedbrytningen. Förrådet av kadmium i produkter

är stort. En analys av flödesschemat visar att det sker en utfasning av kadmium via produkt och avfallsflödet. Kadmium ingår i allt färre nyproducerade varor, och därför blir inflödet av kadmium också allt mindre, medan förbrukningen av äldre produkter som innehåller kadmium leder till att flödet via avfallsflödet fortfarande är relativt stort.

Inom jordbrukssektorn tillförs den Skånska åkermarken kadmium bl.a. via handelsgödsel, kalk och rötslam. Atmosfärsdepositionen bidrar också med en betydande mängd kadmium. Tillförseln av kadmium balanseras av bortförseln av kadmium via grödor och markläckage. Vad gäller jordbrukssektorns tillförsel bör det dock påpekas att tack vare minskade kadmiumhalter i handelsgödsel och i rötslam så är skillnaden mellan tillförsel och bortförsel nästan ± 0 inom Höjeåns avrinningsområde. Tillskottet av kadmium via atmosfärsdepositionen gör dock att en upplagring av kadmium i avrinningsområdet fortfarande sker.

Det regionala miljömålet om att det inte ska ske någon nettotillförsel av kadmium till jordbruksmarken i Skåne, utöver tillförsel via luften, ser enligt flödesanalysen ut att kunna uppfyllas.

INLEDNING

Under de senaste decennierna har det skett en avsevärd förändring av de miljöproblem som är relaterade till miljögifter och metaller. Från att tidigare ha förknippats med emissioner från industriella aktiviteter, dvs. punktkällor, är dagens miljöproblem allt mer relaterade till aktiviteter i samhället som konsumtion och slitage av varor och produkter, dvs. diffusa källor. Det är därför motiverat att använda nya typer av angreppssätt och verktyg för att få ökad kunskap om miljögifters spridning i samhället. Studier av samhällets ämnes- och materialflöden, så kallade flödesstudier, kan användas för att skapa en helhetsbild om föroreningars spridningsvägar och upplagring. Genom att studera och visa samband mellan utsläpp, spridning och ackumulation i samhället blir det lättare att göra prioriteringar för insatser som avser minska vår exponering för dessa ämnen.

Förekomsten av kadmium i miljön är ett allvarligt hot mot människors hälsa då det kan orsaka bland annat njurskador och benskörhet. Förhöjda halter av kadmium i njurarna, där de högsta koncentrationerna förekommer, kan orsaka läckage av lågmolekylära proteiner från njurbarken (Hedlund 1997). Beroende på omfattning kan njurskadan i sin tur påverka kalcium- och fosformetabolismen i sådan grad att benskörhet uppkommer. Då man i tidigare studier har uppmärksammat höga kadmiumhalter inom vissa områden i Skåne (Ressar m.fl. 1987) finns ett stort behov av att förbättra kunskaperna om hur kadmium uppträder i miljön. Bland annat behöver utsläpps- och recipientkontrollen i många fall förbättras. I det förslag till regionala miljömål för Skåne som tagits fram kan man i avsnittet ”Giftfri miljö”, delmål 4 läsa: Det skall utöver tillförsel via luften inte ske någon nettotillförsel av kadmium till jordbruksmarken i Skåne med utgångspunkt från år 2002. En substansflödesanalys (SFA) kan i dessa sammanhang ses som ett användbart verktyg i arbetet med att skapa underlag för att kunna uppnå de regionala miljömålen.

Denna studie är ett försök att med SFA kartlägga omsättningen av kadmium inom ett avrinningsområde i Skåne. Flödesanalysen har genomförts på initiativ av Länsstyrelsen i Skåne som en del av en större sammanställning om kadmiumsituationen i regionen (för en mer översiktlig bild av kadmiumkällor och halter se delrapport 1, Backe m.fl. 2003). Syftet med flödesanalysen är att tjäna som vägledning för framtida miljöövervakning av kadmium och i det fortsatta miljömålsarbetet inom Skåne län.

Motiveringen till att välja ett avrinningsområde som avgränsning för studien är att:

- i) genom att arbeta med ett mindre avgränsat område blir datasäkerheten större.
- ii) material och substansflöden följer inte nödvändigtvis de geografiska gränser så som region och kommungränser varför ett avrinningsområde väl kan representera en systemgräns.
- iii) avrinningsområdet representerar både flöden i glesbygd och jordbruksmarker samt flöden som är förknippade med tätorter.
- iv) inom EU:s nya ramdirektiv för vatten kommer framtida övervakning av föroreningar ske med inriktning på avrinningsområden.

För studien har vi valt att arbeta med Højeåns avrinningsområde i sydvästra Skåne. Fördelningen av markarealen representerar väl uppdelningen för hela Skåne och kan därför i vissa avseenden ses som representerande för hela regionen. Industriverksamheterna varierar dock kraftigt mellan olika områden i regionen.

OM KADMIUM

Kadmium är en tungmetall som förekommer naturligt i jordskorpan. Den förekommer vanligen tillsammans med zink och utvinns framförallt ur mineralet zinkblände där kadmiumhalten oftast utgör 0.05 – 0.8%. Kadmium har länge använts för industriella ändamål. De vanligaste användningsområdena är/har varit som stabilisator i plast, som pigment, till ytbehandling, i legeringar och i NiCd-batterier. Sedan 1982 finns i Sverige ett förbud mot att använda kadmium till ytbehandling, som stabilisator och pigment. De största utsläppen sker vid tillverkning av metaller, stål och järn, förbränning av fossila bränslen, samt produktion och användning av fosforgödselmedel (Hedlund m.fl. 1997). Sedan slutet av 1970-talet har utsläppen av kadmium från industrier till luft och vatten i Sverige minskat med ca 80% (Notter 1993).

Trots minskade utsläpp av kadmium i Sverige så ökar halterna i mark och växter. Ökningen beror främst på det atmosfäriska nedfallet samt användning av handelsgödsel och avloppsslam på jordbruksmark. Deposition från luften svarar för ungefär 50% av det kadmium som tillförs jordbruksmarken i södra Sverige (Hellstrand och Landner 1998). Utländska källor står för en stor del av bidraget. Lokalt kan bilavgaser, förbränning av fossila bränslen och sopförbränning även vara av stor betydelse för kadmiumdepositionen till mark, i synnerhet då det gäller tätortsmiljö. Andra källor i tätortsmiljö kan vara korrosion från zinkbeklädda byggnader där kadmium förekommer som oönskad förorening, diffusa utsläpp från konsumtionsvaror (t.ex. däck och bromsbelägg) och läckage från soptippar.

Det finns stora mängder kadmium lagrat i teknosfären (samhället), varifrån det så småningom kan nå biosfären. Bland annat kan slam från reningsverken användas som jordförbättringsmedel inom jordbruket. Om tillförsel av slam till jordbruksmark skall kunna ske utan risk för ökade kadmiumhalter i grödorna är det viktigt att kadmiumhalten i slam är så låg så att en nettoackumulation inte sker (Levlin m.fl. 2001).

Till skillnad från många andra tungmetaller tas kadmium upp via växtrötterna och återfinns därför i varierande mängd i många livsmedel. Kosten utgör också den största källan till kadmiumexponering hos ickerökare (Hedlund m.fl. 1997).

METODIK

FLÖDESANALYS

För att få bättre kunskap och en helhetsbild av flödet av ett ämne, inom ett system som är definierat i tid och rum, kan man med fördel använda sig av substansflödesanalys (SFA). Principen för en flödesanalys av ett ämne är:

Inflöde + bildning = utflöde + nedbrytning

För ett element som t.ex. kadmium gäller:

Inflöde = utflöde + ackumulation

Det finns ingen standardiserad metod för genomförandet av SFA, men generellt kan man dela in analysen i tre steg (Voet m.fl. 1995):

1. definition av systemet
2. kvantifiering av flöden och förråd
3. tolkning av resultaten

Definition av systemet betyder att man bestämmer systemgränserna, både i tid och i rum, ämne som skall studeras samt vilka flöden i systemet som skall beaktas. Det är viktigt att kartlägga de produkter där ämnet förekommer samt i vilka halter. Därefter följer själva inventeringen, som är inriktad mot datainsamling och försök att kvantifiera olika flöden och förråd av det studerade ämnet. Flödet är den mängd av ämnet som förs in till systemet under en bestämd tid, mellan två förråd eller ut ur systemet. Med förråd menas den mängd av ämnet som har blivit ackumulerat/lagrat inom studiens systemavgränsningar. Det sista steget består av utvärdering och analys av studiens resultat. Eftersom de datauppgifter som ligger till grund för analysen kan vara av mycket varierande kvalitet är det viktigt att en osäkerhetsanalys genomförs och att osäkerheten nogt dokumenteras.

SYSTEMGRÄNSER

Denna studie avgränsas till att gälla Højeåns avrinningsområde med dess vattendelare som systemgräns (figur 1). De kommuner som ingår i avrinningsområdet är Lund, Lomma och Staffanstorps. Även en liten del av Svedala och Skurups kommuner ligger inom avrinningsområdets sydöstligaste del. Eftersom Svedala och Skurups kommuner, arealmässigt, inte har någon nämnbar påverkan på flödesanalysen har dessa kommuner inte varit inkomplade i arbetet. Nedan beskrivs avrinningsområdet mer omfattande.

Data representerar åren 1996 – 2000. För beräkning av vissa ackumulerade mängder av kadmium inom systemet har en längre tidsaspekt beaktats. Det gäller t.ex. för nedlagda avfallsupplag där ackumulationstiden kan vara över 100 år.

Vi har försökt beakta alla tänkbara flödesvägar i analysen, såväl i glesbyggd som i tätort. Målsättningen har inte varit att beräkna kadmiumflödet till Højeå utan snarare att beräkna flöden inom samt in i respektive ut ur systemet. Syftet har varit att relatera olika flöden mot varandra och att identifiera var de största flödena och ackumulerade mängderna finns.

I vissa fall har det varit svårt att göra avgränsningar så att data representerar avrinningsområdet. Emissionsdata och miljöstatistik är i de flesta fall baserad på kommunal eller regional nivå.

DATAINSAMLING OCH DATAOSÄKERHET

Data är baserad på en rad olika datakällor. Det framgår i varje kapitel i rapporten hur data har behandlats och hur flöden och förråd beräknats. För insamling av lokal data och information tillsattes en arbetsgrupp. Gruppen har bestått av representanter från de tekniska förvaltningarna och från miljöförvaltningarna i Lund, Lomma och Staffanstorps kommuner samt representanter från Länsstyrelsen i Skåne och från lantbrukssektorn (gruppens sammansättning redovisas i bilaga 1).

Datainsamlingen gjordes i huvudsak med utgångspunkt från en checklista, se bilaga 2. Checklistan har tidigare använts vid en substansflödesanalys i Linköpings kommun (Lindqvist-Östblom 2000) och har delvis omarbetats för att bättre passa förhållandena inom Højeåns avrinningsområde (med tillåtelse från Lindqvist 2002).



Figur 1: Karta över Höjeåns avrinningsområde, med recipientkontrollens provpunkter för kadmium (stn 10 och 21) utmärkta.

I så stor utsträckning som möjligt har data för beräkningar hämtats från lokala datakällor, såsom analyser av avloppsvatten, mätningar av luft- och vattenföroreningar, uppgifter från miljörapporter osv. I vissa fall saknas relevant data och då har, i den mån det varit möjligt, nationella studier eller studier genomförda på andra platser i landet utnyttjats. Dessa uppgifter har skalats om med hjälp av befolkningsstatistik för att gälla Höjeåns avrinningsområde.

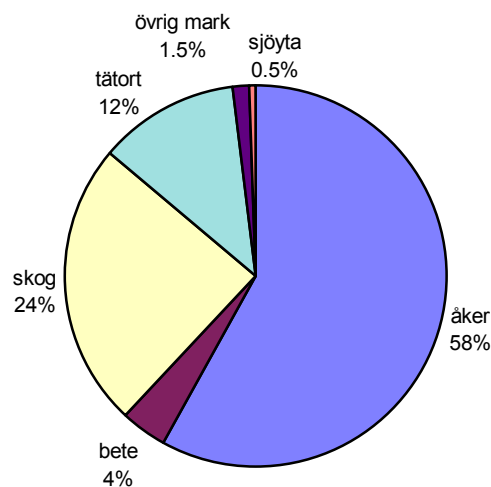
I alla data finns det inbyggt ett visst mått av dataosäkerhet. Datauppgifter kan t.ex. vara baserade på för få mätprov, mät- och analysfel eller osäkra uppskattningar. Data utgörs av både realistisk mätdata och mer eller mindre kvalificerade uppskattningar eller omskalningar från andra data. Ofta kombineras dessa varför det blir svårare att genomskåda de olika uppgifternas kvalitet i det slutresultat som presenteras. Det är därför viktigt att vara medveten om osäkerheten i resultaten. Dataosäkerhet i materialflödesanalyser har beskrivits av Hedbrant och Sörme (2001) och av Danius (2002). I de utredningarna behandlas dataosäkerheten med en metod som baseras på osäkerhetsintervall. Det har visat sig att osäkerheten i indata i flödesanalyser kan variera från $\pm 30\%$ till en tiopotens beroende på vilka parametrar som har analyserats (Danius 2002). Inom ramen för denna studie har det inte funnits utrymme att utföra osäkerhetsanalys enligt metoden med osäkerhetsintervall. Dataosäkerhet bedöms och kommenteras istället under respektive rubrik.

Denna studie tar inte upp diskussionen om i vilken form kadmium befinner sig. Det går därmed inte att uttala sig om hur människan påverkas av de olika flödena i systemet, annat än i termer om att det finns en potentiell risk för påverkan i och med det faktum att flödena finns.

BESKRIVNING AV HÖJEÅNS AVRINNINGSGRÄNSOMRÅDE

Höjeåns avrinningsområde ligger i sydvästra Skåne. Avrinningsområdet omfattar 320 km² och domineras av högproduktiv jordbruksmark vilket utgör ca 58% av avrinningsområdet (Statistiska Centralbyrån 1995). Resten av arealen består av skog, tätorter, betesmark, sjöyta och övrig mark (figur 2). Det finns två mindre sjöar i området, Björkesåkrasjön och Häckebergasjön. De största delavrinningsområdena är Önnerupsbäcken, Råbybäcken, Dalbybäcken/Källingabäcken och Dynnbäcken. Medelvattenföringen i Höjeå har beräknats till 2.5 m³/s (1974 – 1990, mätpunkt 21 vid Trolleberg Lund). Årsmedeltemperaturen i Lund för perioden 1961 – 1990 var 7.9 °C och medelnederbörden var för motsvarande period 655 mm/år (SMHI 1991). Berggrunden i avrinningsområdet varierar mellan kalksten och sandsten. Dessutom förekommer lera (Andersson och Lax 2000).

I avrinningsområdet beräknades befolkningen till 99 000 personer 1995 varav 86 000 var bosatta inom tätorter (Statistiska Centralbyrån 1995). Om hänsyn tas till befolkningsökningen i regionen, från 1995 till 2000, bör invånarantalet uppräknas med 3%. Nuvarande befolkning mängd beräknas därför till ca 102 000 personer, varav ca 88 000 invånare bor i tätorterna. De största tätorterna är Lund, Staffanstorps, Lomma, Dalby och Genarp. Näringslivet inom avrinningsområdet domineras av lättare industri och serviceverksamhet och i Lund är verksamheterna i huvudsak inriktade på forskning.



Figur 2: Areal fördelning inom Höjeåns avrinningsområde.

På uppdrag av Höjeåns vattendragsförbund utför Ekologgruppen i Landskrona recipientkontroll i Höjeå (Krook och Bengtsson 1996, Bengtsson 1997, 1998, 1999 och 2000). Kadmium mäts i ån vid två mätpunkter, vid Bjällerup (pkt 10) och vid Trolleberg nedströms Källby avloppsreningsverk (pkt 21) (figur 1). Provtagning sker en gång per månad för att vid årets slut blandas till ett flödesproportionellt årsprov.

KVANTIFIERING AV FLÖDEN OCH FÖRRÅD AV KADMIUM I HÖJEÅNS AVRINNINGSSOMRÅDE

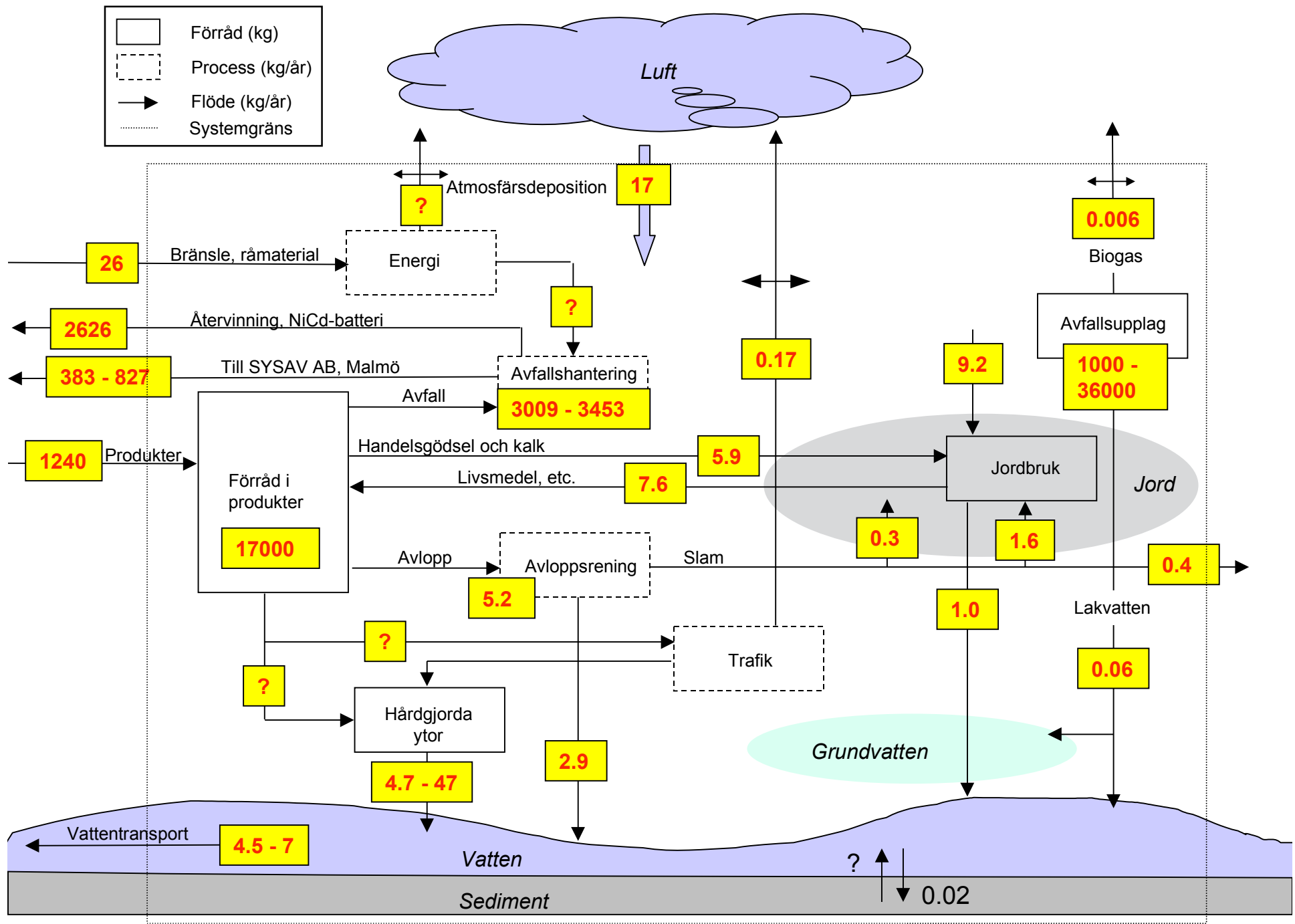
Flödesanalysen täcker inte den totala omsättningen av kadmium inom avrinningsområdet utan speglar de flöden som ansetts relevanta och möjliga att beräkna. I de fall data har funnits tillgänglig från 1996 – 2000 har medianvärdet för dessa år använts i beräkningarna. I vissa fall har det inte funnits tillgång till data mer än för ett eller kanske ett par år, då har den data som finns tjänat som underlag för beräkningarna.

Med vägledning från andra flödesanalyser som utförts i Sverige (Bergbäck 1998, Lindqvist-Östbom 2000, Miljöförvaltningen i Göteborg 2000) har en schematisk flödesbild över olika flödesvägar och förråd som har identifierats sammanfattats i figur 3. Noggrannheten i siffrorna (mängderna) som redovisas varierar. Generellt så är de lägre siffrorna (runt några få kilon) säkrare medan de högre värdena är baserade på uppskattningar. Oftast bygger de lägre värdena på reella mätningar av flöden, medan de stora värdena bygger på diverse antaganden.

Det perfekta flödesschemat är när alla inflöden balanseras av utflöden och förråd. Detta är dock inte rimligt att uppnå. Sörme och Lagerkvist (2002) fann det möjligt att spåra källorna för tungmetaller i olika hög grad. Koppar och Zink gick att spåra till 100%, nickel och kvicksilver till ca 70%. För kadmium var källorna svårare att spåra och endast 60% lokaliserades i den studien.

Målsättningen med flödesschemat är framförallt att visa flödenas relation till varandra. De enskilda värdena skall inte ses som absoluta värden utan som indikatorer på storleksordningen av flödena. De kadmiumflöden som är inflöden till systemet under ett specifikt år, eller till ett förråd under den tiden, utgör inte nödvändigtvis ett utflöde under samma period. Utflöden och förråd av kadmium kan vara resultat av inflöden många år tidigare och ha funnits lagrat inom olika användningsområden sedan dess. Nedan följer en noggrann beskrivning och genomgång av beräkningar för varje flöde och förråd i flödesschemat (figur 3).

Figur 3 (se nästa sida): Flöden och ackumulering av kadmium inom Höjeåns avrinningsområde. Siffrorna i de gula boxarna anger mängd (kg) kadmium som importerar, exporterar eller flödar inom avrinningsområdets gräns. Systemgränsen utgörs av avrinningsområdets vattendelare och illustreras i figuren som en punkterad linje. Boxarna illustrerar förråd (heldragen linje) och processer (streckad linje) för kadmium. Frågetecken betyder att det inte, inom ramen för detta projekt, har gått att få fram data för beräkningar.



ATMOSFÄRSDEPOSITION OCH EMISSION TILL LUFT OCH VATTEN

Atmosfärsdeposition

Deposition av kadmium via nederbörd och torrdeposition är den klart dominerande tillförselvägen för kadmium till åkermark, ca 50%. I södra Sverige härrör ca 90% av kadmiumnedfallet från utländska källor och inga lokala förorenare av större betydelse kan påvisas (Rühling 2002). Under 1999 var våtdepositionen i södra Sverige 0.8 g/ha vilket kan jämföras med 0.3 g/ha i norra Sverige (Kindbom m fl. 2001).

Nedfall av tungmetaller i nederbörd mäts inom det nationella övervakningsprogrammet för luft- och nederbörds kemi. För Skåne finns en station representerad i Arup i närheten av Hörby (Kindbom m fl. 2001). På uppdrag av Skånes luftvårdsförbund samt Malmö och Burlövs kommuner har tungmetaller även mätts en gång i månaden under 1999 i tätorterna Malmö och Burlöv (Hallgren Larsson 2001).

Nedfallet av tungmetaller i Skåne undersöks även genom analys av mossprover. Naturvårdsverket utför provtagning och analys av tungmetaller i mossa på ca 700 fasta provtytor vart femte år sedan 1970. Vidare har en utökad undersökning av tungmetaller i mossa utförts i Skåne (Länsstyrelsen i Skåne 2001). Under år 2000 samlades mossa in från 50 provplatser i Skåne (Rühling 2002). Mossor tar nästan uteslutande upp metaller från luften och ej från det underlag de växer på. Koncentrationen av föroreningarna i mossan är därför en indirekt mätmetod av den atmosfäriska depositionen. Mätningar i mossa används för att på ett mer storskaligt sätt beskriva variationen i metallhalter och speglar nedfallet under de närmast föregående två till tre åren.

I Skånestudien av metaller i mossa (Rühling 2002) ingår fem stationer inom Höjeåns avrinningsområde. För år 2000 var medianhalten kadmium i mossa från dessa stationer 0.24 mg/kg torrs substans (TS). Medianhalten i Skåne län var för samma år 0.26 mg/kg TS och i övriga Sverige 0.20 mg/kg TS (IVL 2002). Jämfört med mätningar från 1968/70 har kadmiumhalten i mossa minskat med ca 25%. Utifrån omräkningsfaktorer angivna i Rühling och Tyler (2001) motsvarar halterna av kadmium i mossa från Höjeå avrinningsområde en atmosfärsdeposition på ca 26 kg/år.

Atmosfärsdepositionen mätt i nederbörd vid Arup under perioden 1996 – 2000 var i genomsnitt 0.54 g/ha. Vid mätstationen i Malmö var atmosfärsdeposition 0.88 g/ha under 1999 och vid Burlöv 0.51 g/ha (Hallgren - Larsson 2001). Troligen är den lägre halten mer representativ för avrinningsområdet eftersom föroreningshalten vanligtvis är högre vid tätortsstationer. Utifrån beräkningar baserade på nederbördsdata från stationen i Arup motsvarar belastningen av kadmium från atmosfärsdeposition ca 17 kg/år till Höjeåns avrinningsområde (figur. 3). Depositionsmängden stämmer förhållandevis bra överens med den mängd som beräknats från mossdata, jmf ovan. Även torrdepositionen är inkluderad i mossproven vilket därför bör ligga något högre än depositionsberäkningar från nederbörds mätningar. Beräkningar av atmosfärsdepositionen till avrinningsområdet redovisas i bilaga 3.

Luft

Inom avrinningsområdet finns inga industrier eller andra verksamheter som hanterar kadmium i tillverkning eller process. Som tidigare nämnts kan kadmium dock förekomma som förorening i olika produkter och därför finnas i utsläpp från verksamheterna i området. Emissioner av kadmium till luft från enskilda verksamheter inom Höjeåns avrinningsområde

har inte rapporterats. I kapitlet om energiförsörjning beskrivs hanteringen av bränsle för energi och värmeproduktion. Vid energiproduktion kan det frigöras kadmium från det bränsle som används. Via trafiken sker det en spridning av kadmium till luft, data redovisas i kapitlet om trafik. Troligen sker det också en liten spridning av kadmium till luften via biogasavgång från avfallsupplag, se kapitlet om avfall.

Vatten och sediment

Kadmiumbelastningen på Höjeå härrör till största delen från:

- avloppsvatten från kommunala reningsverk och troligen även från enskilda avlopp
- dagvatten/dräneringsvatten från tätorter, industriområden och Sturups flygplats
- markavvattning från jordbruksmark
- lakvatten från deponier

Industrierna längs Höjeå är anslutna till de kommunala reningsverken där kontinuerlig kontrollverksamhet pågår (Krook och Bengtsson 1996). Flödet av kadmium till Höjeå från avloppsreningsverken, via dagvatten, från åkermark och lakvatten redovisas utförligt nedan under motsvarande rubriker och i figur 3. Den totala belastningen till ån från dessa källor beräknas till ca 8 – 50 kg kadmium per år. Större delen av det kadmium som tillförs ån kommer att transporteras vidare ut från systemet till Lommabukten i Öresund.

Enligt Ekologgruppens beräkningar (Krook och Bengtsson 1996, Bengtsson 1997-2000) är transporten av kadmium 4.3 kg/år vid provpunkt 21 (baserat på medianvärde 1996 – 2000, se bilaga 3). Provpunkt 21 ligger relativt långt ned längs åns sträckning. Nedströms provpunkten tillkommer kadmium av betydande mängd troligen bara från Lomma tätorts dagvattenutsläpp. Dagvattentillskottet från Lomma har beräknats till mellan 0.28 - 2.84 kg kadmium per år (kapitlet om dagvatten, och bilaga 3). Beräkningarna för transporten av kadmium i ån balanseras väl (förutsatt att man räknar på dagvattenutsläpp i det lägre intervallet) med de utsläppsmängder som tagits fram i flödesstudien (figur 3).

Kadmium avsätts också till bottensedimentet i ån. Ungefär 20% av åns totala bottenyta (25 000 m²) har uppskattats vara sedimentationsbotten (Berndtsson 1989). Från samma studie redovisas en kadmiumhalt i sedimentet på 0.6 mg/kg TS. Från mätningar som gjorts i Lomma kommun (Tekniska förvaltningen 1998) redovisas en genomsnittshalt på 0.4 mg/kg TS, där sedimentets TS låg mellan 44 och 70%. Om man räknar med en kadmiumhalt på 0.5 mg/kg TS, vilket motsvarar 0.26 mg/kg VV om man räknar med en vattenhalt på 52%, (Tekniska förvaltningen 1998). I Höjeå beräknas därmed 0.02 kg kadmium/år ackumuleras i sedimentet (bilaga 3 och figur 3).

Osäkerhet i data om atmosfärsdeposition och emissioner

Indata för depositionsberäkningarna bygger på reella mätningar med långa tidsserier som ingår i det nationella miljöövervakningsprogrammet. Dessa data anses vara kvalitetssäkrade. Det saknas dock våtdepositions-mätningar från provpunkter inom avrinningsområdet och beräkningarna är baserade på analyser från mätstationen vid Arup nära Hörby. Även om det säkert finns en variation i depositions-halt mellan olika platser kan man ändå anta att mätningarna från Arup väl representerar våtdepositionen i avrinningsområdet.

Beräkningarna som atmosfärsdepositionen baseras på reella upprepade mätningar av kadmiumhalt i mossor som även de ingår i det nationella miljöövervakningsprogrammet. För dessa data finns dessutom prov från avrinningsområdet. Beräkningar med hjälp av

omräkningsfaktorer medför dock alltid en ökad osäkerhetsfaktor. I jämförelse med beräkningar av kadmiumdeposition, baserat på mätningar i husmossa, i Linköpings kommun (Lindqvist-Östblom 2000) är värdet för atmosfärsdepositionen i avrinningsområdet rimligt. I Linköpings kommun hade man 1995 en kadmiumdeposition på ca 0.4 g/ha jämfört med ca 0.7 g/ha för Höjeå avrinningsområde,. Atmosfärsdepositionen i södra Sverige är normalt högre än i övriga landet till följd av närheten till emissionskällor i Europa (Parkman m.fl. 1998).

För beräkningarna om mängden kadmium i Höjeåns bottensediment används en rad antaganden. Därför skall värdet 0.02 kg kadmium/år ses som en indikation på storleksordningen vad gäller sedimentationen av kadmium.

FÖRRÅD I PRODUKTER

Det är mycket svårt att kartlägga flödet av kadmium till och från Sverige eftersom kadmium exporteras och importeras i olika former. I slutet av 1980-talet var den årliga produktionen av zinkmalm i Sverige 375 000 ton vilket motsvarar ungefär 750 ton kadmium (Sigfrid m.fl. 1992). Hela mängden exporterades för bearbetning utomlands. Vid zinkframställning erhålls kadmium som biprodukt. 1988 importerades 177 ton obearbetat kadmium för användning i olika produkter (tullnummer: 810 710, Eriksson 1991). Siffrorna inkluderar inte den import av kadmium som ingår i diverse produkter. Inte heller det kadmium som finns som förorening i den zink som importeras. Uppgifterna om den mängd kadmium som egentligen importeras till Sverige är därför mycket osäkra. I tabell 1 redovisas de mängder obearbetad kadmium som importerats till Sverige under åren 1996 – 2000 (under samma tullnummer som ovan). I Tabellen redovisas även den mängd kadmium som anmäls till Kemikalieinspektionens produktregister.

Tabell 1: Importerad mängd (ton) kadmium till Sverige i jämförelse med den mängd kadmium som anmäls till produktregistret för åren 1996 – 2000 (Rosen 2003).

År	Importerad mängd kadmium (tullnummer: 810 710)	Mängd kadmium i produktregistret
1996	219	4.5
1997	225	3.8
1998	136	3.8
1999	261	2.3
2000	21	1.1

Kadmium har i huvudsak använts för fem olika tillämpningar, till NiCd-batterier, stabilisator i plast, som pigment, till ytbehandling och i legeringar. Sedan förbudet 1982 domineras användningen av kadmium i NiCd-batterier. Det finns undantag från det svenska förbudet för viss tillverkning, t.ex. i konstnärsfärger och för kadmiering av vissa flygplansdetaljer inom flygförsvaret.

Kadmium kan också finnas med som förorening i olika livsmedelsprodukter eftersom kadmium tas upp av grödor. Upptag av kadmium i jordbruksprodukter beskrivs närmare i kapitlet om jordbruk.

Inom Höjeåns avrinningsområde finns ingen industriell användning av kadmium redovisad. Det kadmium som finns i produkter innanför avrinningsområdets gränser har importerats som innehåll eller förorening i olika produkter. Inflödet av kadmium till Höjeåns

avrinningsområde via 7 olika produktkategorier har beräknats utifrån uppgifter i Sörme m.fl. (2001a) och redovisas i tabell 2 (beräkningar redovisas i bilaga 3). För Höjeåns avrinningsområde var det klart dominerande inflödet av kadmium via NiCd-batteri, ca 900 kg. Det totala inflödet av kadmium till avrinningsområdet via de 7 produktkategorierna var drygt 1200 kg.

Kadmium har många gånger använts i mycket långlivade produkter. Som exempel kan nämnas som stabilisator i PVC för utomhusbruk eller som pigment i glas till trafikljus (Sörme m.fl. 2001b). Användningen av kadmium i plast var som störst under 1970-talet och eftersom livslängden för plastprodukter kan vara upp emot 40 år kan det fortfarande finnas ett stort förråd av kadmium i form av dessa produkter i samhället (Sigfrid m.fl. 1992). I Stockholm har Sörme m.fl. (2001a) beräknat kadmiumförrådet inom de sju vanligaste produktkategorierna till 0.2 kg kadmium per capita. I tabell 2 redogörs även för mängden kadmium som beräknas finnas i förråd inom Höjeåns avrinningsområde, baserat på befolkningsstatistik för avrinningsområdet och 0.2 kg kadmium per invånare (bilaga 3).

Tabell 2: Inflöde och förråd av kadmium i olika produktkategorier till Höjeåns avrinningsområde, baserat på uträkningar från Sörme m.fl. 2001a.

Produkt	Inflöde (kg)	Förråd (kg)
Stabilisatorer, plast	22	4177
Batteri, slutna	891	4177
Batteri, öppna	223	2227
Pigment	11	1392
Ytbehandling	22	1392
Legeringar	56	418
Förorening i Zink	?	2784
Totalt	1 225	16 567

Som flödesschemat i figur 3 visar så är inflödet av kadmium till Höjeå avrinningsområde via produkter mindre än utflödet genom avfallsledet (se kapitlet om avfall). I avfallshanteringen flödar ca 3000 – 3500 kg kadmium/år ut från systemet och kan jämföras med 1240 kg/år som kommer in till systemet via importen av produkter. En stor del av det kadmium i produkter som flödar in till avrinningsområdet kommer via kadmiuminnehållet i slutna NiCd-batterier. Återvinningen av batterier i området har beräknats till 2626 kg/år. Flödesanalysen tyder på en pågående utfasning av kadmium ur Höjeå avrinningsområde.

Produkter utsätts för luft, vatten, jord etc. som gör korrosion möjlig. Emission av tungmetaller via användning av vissa produkter har visat sig vara signifikant. Sörme m.fl. (2001b) har bland annat beräknat kadmiumemissionen från en rad olika produkter som användes i Stockholms teknosfär 1995. Vissa metaller i produkter har ingen spridningspotential på grund av att de ingår i applikationer där de utsätts för minimal korrosion eller slitage, t.ex. metaller i batterier, eller koppar i kablar. Sörme m.fl. (2001b) har beräknat att ca 67% av det kadmium som används i sådana typer av applikationer utgör en liten risk för direkta emissioner till miljön. Om man därmed räknar med att ca 30% av de 17000 kg kadmium i produkter som finns i förråd inom avrinningsområdet (figur 3) har en inneboende spridningspotential betyder det att ca 5000 kg kadmium riskerar att nå miljön på ett eller annat sätt.

Osäkerhet i data om produkter

Osäkerheten i data om förråd av kadmium i olika produkter är stor. Alla beräkningar bygger på uppskattningar och omräkningar. Man kan trots allt utgå från att de förhållanden för användning av olika produkter i Stockholm är de samma som för användningen inom Højeåns avrinningsområde. Siffrorna skall endast ses som en indikation på flödesstorleken.

ENERGIFÖRSÖRJNING

I samband med energi- och värmeproduktion uppstår emissioner av tungmetaller via det bränsle som används, t.ex. kol, olja, gas och bibränsle. Kadmium kan ingå som förorening i dessa bränslen. Emissionens art och omfattning beror på vilket bränsle som används och hur effektiv förbränning och rening är. Vid bränsleanalyser som utförts av Norrköping Miljö- och Energi (1999) samt Tekniska verken i Linköping (Lindqvist –Östblom 2001), uppskattades bland annat mängden kadmium i olika bränslen (tabell 3). Halten kadmium i olja anses generellt vara låg (Jackson and MacGillivray 1995). Gummi och träbränslen innehåller varierande mängd kadmium beroende på sammansättning och träslag. Salix är ett exempel på ett träslag som visat sig ta upp mycket kadmium, halten i stam varierar mellan 0.01 – 2.2 mg kadmium per kg TS (Greger och Landberg 1996). Variationen beror till stor del på växtplats och tillgängligt kadmium som finns i marken. Det finns bra reningsteknik för att ta bort kadmium från rökgaser. Det gäller dock att ta hand om askresterna på ett tillfredställande sätt. Eftersom kadmium i stort avgår bundet till partiklar är reningseffektiviteten av kadmium direkt proportionell mot reningen av stoft (Örtenvik 2002).

Inom Højeåns avrinningsområde finns tre kraftvärmeverk som producerar el och värme till kommunerna Lund, Lomma och Staffanstorp. Återbruket i Lomma och Finn i Lund drivs av Lunds Energi AB. Återbruket i Lomma är en bibränslebaserad anläggning. I Lund hämtas nära hälften av energin från 800 meters djup, omkring 325 GWh geotermisk energi. Resterande produktion av fjärrvärme görs med den bränslefördelning som för stunden är mest ekonomisk - naturgas, el, bibränsle, fjärrkyla, spillvärme eller olja. I Staffanstorp har Sydkraft AB en gas- och bibränsleanläggning. Vid anläggningen finns tre gaspannor som drivs med naturgas och en bibränslepanna där man använder stamved (skogsbränsleflis) som bränsle.

Tabell 3: Halt kadmium i olika bränslen (NME 1999, Tekniska verken i Linköping (Lindqvist –Östblom 2001), RT-flis = returträ, GROT = grenar och toppar.

Bränsle	Kadmiumhalt (ppm)
Kol	0.1
Gummiflis	2.6
Skogsbränsle	0.17
RT-flis	1.3
Återvunnet trä	0.231
Bark	0.285
GROT	0.311
Salix	1.67

Vid Återbruket och Finn kraftvärmeverk förbrukades knappt 20 000 ton bibränsle per år (1999 och 2000, Nilsson 2002). Med en kadmiumhalt för returträflis (RT-flis, Norrköping Miljö- och energi 1999) på 1.3 ppm var inflödet av kadmium via bibränsle vid dessa båda

kraftvärmeverk ca 25 kg/år (bilaga 3). Vid anläggningen i Staffanstorp använder man stamved för energiproduktion. Om man räknar på den kadmiumhalt som Norrköping Miljö- och energi (1999) anger för skogsbränsle, 0.17 ppm (tabell 3), så sker det ett inflöde av kadmium till anläggningen på 1.6 kg/år (beräknat för år 2002, bilaga 3). Eftersom kadmiuminnehåll i olja och naturgas generellt tycks vara låg redovisas inte beräkningar för dessa bränslen. Inom ramen för detta projekt har det inte funnits möjlighet att gå vidare och studera reningseffekt och hur eventuella kadmiumrester i stoft tas omhand inom avrinningsområdet.

Osäkerhet i data om energi

Beräkningarna bygger på rapporterade mängder använd bränsletyp, vilket får anses vara säkra uppgifter. Det är dock osäkert om bränsletyperna är av samma kvalitet som de bränsletyper som analysdata finns för (Norrköping Miljö och Energi 1999 och Tekniska verken i Linköping (Lindqvist – Östblom 2001)). För att få noggrannare beräkningar krävs att det finns analysdata avseende kadmiumhalt i använt bränsle.

AVFALL

Avfallsflöden

Förr eller senare blir alla produkter förbrukade och hamnar då i avfallsledet. Antingen kan uttjänta produkter gå till förbränning, deponeras eller återvinnas. Oavsett i vilket led produkterna hamnar så kommer det att påverka miljön i negativ riktning på ett eller annat sätt. Under sin livscykel kan produkter diffust ”läcka” kemikalier vid användning (Se kapitel om förråd i produkter). När produkterna väl når avfallsledet finns risk för emission till luft, ytvatten, grundvatten eller mark beroende på om slutbehandlingen är deponering eller förbränning.

Eftersom kadmium har haft många olika tillämpningsområden (som t.ex. stabilisator i plast, i pigment och i legeringar) kan det vara svårt att separera kadmiuminnehållande produkter från andra delar av avfallsflödet. Kadmium kan också finnas med som förorening i andra produktkategorier och i livsmedel. Generellt är kadmiumhalten i hushålls- och industriavfall låg. Mängden kadmium kan dock ändå bli betydande till följd av de stora mängder avfall som produceras.

Sydvästra Skånes Avfallsaktiebolag (Sysav AB) är huvudman för avfallshanteringen inom Höjeåns avrinningsområde. I Sysav AB ingår nio sydvästskånska kommuner: Vellinge, Malmö, Trelleborg, Svedala, Lund, Staffanstorp, Burlöv, Lomma och Kävlinge. Kommunerna hade tillsammans ca 518 500 invånare vid årsskiftet 1999/2000. Sysav ABs dotterbolag Sysav Kemi AB tar hand om regionens farliga avfall.

Inget avfall behandlas eller omhändertas inom avrinningsområdet, med undantag från eventuell omlastning. Avfall som genereras inom avrinningsområdet transporteras till Sysavs anläggningar i Malmö. Flödet av kadmium som ingår i avfall kan därför betraktas som ett utflöde eller export av kadmium utanför systemgränsen (figur 3).

Under åren 1996 – 2000 omhändertogs 333 kg hushållsavfall per invånare och år (medianvärde) inom Sysavs upptagningsområde (Bryman 2002). Utöver det togs det emot i snitt 104 kg avfall per invånare och år vid företagets återvinningscentraler (ÅVC). En tredjedel av avfallet från ÅVC utgjordes av trädgårdsavfall. För Höjeåns avrinningsområde motsvarar hushållsavfall + avfall från ÅVC ca 43 700 ton per år (333 + 104 kg/person och år multiplicerat med ett invånarantal på 100 000 personer i avrinningsområdet, bilaga 3).

Data om kadmiumhalt i avfall är sparsamt förekommande i litteraturen. Redovisade kadmiumhalter i hushållsavfall varierar mellan 4.4 – 10 g/ton (Drav 1983, Statens energiverk 1986, Reimann 1989, Aulin & Neretnieks 1996, Svenska Renhållningsverksföreningen 1996, Flyhammar 1998, Miljöförvaltningen i Göteborg 2000). Beräkningar utifrån dessa halter ger ett kadmiumflöde via hushållsavfall i Højeåns avrinningsområde på 190 – 430 kg kadmium per år (bilaga 3, figur 3).

Den mängd kadmium i industriavfall som hanteras i avrinningsområdet är betydligt svårare att beräkna eftersom avfallets sammansättning varierar mycket mellan olika typer av verksamheter. Det har inte varit möjligt att få fram statistik över den mängd industriavfall som har genererats inom Højeåns avrinningsområde eller för de berörda kommunerna. Flödet av industriavfall i Højeåns avrinningsområde har därför beräknats från siffror som presenterats i Sysavs kretsloppsplan (2001). För 1999 redovisade Sysav AB att de tagit emot ca 200 000 ton industriavfall i regionen. Beräknat per invånare i Sysavregionen blir det 386 kg industriavfall per person. I litteraturen anges kadmiumhalter i industriavfall mellan 4.9 – 10 g/ton (Widlund 1994, Aulin & Neretnieks 1996). För Højeåns avrinningsområde kan kadmiumflödet via industriavfall därmed beräknas till 190 – 390 kg/år (bilaga 3, figur 3).

Sysav Kemi AB tar hand om det farliga avfallet i regionen. Ur ett kadmiumperspektiv är det framför allt NiCd-batterier som är av betydelse. Inom avrinningsområdet har Sysav AB tre återvinningscentraler där NiCd-batterier samlas in. Batterierna transporteras vidare till Renova i Göteborg för sortering och sedan för uppärbätning till Saft AB i Oskarshamn. I hela Sysavregionen samlas det in ca 89 ton slutna NiCd-batteri per år (dvs. små, uppladdningsbara batterier som används i konsumentprodukter som t.ex. mobiltelefoner). Mängden motsvarar medianvärdet för åren 1998 – 2000 (Edner 2003). Beräknat för Sysavregionen blir det ca 0.172 kg NiCd-batteri per invånare och år. För Højeåns avrinningsområde motsvarar det ca 17.5 ton slutna NiCd-batterier. Om man antar en kadmiumhalt i batterierna på 15% (SOU 1996) så motsvarar detta ett flöde av ca 2.6 ton kadmium. Det har inte gått att få fram uppgifter om mängden öppna NiCd-batteri som omhändertas i regionen. Eftersom batterierna inte lagras som avfall inom avrinningsområdet utan samlas in och transporteras till Sysav i Malmö, representerar de insamlade batterierna ett flöde vilket i huvudsak passerar genom avrinningsområdet (figur 3).

Om man istället räknar om statistik från den nationella återvinningen av NiCd-batteri (Engström 2003) till att gälla avrinningsområdets befolkningsmängd så är kadmiumflödet ca 1800 kg, vilket är 800 kg mindre jämfört med beräkningarna ovan. Skillnaden kan bero på fördröjning i transport av batterierna från insamlingsregionen till slutstationen i Oskarshamn, dvs. statistik från Saft AB motsvarar tidigare år än uppgifter från Sysav AB.

Avfallsupplag

Inom Højeåns avrinningsområde finns det ca 40 stycken nedlagda avfallsupplag. Dessa är av varierande ålder och storlek, och innehåller olika typer av avfall. I upplagen finns många olika sorters avfall som kan innehålla kadmium. Kadmiuminnehållet i avfall har troligen förändrats över tiden. Begränsningarna vad gäller användningen av kadmium som pigment eller stabilisator i plast, i början av 80-talet, har troligen minskat belastningen från uttjänta konsumtionsvaror som hamnar i avfallsupplagen. Det har inte varit möjligt att inom ramen för detta projekt uppskatta andelen av olika sorters avfall i avfallsupplagen och att ta hänsyn till den eventuellt minskande kadmiumhalten i avfallet i relation till deponins ålder.

Avfallsupplag går igenom en rad olika faser där de fysiska och kemiska förutsättningarna förändras. Bland annat kan det bildas surgörande föreningar som sänker pH vilket kan öka rörligheten av kadmium (Flyhammar 1998). Avfallet är i regel mycket heterogent och det är svårt att ange densiteten för avfallet som ligger lagrat i upplagen. Densiteten varierar bland annat med avfallstyp, kompakteringsgrad, nedbrytningsgrad, fukthalt etc.

Kompakteringsgraden blir i regel högre med tiden. Densiteten för avfallet ligger troligen mellan 0.1 – 1.1 ton/m³ (Svenska Renhållningsverksföreningen 1996, Bramryd 2002).

För att beräkna kadmiummängden i de nedlagda avfallsupplagen behövs data om avfallsvolym, avfallsdensitet och kadmiuminnehåll. Kommunerna Lund, Lomma och Staffanstorps har uppskattat volym (eller areal) och typ av avfall för respektive avfallsupplag inom avrinningsområdets gränser. För beräkning av kadmiummängd har vi använt intervallet 3.6 – 10 g kadmium per ton avfall (Drav 1983, Statens energiverk 1986, Reimann 1989, Widlund 1994, Aulin & Neretnieks 1996, Svenska Renhållningsverksföreningen 1996, Flyhammar 1998, Miljöförvaltningen i Göteborg 2000). Vidare har vi utgått från densiteter i intervallet 0,1 – 1,1 ton/m³ (Svenska Renhållningsverksföreningen 1996, Bramryd 2002). Förrådet av kadmium i avrinningsområdets nedlagda avfallsupplag har beräknats till mellan 1 och 36 ton (figur 3 och bilaga 3).

Emission från avfallsupplag

Läckaget av kadmium från avfallsupplag är i regel litet. Föroreningspotentialen från avslutade deponier reduceras sakt men fortgår under en lång tid. Förutsättningarna kan dock ändras och det är svårt att göra bedömningar om utläckaget över tiden. Det allvarligaste miljöproblemet med nedlagda äldre avfallsupplag är oftast inte dagens utsläpp, utan den föroreningspotential med risk för framtida läckage av tungmetaller och svårnedbrytbara organiska ämnen som de utgör.

Lakvatten och gas bildas i avfallsupplag genom kemiska, fysiska och mikrobiella processer. Nedbrytningen av avfallet sker i flera olika faser och förutsättningarna förändras med tiden (Christensen och Kjeldsen 1989). Lakvattenbildningen och läckaget av kadmium varierar under de olika faserna. Tungmetallers löslighet styrs i hög grad av lakvätskans pH, koncentrationen av salter och lösta komplexbindare samt redoxpotential (Förstner och Salomons 1991). Kadmiums rörlighet ökar t.ex. med minskat pH.

Den mest betydande källan för kadmiumläckage i deponier anses vara kadmiumpläterade produkter. Lakvattenkoncentrationen i olika deponier varierar därför och är beroende av innehåll av sådana produkter (Flyhammar 1995). I öppna ytdeponier, som tillåter infiltration av vatten, sker utläckaget av tungmetaller huvudsakligen via lakvatten.

Lakvattenproduktionen i svenska avslutade upplag har uppskattats till 2 000 m³/ha och år (Nilsson m fl. 1991). Halterna av tungmetaller i lakvatten från blandade organiska avfall ligger som regel inom ett intervall på 1 - 2 tiopotenser, för kadmium mellan 0.0001 – 0.01 mg/L (Flyhammar 1998).

Inom Højeåns avrinningsområde uppskattas de avslutade deponierna täcka en yta på ca 58 ha. Beräknad areal stämmer väl överens med data över arealen för avfallsupplag i hela Sverige om den skalas ned till invånarantal inom avrinningsområdet (Flyhammar 1995). Adekvat medelkoncentration av kadmium i lakvatten under Svenska förhållanden uppskattas till 0.0005 mg/L (Flyhammar 2002). För hela avrinningsområdet beräknas således ca 60 g kadmium per år läcka från de nedlagda avfallsupplagen (bilaga 3 och figur 3).

Huvuddelen av emissionen av kadmium från avslutade avfallsupplag sker via lakvattnet. Det finns dock studier som pekar på att 5 - 10% av utflödet av kadmium från organiskt avfall som hushållsavfall kan ske via emissioner av biogas (Baccini m fl. 1987). För Højeåns avrinningsområde skulle detta motsvaras av ca 6 g kadmium per år (figur 3).

Osäkerhet i data om avfall

På grund av hushållsavfallets heterogena sammansättning är det mycket svårt att ange ett generellt värde på dess kadmiumhalt. Man bör därmed också vara medveten om osäkerheten i beräknade värden. Kadmiumhalten i det avfall som produceras i Højeåns avrinningsområde har troligen jämförbara halter med det avfall som produceras i andra regioner. Det är därför motiverat att göra beräkningar från data som presenteras i litteraturen.

Beräknad mängd kadmium i industriavfall är ett mycket grovt mått. Dels är uppskattad avfallsmängd (mängd/invånare) osäker eftersom producerade mängder industriavfall inte är generell för hela regionen utan är mycket beroende av vilken typ av verksamheter som finns i området. Det har dock inte funnits utrymme att gå djupare i detalj och utreda mängden industriavfall för varje enskild industri inom avrinningsområdet. Halten kadmium i industriavfall, liksom när det gäller hushållsavfall, är svår att uppskatta.

Beräkningarna om lagrat kadmium i de nedlagda avfallsupplagen bygger på data som i många led kan innehålla stor osäkerhet. Typ av avfall som deponerats under upplagens verksamhetsperiod är osäker, liksom vilka mängder av avfall som deponerats, och det är inte alltid upplagens driftstid är exakt känd. Det är svårt att uppskatta densiteten av avfallet på grund av heterogeniteten i avfallet och på grund av olika nedbrytnings- och omvandlingsfaktorer. Halten av kadmium i de olika avfallstyperna varierar och det finns inte några analyser av avfallet som har deponerats i de nedlagda upplagen. Vidare pågår en ständig process i avfallsupplagen när avfallet bryts ner, lakvatten bildas och gas avgår. Beroende på hur långt dessa processer har gått varierar läckaget av bl.a. kadmium från upplagen.

AVLOPPSFLÖDEN

Kadmiumkällor

Användningen av metaller och persistenta ämnen i samhället avspeglas i betydande omfattning i avloppsreningsverkens slam. Det finns dock inte något proportionellt samband mellan ackumulerad mängd metall i en tätort och halten i slam. Som exempel kan nämnas att halterna av kadmium och kvicksilver i slam är av samma storleksordning trots att mängden använt kadmium är tio gånger större än mängden använd kvicksilver (Levin m fl. 2001). Det har också stor betydelse för slammets kvalitet om kommunens avlopps nät är kombinerat med ledningsnätet för dagvatten eller separerat. Dagvatten kan ha en hög kadmiumhalt och i kombinerade ledningssystem leds även detta vatten till de kommunala avloppsreningsverken (se kapitel om dagvatten).

Förbudet mot användning av kadmium i ytbehandling, som färgämne eller som stabilisator i färg har gett en kraftig minskning av slammets kadmiumhalt. Idag är de diffusa emissionerna av kadmium till avloppsreningsverken mer betydande än punktutsläpp från industrin. Även om industrins utsläpp av kadmium har minskat markant under de senaste 20 åren finns kadmium som förorening i vissa råvaror och i importerade produkter. Det innebär att process- och avloppsvatten från industrin kan innehålla kadmium. Kadmium tillförs också

reningsverken via urin och fekalier eftersom en del av de livsmedel vi konsumerar innehåller kadmium.

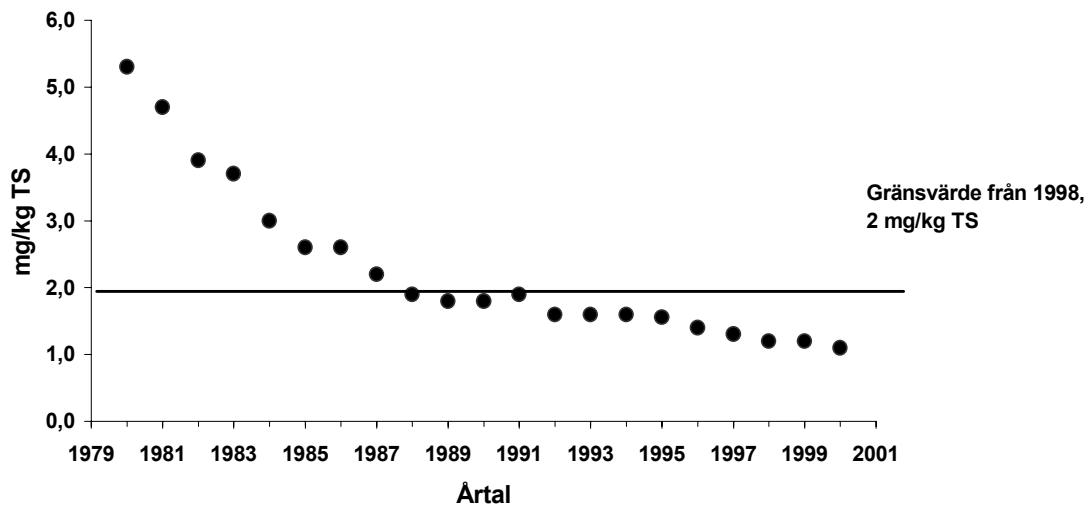
En rad studier har gjorts om flöden av kadmium och andra metaller till och från reningsverk (t.ex. Andersson 1995, Bergbäck 1998, Hägglund m.fl. 1999, Lindqvist 1999, Lindqvist-Östblom 2001). Dessa visar att idag står industrierna för en mindre del av belastningen av kadmium på avloppsreningsverken (bilvårdsanläggningar undantagna). Istället har de diffusa källorna som t.ex. flöden av kadmium från hushåll och i dagvatten fått en ökad betydelse. Följande punkter ger exempel på källor som har identifierats samt deras betydelse för kadmiumbelastningen i slam (Levlin m.fl. 2001):

- Spillvatten från bilvårdsanläggningar (kan ha 10 – 15 gånger högre kadmiumhalt än hushållspillvatten och bidra med 20 – 30% av kadmium i slam).
- Dagvatten från hårdgjorda ytor (kan på grund av korrosion av produkter som innehåller kadmium och kadmiumförorenat zink, samt atmosfäriskt nedfall, bidra med 15 – 50% av kadmiumbelastningen på ett reningsverk).
- Hushåll (kan på grund av urin och fekalier samt korrosion av VVS-utrustning, hushållsapparater mm stå för 30 – 50% av kadmiumbelastningen).
- Konstnärsskolor, studieförbund och andra ställen där konstnärsfärger används, t. ex. kadmiumgult och kadmiumrött, har dispens från kadmiumförbudet.
- Tvättvatten från tvätterier som tvättar verkstadskläder.
- Spillvatten från verkstadsindustri och ytbehandlare (kadmium kan förekomma som förorening i kemiska produkter och zink).
- Spillvatten från försvarsindustrin och dess underleverantörer (som i vissa fall har dispens från kadmiumförbudet).
- Spillvatten från glasindustri (omfattas i vissa fall av dispens från kadmiumförbudet).
- Rök-gaskondensat och annat avloppsvatten från förbränningsanläggningar.
- Grundvatten från borrade brunnar i områden med kadmiumrik berggrund (t. ex. kambrisk sandsten, se Backe m.fl. 2003).

Halter i slam och avloppsvatten

Kadmiumhalten i slam har diskuterats flitigt. Metallen har många gånger varit begränsande för om slammet har kunnat användas för spridning på åkermark (Lindqvist-Östblom 2000). Under senare år har rening av avloppsvatten förbättrats och halten kadmium i slam har reducerats markant. I figur 4 redovisas minskningen av kadmium i slam mellan 1980-2000, från avloppsreningsverk i Skåne län. Arbetet med att minska kadmiumhalten i avloppsslam har i huvudsak varit inriktat på att minska antalet punktkällor, som t.ex. industriella emissioner av metallen.

Genomsnittshalter av kadmium i slam från avloppsreningsverk i Skåne län



Figur 4. Medelhalter av kadmium (totala mängden kadmium/totala mängden producerat slam) i slam från avloppsreningsverk i Skåne län. 1980-1995 är redovisade data beräknade för avloppsreningsverk som tidigare tillhörde Malmöhus län (från Sveder 2002).

Det finns fem avloppsreningsverk längs Höjeå. I Lunds kommun finns Källbyverket, som tar hand om avloppsvatten från Lund, samt avloppsreningsverken i Dalby, Genarp och Björnstorp (tabell 4). I Staffanstorps kommun finns ett avloppsreningsverk, medan det i Lomma kommun inte finns något reningsverk med utlopp till Höjeå. Enligt bestämda kontrollprogram mäts kadmiumhalt, i slam vid reningsverken. Nuvarande gränsvärde för kadmium i avloppsslam är 2 mg/kg TS. För utgående, renat avloppsvatten till recipienten finns inget gränsvärde för kadmium. Avloppsvatten från Lomma kommun (som ligger inom Höjeåns avrinningsområde) leds till Sjölanda avloppsreningsverk i Malmö. Mängden kadmium som ”exporteras” via avloppsvatten från Lomma kommun år 2001 har beräknats till 0.12 kg (bilaga 3).

Inom avrinningsområdet var 100 056 personer anslutna till kommunal avloppsrening (Lund och Staffanstorps kommuner) år 2000 och ca 1800 hushåll hade enskilt avlopp (Lund, Lomma och Staffanstorps). I tabell 5 redovisas kadmiummängder som beräknats i slam och i utgående vatten från reningsverken i Lund och Staffanstorps kommuner inom Höjeåns avrinningsområde. Enligt beräkningarna är det ungefär lika mycket kadmium som hamnar i slammet som når recipienten via renat avloppsvatten, 2.3 kg resp. 2.9 kg (figur 3 och bilaga 3).

Tabell 4: Uppgifter om antal anslutna, avloppsvatten och slammängder samt kadmiumhalter från reningsverken inom avrinningsområdet samt andel kombinerat avloppsnät, för år 2000.

Reningsverk	Antal anslutna	Avloppsvatten (m ³)	Slam (ton TS)	Cd i avloppsvatten (µg/L)	Cd i slam (mg/kg)	Kombisystem (%)
Källby (Lund)	78 305	12 029 649	1 310	0,06	1,40	20
Dalby	5 468	882 224	223		0,50	5
Genarp	2 509	332 219	50		1,10	0
Björnstorp	174	34 992	*			0
Staffanstorp	13 600	1 281 042	515		0,48	0

* ingår i Källbyverkets slammängd

Slam från enskilda brunnar omhändertas av respektive avloppsreningsverk i kommunerna och ingår således i beräkningarna för kadmiummängd i slam. Kadmium i utgående vatten från enskilda anläggningar har inte kunnat beräknas då det inte finns analysdata för detta.

Kadmium i urin anses obetydligt medan halt kadmium i fekalier uppskattas till 10 µg/person och dag (Berglund m fl. 1994). För avrinningsområdet motsvarar det ca 0.36 kg kadmium per år från fekalier till avloppsreningsverken eller ca 7% av den totala belastningen (5.2 kg).

Tabell 5: Data för beräkningar och halten kadmium i slam och utgående avloppsvatten från reningsverken inom avrinningsområdet.

Antal invånare	102 000
Invånare anslutna till reningsverk	100 056
Enskilda avlopp	1882
Industriella verksamheter *	?
Bilvårdsanläggningar	18 (varav 13 i Lunds kommun, 4 i Staffanstorp och 1 i Lomma kommun)
Kadmium i slam vid reningsverken (kg/år)	2.4
Kadmium i utgående avloppsvatten vid reningsverken (kg/år)	2.8
Total belastning av kadmium på avloppsreningsverket (kg/år) **	5.2
Kadmium per ansluten invånare (g)	0.05

* I texten ges exempel på industriella aktiviteter. Det har inte inom projektets ramar varit möjligt att fullt ut inventera den industriella verksamheten inom avrinningsområdet och dess eventuella belastning på avloppsreningsverken.

** Källby (4 kg/år), Dalby (0,29 kg/år), Genarp(0,12 kg/år) och Björnstorp (Lunds kommun), Staffanstorp (0,72 kg/år)

Avlopp från industriverksamhet

Inom avrinningsområdet finns ett antal industrier och mindre verksamheter som alla är anslutna till de kommunala avloppsreningsverken. Inga av dessa använder kadmium eller kadmiumföreningar i sin produktion, men kadmium kan förekomma som förorening i kemiska produkter och i zink vilket leder till ökade kadmiumhalter i avloppsvatten. Som

exempel på verksamheter som kontrollerar kadmiumhalt i avloppsvatten kan nämnas Universitetssjukhuset i Lund samt Åkerlund och Rausing AB i Lund. Sjukhusets kadmiumtillskott till det kommunala spillvattennätet var i genomsnitt 54 g under år 2000 (bilaga 3). Spillvatten från bilvårdsanläggningar är ett annat exempel på verksamhet där kadmiumhalten kan vara hög (Hägglund m.fl. 1999, Lindqvist-Östblom 2001). Kadmium kan komma från dubbar, bromsbelägg och förzinkade bildelar etc. Inom avrinningsområdet finns minst 18 bilvårdsanläggningar som är anslutna till de kommunala avloppsreningsverken. Tekniska förvaltningen i Lunds kommun studerade, i början av 1990-talet, belastningen av metaller från bilvårdsanläggningar till Källbyverket. Det visade sig att bilvårdsanläggningarna stod för 10–15% av kadmiumtillskottet till avloppsreningsverket (Dellien 2003). Resultaten från en studie som miljökontoret i Linköping gjorde 1996 (Lindqvist-Östblom 2001) visade, liksom för Lunds kommun, att bilvårdsanläggningarna i kommunen stod för ca 10% av inflödet av kadmium till avloppsreningsverket.

I Staffanstorps kommun har man vid olika tillfällen under de senaste fem åren analyserat kadmium i avloppsvatten från fyra bilvårdsanläggningar (tabell 6). Enligt kartläggningen belastade de fyra anläggningarna avloppsreningsverket med 6.5 g kadmium/år, vilket utgör ca 1% av den totala kadmiumbelastningen till Staffanstorps avloppsreningsverk (jämfört med kadmiummängden i slam och i utgående vatten från reningsverket, 0.72 kg/år). Kadmiumbelastningen från bilvårdsanläggningar i Staffanstorps kommun var inte stor i jämförelse med t.ex. resultaten från Lunds kommun (Dellien 2003). En förklaring kan vara att anläggningarna är alla moderna anläggningar med recirkulerande tvättvatten. De fyra anläggningarna i Staffanstorp uppfyller också Naturvårdsverkets rekommendationer om maximal mängd kadmium per fordon som får släppas ut till spillvattennätet (Naturvårdsverket 1996).

Tabell 6: Uppgifter från de fyra bilvårdsanläggningarna i Staffanstorp för vilka analysresultat om kadmium i avloppsvatten redovisats.

Bilvårds Anläggning	Analys år	Kadmium (mg/L)	Kadmium (mg/fordon)	Antal fordon	Kadmium (mg/år)
1	2002	0,0012	0,05	5000	250
2	1999	0,0014	0,24	1000	238
3	2001	0,00011	0,0055	15000	82,5
4	1996-1998	?	0,24	25000	6000
summa					6570

Till avloppsreningsverken i Höjeåns avrinningsområde leds också en liten del dagvatten i kombinerade avloppsledningar (tabell 4). I Lund utgörs 20% av kombinerade avloppsledningar. I Dalby utgörs 5% av ledningsnätet av kombiledningar och för övrigt är avloppsledningarna separerade. Kadmiumbelastningen via dagvatten kan vara betydande, se vidare kapitel om dagvatten.

Det är dåligt utrett om hur belastningsfördelningen för kadmium ser ut vid de olika avloppsreningsverken i avrinningsområdet. I Hägglund m.fl. (1999) har man kartlagt källor för kadmium i inkommande avloppsvatten till reningsverken i Linköping och Norrköping.

Bidragen från olika sektorer (i.e. hushåll, dagvatten och industri) varierade i de olika kommunerna. Även mellan olika år varierade fördelningen.

Osäkerhet i data om avloppsflöden/rening

Data om kadmium i avloppsvatten, slam och renvatten bör ses som trovärdiga eftersom kommunerna utför regelbunden provtagning enligt fastlagda kontrollprogram för verksamheterna. Data om kadmiumhalt i avloppsslam från Lomma kommun kan vara något missvisande eftersom data kommer från Sjölundaverket i Malmö och gäller för slam från hela deras upptagningsområde.

Beräkningar om kadmiumbelastning från olika verksamheterna bygger på reella men i många fall få värden. Kadmiummängd som redovisas bör ses som en indikation på storleksordning för värdet och inte som ett absolut värde.

DAGVATTEN

Definitionen av dagvatten är ytavrinnande regn- och smältvatten från hårdgjorda ytor, t.ex. gator, trottoarer, parkeringsplatser och tak. Dagvatten avleds via kombinerade eller duplikata ledningssystem. I kombinerade system leds spill- och dagvatten i samma ledningar till avloppsreningsverk. Dessa system finns främst kvar inom äldre bebyggelse. De kombinerade ledningsnätens kapacitet kan lätt överskridas vid kraftiga regn varvid obehandlat avloppsvatten kan nå recipienter, s.k. bräddning. I duplikata system, där spillvatten och dagvatten leds i separata ledningar, leds dagvatten normalt orenat direkt till recipienten.

Kadmium i dagvattnet kommer huvudsakligen från atmosfärsdeposition, emission från byggnadsmaterial och från trafiken. Föroreningsmängden i dagvattnet styrs av en rad olika faktorer. För vägdagvatten spelar t.ex. trafikintensiteten en avgörande roll men även regnintensitet påverkar föroreningshalten i sådant dagvatten (Houmann 1998). Dagvattens föroreningsinnehåll varierar sålunda kraftigt beroende på nederbördssituationen. Dagvatten är dessutom mer förorenat i början av ett regn då de ackumulerade föroreningarna från hårdgjorda ytor sköljs av. Stickprov på föroreningsgrad i dagvatten kan ge mycket missledande resultat. I Malmqvist m.fl. (1994) anges ett schablonvärde för kadmium i dagvatten på 0.5–5 µg/L.

Påverkan på recipienten beror till stor del på dagvattnets sammansättning och förhållandena i recipienten. För ett vattendrag med liten vattenomsättning eller stora årstidsvariationer i vattenstånd eller vattenföring kan dagvattenutsläpp ha stor betydelse (Malmqvist m.fl. 1994). För större vattendrag spelar de årliga utsläppen och förändringar på lång sikt större roll.

Dagvattenutsläpp kan antingen beräknas eller undersökas med mätningar. Den senare metoden kräver dock långa noggranna mätningar för att överbrygga de fluktuationer som finns i föroreningsnivå på dagvatten. Undersökningar kan inte bygga på stickprovskontroller. I denna rapport redovisas beräkningar av kadmiummängden. Beräkningarna bygger på Naturvårdsverkets meddelande 3/1983 och redovisas i bilaga 3.

I Lunds kommun har man mätt kadmiumhalt i dagvatten vid två provpunkter under senare delen av 2001 och hela 2002. Dessa mätvärden ligger ca 10 ggr lägre än redovisad schablonhalt. Eftersom det lämpar sig bättre att använda värden från långa provtagningsserier för beräkning av kadmiumbelastningen från dagvatten har vi ändå valt att använda schablonvärden från Malmqvist m.fl. (1994). För beräkningarna har tätorternas och de större

vägarnas yta inom Höjeåns avrinningsområde uppskattats utifrån Lantmäteriets Gröna karta. Dagvattnets tillskott av kadmium till Höjeå beräknades till mellan 4.7– 47 kg kadmium per år (figur 3 och bilaga 3).

Förutom hårdgjorda ytor i tätorterna och vägarna i avrinningsområdet bidrar Sturups flygplats med dagvatten från delar av flygplatsens verksamhetsområde. Flygplatsens norra start- och landningsbana avvattnas till ett dike som mynnar nedströms Björkesåkrasjön. Dagvattnet från dessa förhållandevis stora ytor kan bidra med ett betydande tillskott av kadmium till ån. Kadmium används fortfarande för ytbehandling av vissa detaljer vid flygplanstillverkning vilket kan leda till en diffus emission av kadmium från slitage vid t.ex. tvätt och underhåll av flygplanen. Vid Saabs verksamhet inom Råberga – Tannefors i Linköping är problem med förhöjda halter av kadmium i dagvatten välkända (Algotsson 2002, Saab Miljörapport 2001). Inom Höjeåns recipientkontroll finns en provtagningspunkt nedströms Sturups avvattningspunkt men man mäter inte kadmium vid denna provpunkt (Krook 2002).

Osäkerhet i data om dagvatten

Alla beräkningarna om kadmium i dagvatten bygger på uppskattningar, antagande och omräkningar. Redovisade värden skall därför ses som en indikation på storleksordning på flöden och inte som absoluta värden.

TRAFIK

Vägtrafiken ses som en betydande lokal spridningskälla av många metaller till miljön. Kadmiumemissionen från fordon kan ske från ett flertal användningsområden, t.ex. bränsle, däck, bromsar, vägslitage (tabell 7). I Stockholm var det uppskattade utsläppet av kadmium från de olika trafikrelaterade källorna ca 7 kg per år (Bergbäck 1998). Lägger man till biltvättar blir kadmiumbelastningen från trafiksektorn mer än fördubblad. I Stockholm beräknades biltvättar bidra med 11 kg kadmium per år till avloppsnätet (Bergbäck m.fl. 2001). I en studie av Sörme och Lagerkvist (2002) har man studerat hur de olika användningsområdena bidrar till den totala emissionen från trafiksektorn. Tre spridningsvägar för metaller från fordon definieras:

1. deposition av metaller till vägbanan med efterföljande utsköljning med dagvatten till avloppsnätet
2. deposition till vägarnas omedelbara omgivning, jord eller vatten
3. spridning via atmosfären från vägen.

Emission av metaller från trafiksektorn domineras av partikelspridning. Olika faktorer såsom partikelstorlek, partiklarnas fysiska och kemiska egenskaper, vindhastighet och vindriktning samt nederbörd, styr ödet för föroreningarna från trafiksektorn. I denna studie är kadmiummängden i dagvatten från trafiken inte separerad från övrigt dagvatten, utan ingår i kapitlet om dagvatten.

Sternbecke m.fl. (2001) har studerat spridning av tungmetaller via luften, däribland kadmium, i två hårt trafikerade tunnlar. Emissionerna är bestämda under verkliga körförhållanden och representerar ett stort antal fordon. För de olika metallerna presenteras emissionsfaktorer. För Höjeåns avrinningsområde har vi gjort beräkningar baserade på emissionsfaktorer från ovan nämnda studie. Trafikarbetet för kommunerna Lund, Lomma och Staffanstorps har erhållits från vägverkets databas (Elg 2002). På grund av svårighet att extrahera ut vilka vägavsnitt

som ligger inom avrinningsområdet har beräkningarna av kadmiumtillskottet via vägtrafik beräknats utifrån hela kommunernas vägnät. Tillskottet till luften från trafiken beräknas vara 0.17 kg/år (bilaga 3). Kadmiumemission från biltvättar redovisas i avsnittet om avloppsvatten.

Tabell 7: Vanliga utsläppskällor av kadmium i Stockholmstrafiken samt beräknade utsläpp (kg/år) (Bergbäck 1998).

Utsläppskällor	Beräknade utsläpp
däck	<3
däckdubb	0
bromsbelägg	<1
bränsle	5
vägbanor	2
korrosion/avrinning	?
totalt	7

Osäkerhet i data om trafik

Trafikarbetet som ligger till grund för beräkningarna för avrinningsområdet är baserat på data som gäller hela kommunerna Lund, Staffanstorps och Lomma, vilket innebär att beräkningarna är något överdimensionerade. Metallemissioner kan variera med körmonster. Körmonstret i tunnlarna (Sternbecke m.fl. 2001) är troligen mer likt körning i urban miljö och tätorter än exempelvis landsvägskörning, vilket inte är helt representativt för avrinningsområdet. De uppmätta emissionerna är ofta betydligt lägre än de beräknade värdena. Mer detaljer om osäkerheten i emissionsfaktorerna finns redovisat i Sternbecke m.fl. (2001).

KADMIUM I JORDBRUKSMARKEN

Förändringar av odlingsmetoder har under de senaste decennierna bidragit till en ökad rörlighet och biotillgänglighet av kadmium i jordbruksmarken. Bland annat har en uppdelning av djurskötsel och växtproduktion skett på gårds- såväl som på regions- och nationsnivå. Dessutom har vall- och stallgödselanvändning minskat i vissa produktionsområden. Dessa förändringar kan bland annat leda till en reduktion av mullhalten i jordarna, vilket tenderar att mobilisera kadmium (Hellstrand och Landner 1998).

Att kadmium är en så kritisk tungmetall i jordbrukssammanhang beror på att den, till skillnad från andra tungmetaller, lätt tas upp i grödor. På så sätt bidrar jordbruksprodukter till människors intag av kadmium (Eriksson m.fl.1997, Norrby 1997).

Kadmiumkällor i jordbruket

Eftersom kadmium förekommer naturligt i jordskorpan så bestämmer berggrunden i hög utsträckning innehållet av kadmium i åkerjorden. Modermaterial, som generellt fungerar som kadmiumkällor är kambrisk berggrund, alunskiffer, fosforit samt sandsten (Kornfält m.fl. 1996, Hellstrand och Landner 1998).

En annan orsak till höga halter av kadmium i jordbruksmark är användningen av fosforgödselmedel. Mängden kadmium i fosforgödselmedel varierar beroende på mängden kadmium i de använda råfosfaten (Hedlund m.fl. 1997). Mineralgödsel med kadmiumhalter över 100 g kadmium/ton fosfor får inte saluföras (SFS 1998:944). Vid halter över 5 g/ton

fosfor betalas en avgift på 30 kronor/gram kadmium (SFS 1984:409). I de nya regionala miljömålen för Skåne föreslås att handeln och lantbruket endast bör sälja och använda kadmiumfattiga gödselmedel med högst 5 g kadmium/ton fosfor (Länsstyrelsen i Skåne 2002).

Även i stallgödsel och skörderester finns det kadmium. Detta kadmium har i stort sett tagits upp från den svenska åkermarken, då det mesta av vårt djurfoder är inhemskt. En del djurfoder är dock importerat, främst i form av sojaprotein, vilket leder till ett litet tillskott av kadmium till åkermarken. Den totala tillförseln av kadmium via stallgödsel, och indirekt djurfoder, till Skånes jordbruksmarker har beräknats till 85 kg kadmium (Törner 2003). Detta motsvarar ca 0.08 g/ha till den skånska åkerarealen.

Det slam som i reningsverken avskiljs från avloppsvattnet innehåller stora mängder näringsämnen. Näringsämnen som till stor del härrör från hushållens livsmedelskonsumtion, och därmed också från jordbruket. Förutom näringsämnen, innehåller avloppsvattnet föroreningar både från hushåll och från andra källor. Detta gör att, trots sitt näringsinnehåll, lämpar sig slammet inte alltid som gödselmedel på åkermark (Andersson, 1992). Mängden tillfört kadmium per kg fosfor vid en viss fosforgiva är i regel 3 - 4 ggr högre vid slamgödsling än vid stallgödsling (Sveder 2002). Gränsvärden har därför införts för hur höga metallhalter slammet får innehålla för att kunna användas på åkermark. För kadmium är gränsvärdet 2 mg/kg TS. Ett annat gränsvärde som inte får överskridas gäller åkermarkens innehåll av kadmium, och är 0.4 mg/kg TS (Hedlund m.fl. 1997). 1998 spreds ungefär 25% av Sveriges slam på åkermark, 9% på annan mark medan återstoden deponerades på avfallsupplag (Naturvårdsverket 2002). Sedan hösten 1999, efter larmrapporter om föroreningar i slam, rekommenderar Lantbrukarnas Riksförbund sina medlemmar att inte använda slam från reningsverk. Samma budskap kommer från flera livsmedelsindustrier, i syfte att vårda sina varumärken. För mer information om slamdebatten se Naturvårdsverket (2002).

Försurande gödselmedel, försurande nedfall samt utlakning av basiska katjoner gör att buffertkapaciteten i jordbruksmarken måste upprätthållas med hjälp av externt kalk. Tillskottet av kadmium till jordbruksmark via kalk är skattad till 0.02 g/ha och år (Hellstrand och Landner 1998). I utpräglade sockerbetsdistrikt, som Skåne, används även sockerbrukskalk som jordförbättringsmedel. Då kan tillförsel av kadmium via kalk vara betydligt högre och uppgå till sammanlagt ca 0.15 g/ha (Törner 2003). Sockerbrukskalk är en avfallsprodukt från sockerbruken, där kalk används för rening av sockersaften från bl.a. kvävehaltiga föreningar. Denna kalk kan dock ses som en återförsel av kadmium som bortfördes vid skörd av sockerbetorna (Hellstrand och Landner, 1998).

Atmosfärsdepositionen av kadmium utgör förstås en betydande del i kadmiumbalansen för jordbruksmarker, se kapitel om atmosfärsdeposition om emissioner till luft och vatten

Halter i marken

Olika faktorer påverkar halten växttillgängligt kadmium i marken (se Backe m.fl. 2003). Några av de viktigaste är: totalhalten av kadmium i marken, halten konkurrerande katjoner (t.ex. kalcium och zink), halten organiskt material, förekomsten av järn-, aluminium- och manganoxider, lerhalten samt pH (Hedlund m.fl. 1997). Vid pH-värden som är normala för jordbruksmark, kvarhålls uppskattningsvis 70% tillförd kadmium i marken (Andersson 1992). Även jordens kornstorleksfördelning påverkar markens förmåga att binda kadmium. Lerjordar

binder kadmium mer effektivt än sandjordar, och därmed minskar växttillgängligheten. Organiskt material, liksom järn-, aluminium- och manganoxider har en stor kapacitet att binda kadmium och göra det mindre tillgängligt för växterna. Konkurrerande katjoner, t.ex. zink har liknande egenskaper som kadmium, vilket leder till att de kan konkurrera med varandra om växternas upptag. Höga zinkhalter kan därför leda till minskat upptag av kadmium i grödan (Hedlund m.fl. 1997). Förhöjda halter av kadmium i mark och vatten förekommer mest i södra och mellersta Sverige. Speciellt utsatta är områden i sydvästra Sverige som tillförs kadmium via luften från resten av Europa, samt områden nära punktkällor och storstäder (Hedlund m.fl. 1997). Det svenska medelvärdet för kadmium i matjord är 0.23 mg/kg, vilket kan jämföras med intervallet 0.27 - 0.37 mg/kg som större delen av Höjeåns avrinningsområde ligger inom (Eriksson m.fl. 1997).

Upptag via grödor

Om åkermarken innehåller höga halter av kadmium finns det risk att också grödorna innehåller högre halter än normalt. Men som nämnts ovan, är det inte enbart halten i sig som påverkar växttillgängligheten, utan även många andra faktorer. Hur stor andel av grödans kadmiuminnehåll som kan förklaras av olika markfaktorer varierar mellan olika grödor. Alla grödor tar inte upp kadmium i samma utsträckning. Utöver skillnader mellan olika arter, har man också konstaterat att olika sorter av samma art kan ha olika upptag. I genomsnitt är kadmiumhalten i höstvet och vårvete (kärna) 0.055 respektive 0.075 mg/kg, men värdena varierar stort (Hedlund m.fl. 1997). Det europeiska gränsvärdet för spannmål är 0.1 mg/kg (EG 466/2001).

Läckage

Bortförande via grödorna är den väg som dominerar läckaget av kadmium från åkermark (Andersson 1992). Men även utlakning av kadmium från marken sker. I Sverige är generellt den årliga nederbörden större än avdunstningen, vilket leder till utlakning av baskatjoner från matjorden. Detta reducerar buffertkapaciteten och sänker efterhand markvätskans pH. Vid lägre pH ökar lösligheten för kadmium och även risken för utlakning (Hellstrand och Landner 1998). Utlakningsförlusterna beror också på markens förmåga att binda kadmium, se ovan.

Kadmiumbalans för Höjeåns avrinningsområde

Höjeåns nedre delar domineras av åkermark och i området kring sjöarna i de övre delarna finns skog. Hur arealen fördelar sig inom området redovisas i figur 2. För att bestämma kadmiumflödet inom avrinningsområdets jordbruksareal har tillförseln av kadmium via gödselmedel, slam, kalk och atmosfäriskt nedfall samt bortförseln via upptag av grödor och utlakning från marken kvantifierats.

Tillförsel

Hur stor mängd kadmium som tillförs jordbruksmark via fosforgödselmedel beror dels på mängden fosforgödselmedel som sprids, dels på dess kadmiuminnehåll. En rimlig fosforgiva i detta område är 13 kg per ha och år, och under 1996 - 2000 var genomsnittshalten 15 g kadmium/ton fosforgödselmedel (Sveriges officiella statistik 2002). Detta ger en tillförsel på 0.2 g per ha och år. En korrekt siffra för dagsläget kan till och med vara lägre då det, sedan den 1 juli 1998, saluförs gödselmedel med en maxhalt på 5 g kadmium/ton fosforgödselmedel (Hydro Agri 1998).

Slamspridning på åkermark i Sverige är begränsad till att endast vara tillåten på åkermark som har ett innehåll av kadmium som är lägre än 0.4 mg kadmium/kg jord (TS). Slam från de kommunala reningsverken i Lunds kommun har till allra största delen spridits på jordbruksmark. Under senare år, efter larm om höga föroreningshalter i avloppsrenings slam, har dock spridningen begränsats. Under 1999 spreds ca 90% av slammet från Källby reningsverk på jordbruksmark. År 2000 uppgick slamspridning på jordbruksmark till 5% (Nitare 2002). Via uppgifter från Lunds tekniska förvaltning uppskattas övervägande del av slamspridningen från Källbyverket ske inom Höjeåns avrinningsområde. I Staffanstorps kommun sprids allt avloppsslam på åkermark utanför avrinningsområdet (Kristiansson 2002) och från Lomma kommun finns inga uppgifter om slamhantering. Utifrån de uppgifter som rapporterats beräknas kadmiumtillskottet till avrinningsområdet via slamspridning till ca 0.11 g kadmium/ha odlad mark och år (bilaga 3).

Vid spridning av kalk på åkermarken tillförs mindre mängder kadmium. Sprids 130 kg CaCO_3 /ha och år, vilket är vanligt i Skåne, med ett innehåll av 0.15 mg kadmium/kg, tillförs 0.02 g/ha och år (Andersson 1992). En ytterligare tillförsel sker via sockerbrukskalk, med 0.13 g kadmium/ha och år (Törner 2003). Detta ger en total tillförsel av 0.15 g kadmium/ha och år via kalkning.

Atmosfärsdepositionen av kadmium till avrinningsområdet har uppskattats till 0.54 g kadmium/ha och år (se kapitel om atmosfärsdeposition). För hela avrinningsområdet motsvarar det ca 17 kg kadmium varav till åkermarker (58%) ca 10 kg.

Bortförsel

För att räkna fram den mängd kadmium som förs bort med grödorna är det viktigt att veta vad som odlas inom området samt hur stora skördar som bärgas. Ingen statistik har hittats som specifikt gäller Höjeåns avrinningsområde. Beräkningarna, vad gäller utnyttjandet av jordbruksmarken, har baserats på medelvärden beräknade från statistik över de tre kommunerna Lomma, Lund och Staffanstorp (Statistiska centralbyrån 2002). Skördestorlek av de olika grödorna har hämtats från Hushållningssällskapets produktionsgrenskalkyler för växtodling i Skåne, Halland och Blekinge (2001). Den mängd kadmium som de enskilda grödorna tar upp är ett medelvärde uträknat över Sverige (Andersson 1992, Hellstrand och Landner 1998, SLU 2001). Arealfördelning för olika grödor visas i tabell 8, dessutom redovisas skördemängder, kadmiuminnehåll och slutligen bortförsel av kadmium via de olika grödorna i samma tabell.

För att få fram ett medelvärde på bortförsel via grödor, har de enskilda halterna summerats och dividerats med antalet grödor. Den beräknade medelhalten för Höjeåns avrinningsområde blev 0.45 g kadmium/ha. Bortförseln av kadmium via vall har bortsetts ifrån, då denna används som djurfoder och därför borde återföras till åkermarken med stallgödsel. Halter för energiskog saknas, vilka eventuellt skulle kunna påverka den beräknade medelhalten. Arealen för vall och energiskog (1596 ha) har räknats bort i balansberäkningarna.

Hur mycket kadmium som utlakas från jordbruksmarken årligen är svårt att uppskatta. Ett generellt värde som nämnts, är 0.06 g/ha och år (Andersson 1992) och gäller hela Sverige. Halten kan möjligtvis vara lägre, då höga pH-värden, 6.7 - 7.3 (Eriksson m.fl. 1997) samt jordarten, lerig morän (Sveriges Geologiska Undersökningar 2002) indikerar att kadmium binds till marken. Beräknad halt kan också vara underskattad då humushalten är låg i området,

< 6% (Eriksson m.fl. 1997), vilket gynnar lösligheten av kadmium i marken och därmed utlakningen.

Tabell 8: Fördelning av jordbruksmarken i Höjeå avrinningsområde i procent, hektar, skördestorlek samt innehåll och bortförel av kadmium i olika grödor (Hedlund 1997, SLU. 2001).

Gröda	Fördelning (ha)	Fördelning (%)	Skörd (kg/ha)	Kadmium-innehåll (mg/kg)	Kadmium-bortförel (g/ha)
Höstvete	4937	27	7800	0.053	0.41
Vårvete	872	5.0	6700	0.069	0.46
Råg	687	4.0	7500	0.014	0.32
Höstkorn	278	2.0	7000	0.016	0.17
Vårkorn	3545	19	6600	0.016	0.16
Havre	204	1.0	6700	0.042	0.28
Rågvete	19	0.1	7800	0.046	0.36
Konservärt	835	4.0	6300	0.030	0.19
Vall	1503	8.0	10000	0.060	0.60
Potatis	223	1.0	48000	0.011	2.54
Socketbetor	2932	16	59000	0.040	2.36
Höstraps	612	3.0	3200	0.082	0.26
Vårraps	19	0.1	2500	0.082	0.20
Energiskog	93	0.5	?	*	
Träda	1244	7.0			
Övrigt	557	3.0			
				Medel:	0.45

* Kadmiumhalten i energiskog varierar stort, men är i storleksordningen 20 gånger större än i vete (Hedlund m.fl. 1997)

I tabell 9 nedan sammanfattas beräknade halter av kadmium som har tillförts till respektive bortförts från avrinningsområdet kring Höjeå (se också figur 3). Resultatet av undersökningen visar att tillförelsen av kadmium överstiger bortförelsen med 0.50 g/ha och år vilket motsvarar ca 8 kg kadmium per år i Höjeåns avrinningsområde. Om man bortser från tillförelsen via atmosfäriskt nedfall och bortförelsen via läckage, flöden som lantbrukssektorn inte själv kan påverka, så blir kadmiumbalansen i stort sett ± 0 .

Tabell 9: Kadmiumbalans för kadmium i Höjeåns avrinningsområde, g/ha och år samt kg/år.

		Kadmiumhalt, (g/ha och år)	Kadmium, (kg)
Tillförelse	gödselmedel	0.20	3.4
	slam *	0.12	1.9
	kalkning	0.15	2.5
	atmosfäriskt nedfall	0.54	9.2
	summa	1.01	17
Bortförelse	grödor	0.45	7.6
	utlakning	0.06	1.0
	summa	0.51	8.6
Tillförelse - Bortförelse		0.50	8.4

* Slam från Källby reningsverk som läggs på åkermark inom avrinningsområdet.

För att balans skall nås mellan tillförsel och bortförsel krävs en minskning av såväl det atmosfäriska nedfallet som kadmium i fosforgödselmedel. Att tillföra marken nuvarande mängd kadmium är inte långsiktigt hållbart. Även om kadmiumhalterna i dagens åkermark inte är alarmerande höga måste grunden för människors intag av kadmium via föda vara att det hålls på en så låg nivå som möjligt. Det är därför viktigt att ansträngningar görs för att sänka kadmiuminnehållet både i det atmosfäriska nedfallet och i övriga kadmiumkällor (Naturvårdsverket 1993). För att man i Skåne ska nå det regionala målet, att nettotillförseln av kadmium inte ska ske, måste en rad åtgärder göras. Främst måste övervakningen av kadmium förbättras, kunskapen om kadmium i Skåne måste öka, liksom förstärkt information till lantbrukare och konsumenter. För att minska det atmosfäriska nedfallet som har sitt ursprung utanför landets gränser, måste det även ske påtryckningar internationellt (Länsstyrelsen i Skåne 2002).

Osäkerhet i data om jordbruk

Upptag av kadmium i grödor varierar beroende på växtplats och markförhållanden. Kadmiumhalter i grödor som redovisas ovan skall därför ses som ungefärliga mått. Kadmiumhalt i grödor har dock analyserats i upprepade försök i många olika studier och kvaliteten på värdena bör därför anses som god. Kadmiumhalt i gödselmedel kan variera och som nämnts tidigare finns det tillgång till gödselmedel med lägre halt kadmium än vad beräkningarna avser. Även kadmiumhalt i kalk varierar beroende på var kalken kommer ifrån. Skördemängder och arealfördelning är uppskattade siffror och bör ses i relation till varandra och inte som individuellt absolut säkra uppgifter. Oavsett om resultaten stämmer väl överens med verkligheten eller ej finns det andra utredningar som visar samma trend, dvs. tillförd mängd kadmium överstiger den bortförda, se tabell 10.

Tabell 10: Olika utredningar från Skåne och resultat av kadmiumbalanser, g kadmium/ha och år.

Utredningar	Tillförsel-bortförsel
Hedlund et al. (1997)	0.51
Andersson (1992)	1.27
Hellstrand och Landner (1998)	0.55
Törner (2003, manuskript)	0.50

KAN MAN PÅVERKA KADMIUMFLÖDET?

I flödesschemat i figur 3 har alla värden för de kadmiumflöden som har varit möjliga att kvantifiera sammankopplats. Bilden är komplex och de viktigaste förråden och flödena kommenteras nedan samtidigt som möjligheten att påverka flödena diskuteras. I tabell 11 sammanställs exempel på möjligheter att påverka minskningen av kadmium inom olika flödeskategorier, på lokal/regional, nationell och internationell nivå.

Atmosfärsdepositionen av kadmium är fortfarande betydande trots en minskande trend sedan början 80-talet (Hellstrand och Landner 1998). Eftersom större delen av kadmiumdepositionen härstammar från källor utanför landet behövs ett kraftfullt internationellt samarbete för att ytterligare minska detta flöde till avrinningsområdet. Många internationella aktörer arbetar för att minska emissionerna av kadmium i miljön. En rad olika EU-direktiv reglerar användning och utsläpp av kadmium och HELCOM (Helsingfors kommissionen) arbetar för att minska belastningen av bl.a. kadmium till Östersjön (Helsinki Commission 2002). En rad Europeiska länder har liksom Sverige begränsat användningen av

kadmium inom vissa användningsområden. Avrinningsområdets bidrag av kadmium till atmosfären är troligen litet och möjligheten för lokala myndigheter eller andra aktörer att påverka är begränsad.

Lokalt ger trafiken det största bidraget av kadmium till luften. I Höjeåns avrinningsområde utgör emission till luften från trafiken trots detta endast ca 1% av atmosfärsdepositionen, figur 3. Möjligheten att på lokal nivå påverka trafikens emissioner av kadmium till luften är liten (tabell 11). På nationell nivå kan man möjligen påverka genom att skärpa lagstiftningen om kadmium i produkter som används inom bilindustrin.

Det har inte gått att kvantifiera hur stort bidraget från trafiksektorn är till Höjeå. Eventuella bidrag av kadmium från trafiken till recipienten kan minskas genom att reducera direkta dagvattenutsläpp till ån.

I Sverige har vi sedan början av 1980-talet begränsat användningen av kadmium i olika produkter. Men även om kadmiumanvändningen varit begränsad i mer än 20 år finns det kvar stora mängder i produkter som fortfarande används på grund av deras långa hållbarhet. Via vissa importerade produkter pågår fortfarande ett inflöde av kadmium. I Höjeåns avrinningsområde är kadmium som är ackumulerade i produkter ett av de större förråden. Det framgår också i flödesschemat (figur 3) att förrådet minskar eftersom utflödet via avfallshanteringen är större än inflödet via produkter. Den största delen av kadmium i produkter härstammar från NiCd-batterier. Emissionsrisken från batterierna är liten, framförallt om återvinningen är stor. Lokalt är förmågan att påverka kadmiumflödet via produkter liten (tabell 11). Det som kan göras lokalt är framförallt att informera allmänheten om att inte konsumera produkter som innehåller kadmium.

Flödet av kadmium från energiproduktion i avrinningsområdet är dåligt utrett. Inflödet av kadmium via bränsleförbrukning beror på vilken typ av bränsle som används. Returnmaterial och salix är exempel på bränsleslag som kan innehålla höga kadmiumhalter (tabell 3). Genom att välja bränsle med så låg kadmiumhalt som möjligt kan man lokalt sänka belastningen av kadmium från energisektorn.

Avfallsupplag utgör ett annat förråd där det finns stora mängder kadmium ackumulerat. Produkter och varor förbrukas med tiden och hamnar då i avfallshanteringen. En del går till förbränning, en del till återanvändning medan en del deponeras. I avrinningsområdet finns inga aktiva deponier men likväl en rad nedlagda avfallsupplag som hyser stora mängder kadmium. Uppskattningen av förrådet är mycket osäkert på grund av brist på data och intervallet som anges i flödesschemat, figur 3, spänner över minst en tiopotens. Trots att spridningsrisken är liten och förråden troligen kommer att finnas kvar under mycket lång tid, så är det viktigt att de kommunala och regionala myndigheterna har kontroll över emissionspotentialen från dessa stora kadmiumförråd (tabell 11). Inom avrinningsområdet finns också en rad förorenade markområden som inte har beaktats inom detta projekt. Utöver det kommunala och regionala ansvaret att ha kontroll på emissionsriskerna från avfallsupplag och förorenad mark så är det angeläget att se till att mark med kadmiumföroreningar inte bebyggs eller används för ändamål som kan leda till att människor exponeras för förhöjda halter av kadmium.

Tabell 11: Exempel på möjligheter att påverka kadmiumflödet inom olika flödeskategorier.

Flödeskategori	Möjlighet att påverka		
	Lokalt/regionalt	Nationellt	Internationellt
Atmosfärsdeposition	Liten	Fortsatta regleringar	Internationella överenskommelser och begränsningar
Emissioner till luft	Om punktkällor finns	Trafikpolitik	Internationella överenskommelser och begränsningar
Energiförsörjning	Använda "rena" bränsleslag och ha effektiv rening	Politiska beslut som påverkar energiproduktionen	
Förråd i produkter	Information	Vidare restriktioner för användning och import	Internationella avtal om restriktioner för användning i produkter
Avfall	Kontroll och information	Politiska beslut om avfallshantering	
Avlopp	Kontroll och information Bygga ut duplikat ledningsnät till 100%	Fastställande av gränsvärden i slam och utsläpp till recipienten	
Trafik	Liten	Höja kraven för begränsning av kadmium i produkter och bränsle	
Jordbruk	Information till lantbrukarna om att använda gödselmedel med låg kadmiumhalt Restriktioner och kontroll för slamspridning	Skärpa gränsvärden för kadmium i handelsgödsel och i slam som sprids på åkermark	Internationellt arbete för att minska atmosfärsdepositionen av kadmium
Dagvatten	Ökad kontroll, rening, minska inläckande vatten till dagvattenledningarna	Skärpa reglerna och införa gränsvärden	

Så länge kadmium kommer att ingå i eller finnas som förorening i produkter kommer kadmiumhalten i avfall att förbli stor. Det syns inte någon generellt nedåtgående trend för kadmiumhalten i avfall på samma sätt som man har kunnat se i avloppsslam. Skillnaden beror sannolikt på att källorna för kadmium till avloppsslam är både punktvisa och diffusa, medan källorna för avfall i högre grad är diffusa. Minskningen av kadmium i avloppsslam beror till största del på att man kunnat begränsa punktutsläppen.

Kadmiumflöden via avloppsreningsverken kan bäst begränsas genom att kartlägga och kontrollera varifrån de största flödena kommer. Via information och kontrollprogram kan avloppsreningsverken ställa krav på utsläpp och rening för eventuella punktkällor (tabell 11). Att påverka de diffusa utsläppen är betydligt svårare.

Spridning av slam på åkermark har debatterats livligt på senare tid. Slammet i sig utgör ett utmärkt jordförbättringsmedel men då måste det vara så gott som fritt från metaller och andra föroreningar. Kadmiumtillskottet i åkermark ökar markant om slam med höga kadmiumkoncentrationer används.

I Højeåns avrinningsområde är tillskottet av kadmium till jordbruksmarkerna begränsat och tillskottet av kadmium via slam, handelsgödsel och kalk balanseras av bortförslin via grödor (figur 3 och tabell 10). Det atmosfäriska nedfallet tillkommer dock och bidrar till att kadmiumhalten i jordbruksmarkerna kontinuerligt ökar.

Osäkerheten är stor vad gäller kadmiumflödet via dagvatten (figur 3). Det kan dock konstateras att dataunderlaget för kontroll av kadmium i dagvatten är litet. Det behövs noggranna kartläggningar av källor och flöden av kadmium via dagvatten (tabell 11). Enligt beräkningarna ger dagvattnet det största bidraget av kadmium till Højeå (figur 3).

Slutligen, det regionala miljömålet om att det inte ska ske någon nettotillförsel av kadmium till den Skånska jordbruksmarken utöver atmosfärsnedfallet har via flödesanalysen visats vara uppnått i Højeåns avrinningsområde. Förhoppningsvis kan denna flödesanalys vara ett viktigt underlag för Skånes kadmiumråds fortsatta arbete.

TACK

Författarna vill tacka alla som svarat på en oändlig massa frågor om kadmium. Särskilt vill vi tacka Annica Lindqvist, Linköping universitet, som låtit oss ta del av så mycket kunskap om substansflödesanalys, och som så gästvänligt tog emot oss på studiebesök i Linköping en dag i oktober. Bo Bergbäck på Kalmar högskola har bidragit med uppgifter och givit värdefulla kommentarer på manuskriptet. Vi vill också tacka alla som varit med i arbetsgruppen och tagit fram dataunderlag och svarat på frågor, se bilaga 1. Johan Krook på Ekologgruppen har också svarat på en mängd frågor liksom Aina Bryman och hennes kolleger på SYSAV AB, Mattias Örtenvik på Sydkraft AB, John Sternbecke på IVL, Amanda Rosen på KEMI, Amanda Högelin på Statistiska centralbyrån, Peter Flyhammar Tekniska Högskolan i Lund, Sofia Elg och kollegerna på Vägverket i Kristianstad, Annika Svensson på IVL, K. Algotsson på SAAB AB, Torleif Bramryd på Lunds universitet, Ingemar Dellien på Lunds kommun, Stig Nilsson på Lunds Energi och A. Engström på Saft AB i Oskarshamn. Sist men inte minst vill vi tacka våra kollegor på Ekologihuset och på Länsstyrelsen som vi överöst med frågor om råd och data.

REFERENSER

- Andersson, A. 1992. Trace elements in agricultural soils - fluxes, balances and background values. Naturvårdsverket, Rapport 4077.
- Andersson, A. 2002. Nya vägar prövas för slamanvändning. På landet, Tidningen om djur, natur, miljö och lantbruk. Nummer 3.
- Andersson, I. 1995. Tillförsel av metaller till Ryaverket 1994. Gryab, rapport 1995:2, Göteborg.
- Andersson, M. och Lax, K. 2000. Geologiska kartan, markgeokemi, Metaller i morän, delar av Västerbotten, Västergötland, Halland och Skåne. Sveriges Geologiska Undersökning, SGU Gk 2.
- Aulin, C. and Neretnieks, I. 1996. En materialbalans i en industriavfallsdeponi. Report KAT 96/10. KTH Stockholm.
- Baccini, P., Henseler, G., Figi, R. and Belevi, H. 1987. Water and element balances of municipal solid waste landfills. *Waste Management & Research*, 5:483-499.
- Backe, C., Björn, H., Holmqvist, J. och Andreasson, F. 2003. Kadmiumsituationen i Skåne, delrapport 1: Exempel på kadmiumkällor och halter i den skånska miljön. Skåne i utveckling 2003:46. Länsstyrelsen i Skåne län.
- Bengtsson, B. 1998. Höjeå Recipientkontroll 1997, Ekologgruppen, Landskrona.
- Bengtsson, B. 1999. Höjeå Recipientkontroll 1998, Ekologgruppen, Landskrona.
- Bengtsson, B. 2000. Höjeå Recipientkontroll 1999, Ekologgruppen, Landskrona.
- Bengtsson, B. 2001. Höjeå Recipientkontroll 2000, Ekologgruppen, Landskrona.
- Bergbäck, B. (red.) 1998. Metaller i Stockholm, kunskapssammanställningar av metallflöden via olika verksamheter i Stockholm. Naturvårdsverket, Rapport 4952.
- Bergbäck, B., Johansson, K. and Mohlander, U. 2001. Urban metal flows – a case study of Stockholm. *Water, Air and Soil Pollution, Focus* 1:3–24.
- Berglund, M., Åkesson, A., Nermell, B. and Vater, M. 1994. Intestinal absorption of dietary cadmium in women depends on body iron stores and fiber intake. *Environmental Health Perspectives*, 102:1058-1066
- Berndtsson, R. och Erlström, M. 1989. Upplagring och uttransport av föroreningar från en sydsvensk recipient – en undersökning av Höjeå. *Vatten*, 45:278-286.
- Christensen, T.H. and Kjeldsen, P. 1989. Basic biochemical processes in landfills. P.29-49. In: Christensen, T. et al. (ed.) *Sanitary landfilling: Process, technology and environmental impact*. Academic Press, London.
- Danius, L. 2002. Data uncertainties in material flow analysis, local case study and literature survey. Licentiate thesis, KTH, Stockholm.
- Drav 1983. Driftstudie Avfallsbehandling. Teknik, ekonomi och miljö vid avfallsbehandling. Slutrapport från Drav-projektet. Naturvårdsverket rapport 3032. Svenska renhållningsverksföreningen, publikation 85:10.
- EG 466/2001. Om fastställande av högsta tillåtna halt för vissa främmande ämnen i livsmedel, Kommissionens förordning. *Europeiska gemenskapernas officiella tidning*.
- Eriksson, E. 1991. Flödesanalys av metaller. *Kemikalieinspektionen* 8/91.
- Eriksson, J., Andersson, A. och Andersson, R. 1997. Tillståndet i svensk åkermark. Naturvårdsverket, Rapport 4778.
- Flyhammar, P. 1995. Analysis of the cadmium flux in Sweden with special emphasis on landfill leachate. *The Journal of Environmental Quality*, 24:612-621.
- Flyhammar, P. 1998. Kartläggning, Tungmetaller i kommunala avfallsupplag. AFR-report 231.
- Förstner, U. och Salomons, W. 1991. Mobilization of metals from sediments. In: Merian, E. (ed.) *Metals and their compounds in the environment. Occurrence, analysis and biological relevance*. VCH, Weinheim.

- Greger, M. och Landberg, T. 1996. Analys av kadmiumhalten i Salix relaterat till kadmiumhalten i jorden. Studier av olika Salixkloners förmåga att ta upp kadmium. Vattenfall utveckling AB, rapport 1995/9.
- Hallgren Larsson, E. 2001. Övervakning av luftföroreningar i Skåne, Försurande ämnen och tungmetaller, resultat till och med september 2000. IVL, Rapport B 1404.
- Hedbrant, J. and Sörme, L. 2001. Data vagueness and uncertainties in urban heavy-metal data collection. *Water, air and soil pollution, Focus* 1:43-53.
- Hedlund, B., Eriksson, J., Petersson-Grawé, K. och Öborn, I. 1997. Kadmium – tillstånd och trender. Naturvårdsverket, Rapport 4759.
- Hellstrand, S. och Landner, L. 1998. Cadmium in fertilizers, soil, crops and foods – the Swedish situation. In *Cadmium exposure in the Swedish environment*. KEMI, report no. 1.
- Helsinki Commission 2002. Implementing the HELCOM objective with regard to Hazardous Substances. Guidance dokument on cadmium and its compounds. Presented by Denmark in June 2002.
- Hewitt, C. N. and Rashed, M. B. 1990. An integrated budget for selected pollutants for a major rural highway. *The Science of the Total Environment*, 93:375-384.
- Houmann, H. 1998. Vägvattnets relativa belastning på Alnarpsån – en fallstudie. Examensarbete, Miljö- och hälsoskyddsprogrammet, Umeå universitet.
- Hushållningssällskapet 2001. Hushållningssällskapets produktionsgrenskalkyler för växtodling i Skåne, Halland och Blekinge. Efterkalkyler för 2001
- Hydro Agri 1998. Om vår kadmiumgaranti och om kadmium i svenskt jordbruk. Hydro Agri, Landskrona.
- Hägglund, M., Rydh, C. och Strandberg, B. 1999. Kadmium – spårning och analys. VA-Forsk, Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, Rapport 1999-16.
- IVL 2002. www.ivl.se.
- Jackson, T. and MacGillivray, A. 1995. Accounting for toxic emissions from the global economy: the case of cadmium. Polestar report no 6. Stockholm Environment Institute, Stockholm.
- Kindbom, K., Svensson, A., Sjöberg, K. och Persson, C. 2001. Nationell miljöövervakning av luft- och nederbörds kemi 1997, 1998 och 1999. IVL, Rapport B1420.
- Koivistonen, P. 1980. Mineral element composition of Finish foods. *Acta Agricultural Scandinavica*, supplement 22.
- Kornfält, K-A., Andersson, M., Daniel, E. och Persson, M. 1996. Kadmium i marken i sydöstra Skåne. SGU, Rapporter och meddelanden nr 82.
- Krook, J. och Bengtsson, B. 1997. Höjeå Recipientkontroll 1996, Ekologgruppen, Landskrona.
- Krook, J., Reuterskiöld, D., Torle, C. och Wedding, B. 2000. Höjeå Projektet, slutrapport etapp I och II. Ekologgruppen, Landskrona.
- Levlin, E., Tideström, H., Kapilashrami, S., Stark, K. och Hultman, B. 2001. Slamkvalitet och trender för slamhantering. VA-Forsk, Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, Rapport 2001-05.
- Lindqvist, A. 1999. Flöden och förråd av kadmium i en region: slutrapport i projektet Kadmiumflöden i Östergötland källfördelning av kadmium i avloppsslam. Industriell miljöteknik, 1999:1. Linköping Universitet.
- Lindqvist, A. 2002. Substance flow analysis for environmental management in local authorities – method development and context. Doctoral thesis. Linköping Universitet.
- Lindqvist-Östblom, A. 2001. Flödesanalys som verktyg i kommunalt miljöarbete. Flöden och ackumulerade mängder kadmium i Linköping. Industriell Miljöteknik. Linköpings Universitet.

- Länsstyrelsen i Skåne 2001. Länsprogram för miljöövervakning i Skåne län 2002 – 2006. Skåne i utveckling 2001:49.
- Länsstyrelsen i Skåne 2002. Skånes miljömål och miljöhandlingsprogram. Remiss.
- Malmqvist, P.A., Svensson, G. och Fjellström, C. 1994. Dagvattnets sammansättning. VA-Forsk, Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, Rapport 1994-11
- Miljöförvaltningen i Göteborg 2000. Kadmium i Göteborgs kommun - En studie av flöden och ackumulerade mängder. Rapport 2000:6.
- Naturvårdsverket 1993. Jordbruk och miljö. Rapport 4208.
- Naturvårdsverket 1996. Fordonstvätt, mål och riktvärden. Naturvårdsverkets allmänna råd 1996:1
- Naturvårdsverket. 2002. Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp. Huvudrapport till Bra slam och fosfor i kretslopp. Rapport 5214.
- Nilsson, P., Hasselgren, K. och Pettersson, J. 1991. Lakvattenbehandling -sammanställning och utvärdering av metoder för behandling av lakvatten från avfallsupplag. Rapport, Va no. 62. LTH, Lund.
- Norrköping Miljö och Energi 1999. Emissioner av tungmetaller vid energiproduktion, sammanställt av Mattias Örtenvik. Norrköping Miljö och Energi, Norrköping.
- Norrby, M. 1997. Användning, utsläpp och transport av arsenik, bly, kadmium och kvicksilver i Skåne. Tyréns Infrakonsult AB, Helsingborg.
- Notter, M. (red.) 1993. Metallerna och miljön. Naturvårdsverket, Rapport 4135.
- Parkman, H., Iverfeldt, Å, Borg, H. and Lithner, G. 1998. Cadmium in Sweden – environmental risks. In Cadmium exposure in the Swedish environment. KEMI, report no. 1.
- Reimann, D. 1989. Heavy metals in domestic refuse and their distribution in incinerator residues. Waste management and Research, 7(1): 57-62.
- Ressar, H., Ohlsson, S. Och Ekelund, L. 1987. Geokemisk karta – Tungmetaller i bäckvattenmossa. Sveriges Geologiska Undersökning. Rapporter och meddelanden nr 49.
- Rühling, Å. och Tyler, G. 2001, Changes in atmospheric deposition rates of heavy metals in Sweden. Water, Air and Soil Pollution, Focus 1:311-323.
- Rühling, Å. 2002. Tungmetallnedfallet i Skåne 2000. Skånes luftvårdsförbund, rapport januari 2002.
- Saab AB. 2001. Miljörapport. Saabs verksamhet inom Råberga- Tannefors i Linköping.
- Sigfrid, L., Tamaddon, F. Och Hogland, W. 1992. Kadmium i produkter och avfall. Bedömning av mängder samt åtgärdsförslag. Lunds tekniska högskola, Rapport 3160. Internrapport 92:4.
- SFS 1984:409.
- SLU 2001. Fakta Jordbruk. Nr 7.
- SMHI 1991. Temperatur och nederbörd i Sverige 1961-1990, referensnormaler. Nr 81, 1991.
- SOU 1996. Betänkande av batteriutredningen – Batterier en laddad fråga, Statens offentliga utredningar. 1996:8. Miljödepartementet, Stockholm.
- Statens Energiverk 1986. Energi ur avfall. Rapport 1986:6.
- Statens Naturvårdsverk 1983. Dagvattenhantering. Planering och miljöeffekter. Meddelande 1/1983.
- Statistiska Centralbyrån 1995. Statistik för avrinningsområden 1992. Na 11 SM 9501.
- Statistiska Centralbyrån 2002. www.scb.se.
- Sternbecke, J., Sjödin, Å. och Andréasson, K. 2001. Spridning av metaller från vägtrafik. IVL, Rapport B 1431.
- Sveder, J. 2002. Slam i Skåne län – kvalitet, hantering och debatt. Skåne i utveckling 2002:05. Länsstyrelsen i Skåne län.

- Svenska Renhållningsverksföreningen 1996. Beskrivning av biologiskt avfall. Vägledning vid val av biologisk behandlingsmetod. Rapport 96:8.
- Sveriges Geologiska Undersökningar 2002. www.sgu.se.
- Sveriges officiella statistik, 2002, Jordbruksstatistisk årsbok 2002.
- Sysav AB 2001. Sysavs regionala kretsloppsplan 2001-2005. Sysav AB, Malmö.
- Sörme, L., Bergbäck, B. och Lohm, U. 2001a. Century perspective of heavy metal use in urban areas. *Water, Air and Soil Pollution, Focus 1*:197-211.
- Sörme, L., Bergbäck, B. och Lohm, U. 2001b. Goods in the anthroposphere as a metal emission source. *Water, Air and Soil Pollution, Focus 1*:213-227.
- Sörme, L. and Lagerkvist, R. 2002. Sources of heavy metals in urban wastewater in Stockholm. *The Science of the Total Environment*, 298:131-145.
- Voet van der, E., Kleijn, R., Oers, L., Heijugs, R., Huele, R and Mulder, P. 1995. Widlund 1994. Substance flow through the economy and environment of a region. Part I: system definition. *Environmental Science & Pollution research*, 2:89-96.

Muntlig kommunikation

- Algotsson, K. 2002. Saab AB, Saab Aerospace, Linköping
- Bramryd, T. 2002. Växtekologiska avd, Lunds Universitet
- Bryman, A. 2002. Sysav AB, Malmö
- Dellien, I. 2003. Tekniska förvaltningen, Lunds kommun
- Edner, S. 2003. Sysav AB, Malmö
- Elg, S. 2002. Vägverket, Kristianstad.
- Engström, A. 2003. Saft AB, Oskarshamn
- Flyhammar, P. 2002. Lunds Tekniska Högskola, Lund
- Kristiansson, J. 2002. Tekniska förvaltningen, Staffanstorps kommun
- Krook, J. 2002. Ekologgruppen, Landskrona
- Nilsson, S. 2002. Lunds Energi AB, Lund
- Nitare, M. 2002. Tekniska förvaltningen, Lunds kommun
- Törner, L. 2003. Odling i balans, Vallåkra.
- Örtenvik, M. 2002. Sydkraft AB, Malmö
- Örtenvik, M. 2003. Sydkraft AB, Malmö

Arbetsgruppens sammansättning

Maria Nitare, Lunds kommun, Tekniska förvaltningen

Emilie Björling, Lunds kommun, Park och natur

Jeanette Schlaucher, Lunds kommun, Miljöförvaltningen

Lena Åkesson, Lomma kommun, Miljöförvaltningen

Conny Bäck, Lomma kommun, Borgeby reningsverk

Martin Houmann, Staffanstorps kommun, Miljöförvaltningen

Jhonny Kristiansson, Staffanstorps kommun, Tekniska förvaltningen

Fredrik Andreasson, Länsstyrelsen i Skåne

Carolin Nilsson, Länsstyrelsen i Skåne

Susanne Dahlberg, Länsstyrelsen i Skåne

Lars Törner, Odling i Balans, Vallåkra

Cecilia Backe, Kemisk ekologi och Ekotoxikologi, Lunds universitet

Bilaga 2

Checklista

Flöden och förråd av kadmium i Höjeå avrinningsområde

<u>Kadmium som råvara</u>		
Uppgift	Dataleverantör ?	Kommentar
Översiktlig sammanställning av industriell användning av kadmium i Höjeå avrinningsområde 1940 – 2000.	MF, Lst	Främsta användningsområdena: 1. Stabilisator i plast 2. Pigment 3. Ytbehandling 4. Legering 5. NiCd-batterier
Vilka företag i området hanterade kadmium år 2000? Vilka typer av produkter tillverkas och vart sker den huvudsakliga försäljningen av dessa?	MF, Lst, HÅV	
Uppkommer det några restprodukter/avfall från företagen under punkten ovan? Var och hur omhändertaras i så fall dessa? Finns det analysdata på kadmiuminnehållet i dessa fraktioner?	MF, Lst	
Hur hanteras avloppsvatten från kadmiumhanterande verksamheter? Finns analysdata på kadmium på spill- eller dagvatten från kadmiumhanterande verksamheter?	MF, Lst, TF	

<u>Kadmium i produkter</u>		
Uppgift	Dataleverantör ?	Kommentar
Strukturella data om Höjeå avrinningsområde, antal inv, antal hushåll, osv	HÅV	
Sammanställning av kända kadmiuminnehållande produkter, uppskattning av storleksordningen på dessa källor		
<u>Kadmium i produkter, forts</u>		
Uppgift	Dataleverantör ?	Kommentar
Uppskattning över användningen av öppna NiCd ackumulatorer. Var och hur många?	MF, Lst	

Insamling av små NiCd batterier (slutna NiCd). Hur stora mängder? Var sker upparbetningen?	TF, MF	
--	--------	--

Energiförsörjning (se även avfall)

Uppgift	Datleverantör ?	Kommentar
Historisk översikt över de olika energikällorna inom området	TF, Lst	
Förbrukning av kol- och olja år 2000 – halt kadmium i dessa bränslen?	TF, Lst	
Förbränning av andra typer av bränslen/energikällor ex. RT-flis och gummi (ev analyser av kadmiuminnehåll i dessa bränslen).	TF, Lst	
Var och hur omhändertas den aska som uppkommer i samband med energiförsörjningen? Analyser av kadmiuminnehåll i askan?	TF, Lst	

Avfall

Uppgift	Datleverantör ?	Kommentar
Hur mycket hushållsavfall genereras i området? Finns det några analyser på detta avfall?	TF, Lst	
Hur stora är de källsorterade fraktionerna så som plast, metall och tidningspapper? Omhändertas dessa fraktioner inom området?	TF, Lst	
Finns det någon avfallsförbränningsanläggning inom området eller nära? Kan luftdeposition från sådan påverka avrinningsområdet? Finns det analyser på nedfall från avfallsförbränningsanläggning i närheten? Analyser av rökgasreningssprodukt och bottenaska? Annan viktig information?	TF, Lst	

Finns det några nedlagda avfallsupplag för hushållsavfall i avrinningsområdet? Hur sker bevakningen av dessa? Finns det dokumenterat när och till vad dessa användes? Finns kontroll och analyser av kadmium på avfall eller lakvatten?	Lst, MF	
Finns det nedlagda industriavfallsupplag inom avrinningsområdet? Hur sker bevakningen av dessa? Finns det dokumenterat när och till vad dessa användes?	Lst, MF	

<u>Vatten och avlopp</u>		
Uppgift	Dataleverantör ?	Kommentar
Kadmiumhalter i det rå- och renvatten som utnyttjas i kommunen.	TF	
Flöde av renvatten.	TF	
Antal anslutna till avloppsreningsverk	TF	
Enskilda avlopp	TF, MF	
Flöde av avloppsvatten.	TF	
Förekomst av industrier eller andra verksamheter som belastar avloppsreningsverket?	TF	
Bilvårdsanläggningar som är anslutna till avloppsreningsverket. Analyser av utgående vatten från bilvårdsanläggningarna?	TF, MF	
Leds något lakvatten till avloppsreningsverket? Kadmiumhalter i detta vatten?	TF	
I vilken omfattning finns kombinerade ledningar för spill- och dagvatten?	TF	
Hur mycket dagvatten når avloppsreningsverket? Från vilken typ av område kommer detta dagvatten (områden med hushåll, tättrafikerade vägar)?	TF	
Halten kadmium i avloppsslam från avloppsreningsverken?	TF	
Hur mycket slam omhändertas från enskilda avlopp? Slammängd och halt kadmium i de slam som omhändertas från de mindre verken.	TF	

Omhändertagande av avloppsslammet?	TF	
Mängd kadmium i det utgående vattnet (halt kadmium och flöde)?	TF	
Dräneringsvatten från omgivande mark, ej dagvatten, som läcker in till avloppsledningarna?	TF	

<u>Trafik</u>		
Uppgift	Datleverantör ?	Kommentar
Trafikarbetet i avrinningsområdet?	VV	
Cd utsläpp från däckslitage mm?	VV	

<u>Jordbruk</u>		
Uppgift	Datleverantör ?	Kommentar
Antal ha åkermark i avrinningsområdet	LB	
Data över kadmiumhalten i åkermarken?	LB	
Andel åkerareal som gödulas med mineralgödsel?	LB	
Generell översikt av typ av grödor? Upptag i grödan	LB	

<u>Utsläpp till luft, mark och vatten</u>		
Uppgift	Datleverantör ?	Kommentar
Atmosfärisk deposition av kadmium i avrinningsområdet eller i regionen. Uppgifter om kadmiumhalter i mossa	IVL, SLF	IVL är datavärd, mätstation finns i Hörby Mosskartering Länsstyrelsen
Sker det några emissioner av kadmium inom avrinningsområdet?	Lst	

Uppgifter från recipient kontroll – Höjeå vattendragsförbund	HÅV	
--	-----	--

Beräkningsunderlag – Kadmiumflöden i Höjeåns avrinningsområde

Depositionsmätningar i mossa (Rühling 2002)

Plats	Kadmium (mg/kg)	Kadmium ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	Kadmium (kg)
Rögle	0.27	90	29
Stenberget	0.14	47	15
Häckeberga	0.34	113	36
Habo Ljung	0.24	80	26
Hardeberga	0.24	80	26
Medianvärde	0.24	80	26

Kadmiumtransport i Höjeå (Bengtsson 1998-2001)

År	Provpunkt 21 ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Provpunkt 10 ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Provpunkt 21 (kg/år)	Provpunkt 10 (kg/år)
1996	1	0.3	43	7.3
1997	<0.02	0.02	<1.0	0.55
1998	0.02	0.02	6.1	3.2
1999	0.026	0.038	2.5	2.1
2000	0.019	0.019	1.5	0.8
Årsmedian	0.023	0.02	4.3	2.1

Beräkning av kadmium i sediment i Höjeå

Sedimentationsbotten (m^2)	Sedimentationshastighet ($\text{cm}/\text{år}$)	Densitet (kg/dm^3)	Kadmiumhalt (mg/kg våtvikt)	Kadmiummängd (kg)
5000	1	1.2	0.26	0.02

Förråd i produkter

Uträkningarna är baserade på inflöde och förråd av kadmium i produkter i Stockholm 1995 (Sörme m.fl. 2001).

Produkt	Förråd (ton)	Intervall (ton)	Andel (%)	Inflöde (ton)	Andel (%)
Stabilisatorer	30	15-60	25	0,16	1,8
Batterier, slutna	30	11-82	25	6,4	73
Batterier, öppna	16	6-44	13	1.6	18
Förorening i Zink	20	3-120	17	?	?
Pigment	10	5-20	8.4	0.08	<1
Ytbehandling	10	1-100	8.4	0.16	1.8
Legeringar	3	1-16	2,5	0.4	4.5
Totalt	120			8.8	

Befolkning i Stockholm 1995: 711 119 invånare
per capita = 0.2 kg

Inflöde och förråd av kadmium i produkter, Höje å avrinningsområde (omräknat från Sörme m.fl. 2001)

Produkt	Förråd (ton)	Inflöde (ton)
Stabilisatorer	4	0.022
Batterier, slutna	4	0.900
Batterier, öppna	3	?
Förorening i Zink	2	0.225
Pigment	1	0.011
Ytbehandling	1	0.022
Legeringar	0	0.056
Totalt	17	1.237

Befolkning 1996-2000, ca 100000 invånare

Energi

Kadmium i bränsle (kg/år)

Lunds Energi	Biobränsle (ton)	Kadmium (mg/kg)	Cd (kg/år)
1999	19517	1.3 *	25
2000	18324	1.3 *	24
medianvärde			25

Staffanstorp	Skogsbränsle (ton)	Kadmium (mg/kg)	Cd (kg/år)
2002	9500	0.17 **	1.6

* RT-flis = 1.3 ppm (Norrköping Miljö och Energi 1999)

** Skogsbränsle = 0.17 ppm (Norrköping Miljö och Energi 1999)

Avfallsflöde

Kadmium i hushållsavfall i Höjeåns avrinningsområde

År	Avfall (kg/inv)	Avfall (ton)	Kadmium * (g/ton)	Kadmium (kg)
1996	420	41580	4.4 – 10.0	183 - 416
1997	424	41976	4.4 – 10.0	185 - 420
1998	437	43263	4.4 – 10.0	190 - 433
1999	463	45837	4.4 – 10.0	202 - 485
2000	479	47421	4.4 – 10.0	209 - 474
Median	437	43263		190 - 433

Kadmium i industriavfall i Höjeåns avrinningsområde

År	Avfall (kg/inv)	Avfall (ton)	Kadmium * (g/ton)	Kadmium (kg)
1999	386	39360	4.9 – 10.0	193 - 394

* Min- och maxhalt som ges i referens (se text kap. 4.4)

Återvinning av NiCd-batteri i Höjeåns avrinningsområdet

År	NiCd-batteri i Sysav-regionen (ton)	Batteri/invånare i Sysav-regionen (kg)	Batteri (kg)	Kadmium (kg)
1998	89	0.17	17508	2626
1999	79	0.15	15541	2331
2000	90	0.17	17705	2656
Median	89	0.17	17508	2626

Totalmängd avfall i Höjeåns avrinningsområde

Typ av avfall	Mängd (kg)
Hushåll	190
Industri	394
NiCd-batteri	2626
Totalt	3210

Avfallsförråd i Höjeåns avrinningsområde (nerlagda deponier)

Kommun	Antal	Avfallsvolym (m ³)	Mängd (ton) *	Kadmium (kg) **
Lund	25	1 670 000	167 000 - 1 837 000	601 - 18 370
Lomma	12	1 305 000	130 500 - 1 435 500	469 - 14 355
Staffanstorps	9	330 000	33 000 - 363 000	119 - 3 630
Totalt	46	3 305 000	330 500 - 3 635 500	1 190 - 36 355

* Uppskattad avfalls mängd, intervallet baseras på densitet: 0.1 - 0.25 ton/m³

** Kadmiumhalt i avfall beräknat från halt i avfall mellan 3,6 - 10 g/ton

Kadmium i lakvatten

Kommun	Volym (m ³)	Yta (ha)	Cd mängd (g/år)
Lund	1670000	29	29.5
Lomma	1305000	23 *	23.0
Staffanstorp	330000	6 *	5.83
summa	3305000	58	58.4
Lakvattenproduktion: 2 000 000 L/ha och år (Nilsson m.fl. 1991)			
Kadmiumhalt: 0,0005 mg/L (Flyhammar 2002)			
* Areal har beräknats utifrån en kvot (5.7) som uppskattats från förhållandet mellan avfallsvolym och upplagens areal i Lunds kommun			

Kadmium i avloppsslam och utgående vatten från reningsverk i avrinningsområdet

Data för reningsverken: Staffanstorp, Källby, Dalby, Genarp och Björnstorp

År	Antal anslutna (pe)	Utflöde (m ³)	Slam (ton)	Kadmium i slam (kg) *	Kadmium i utgående avloppsvatten (kg) **
1996	98245	12784796	2246	2.9	4.5
1997	98677	13213239	2417	2.7	5.0
1998	98819	16091750	2208	2.3	1.8
1999	99421	15477663	2004	2.2	2.9
2000	100056	14560126	2098	2.2	1.4
Medianvärde			10973	2.3	2.9

* Genomsnittshalt för slam från reningsverkan var 0.88 mg/kg TS

** Genomsnittshalt för utgående vatten från reningsverkan var 0.35 µg/L

Kadmium i avloppsvatten från sjukhuset i Lund år 2000

Provpunkt	Flöde (m ³)	Kadmiumhalt (µg/L)	Kadmiummängd (g)
1	144700	0.19	27.5
2	12800	0.14	1.79
3	13000	0.22	2.86
4	21400	0.33	7.06

Viktad kadmiumhalt (µg/L)	0.20
Total Vattenförbrukning (m ³)	266300
Mängd kadmium från sjukhuset (g)	54.4

Dagvattenberäkningar (enligt Naturvårdsverkets meddelande 3/1983)

Dagvattenvolymer från tätorterna och de större vägarna inom Höjeåns avrinningsområde har beräknats enligt:

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

$Q_{\text{år}}$ = avrunnen volym under året (m^3)

a = konstant som visar andelen hårdgjorda ytor som avvattnas till dagvattensystemet

A = totala ytan hårdgjorda ytor i avrinningsområdet (m^2)

P = total nederbörd under året (mm)

b = total förlust av vatten genom avdunstning (mm)

Den beräknade årliga uttransporterade kadmiummängden från avrinningsområdet beräknas från:

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

$F_{\text{år}}$ = totalmängd uttransporterad föroreningsmängd ($\text{kg}/\text{år}$)

c = schablonhalt av kadmium ($0.5 - 5 \mu\text{g}/\text{l}$) från Malmqvist m.fl. (1994).

Kadmium i dagvattenutsläpp

Kommun	Område	Hårdgjord yta (m^2)	a	Q (m^3)	F ($\text{kg}/\text{år}$)
Lund	Lund tätort	24253600	0.6	7236062	3.6 – 36
	Dalby tätort	3854000	0.3	574920	0.29 – 2.9
	Genarp	1313000	0.3	195867	0.10 – 0.98
Staffanstorps	Staffanstorps tätort	2984180	0.4	593553	0.30 – 3.0
	Hjärup	588000	0.3	87715	0.04 – 0.44
Lomma	Lomma tätort	2860000	0.4	568854	0.28 – 2.8
Vägar	E6+E22	280000	1	139230	0.07 – 0.70
Total		36132780			4.7 – 47

$P = 663$ (mm/år)

$b = 166$ (mm/år)

$c = 0.5 - 5$ ($\mu\text{g}/\text{l}$)

Kadmiumutsläpp till luften från trafiken i avrinningsområdet

Kommuner	Fordon (km/årsdygn) (fkm)	Emissions faktor (µg/fkm)	Kadmium/år (kg)
Lund, Staffanstorps och Lomma	1 753 584	0.27	0.17

Slamspridning på åkermark

År	Kadmium i slam (kg)	Slam till jordbruksmark (%)	Tillförsel av kadmium till jordbruksmark (g/ha) *
1996	2.47	100	0.137
1997	2.38	100	0.132
1998	1.97	100	0.11
1998	1.92	90	0.10
2000	2.00	5	0.006
Årsmedian			0.109

* Jordbruksarealen i Höljeåns avrinningsområde är ca 17 000 ha

Rapportserien Skåne i utveckling
ISSN 1402-3393

- 2003:1 Ängs- och hagmarker i Trelleborgs kommun. *Miljöenheten*
- 2003:2 Ängs- och hagmarker i Bjuvs kommun. *Miljöenheten*
- 2003:3 Ängs- och hagmarker i Burlöv, Lomma, Malmö och Staffanstorps kommuner.
Miljöenheten
- 2003:4 Ängs- och hagmarker i Eslöv kommun. *Miljöenheten*
- 2003:5 Ängs- och hagmarker i Helsingborg kommun. *Miljöenheten*
- 2003:6 Ängs- och hagmarker i Höganäs kommun. *Miljöenheten*
- 2003:7 Ängs- och hagmarker i Hörby kommun. *Miljöenheten*
- 2003:8 Ängs- och hagmarker i Hörs kommun. *Miljöenheten*
- 2003:9 Ängs- och hagmarker i Kävlinge kommun. *Miljöenheten*
- 2003:10 Ängs- och hagmarker i Landskrona kommun. *Miljöenheten*
- 2003:11 Ängs- och hagmarker i Lunds kommun. *Miljöenheten*
- 2003:12 Ängs- och hagmarker i Sjöbokommun. *Miljöenheten*
- 2003:13 Ängs- och hagmarker i Skurups kommun. *Miljöenheten*
- 2003:14 Ängs- och hagmarker i Svalövs kommun. *Miljöenheten*
- 2003:15 Ängs- och hagmarker i Svedala kommun. *Miljöenheten*
- 2003:16 Ängs- och hagmarker i Vellinge kommun. *Miljöenheten*
- 2003:17 Ängs- och hagmarker i Ystads kommun. *Miljöenheten*
- 2003:18 Transittrafik i Skåne – en pilotstudie. *Miljöenheten*
- 2003:19 Inventering av vanlig groda och åkerroda i Skåne 2002. *Miljöenheten*
- 2003:20 Metod för bestämning av jordbrukets kvävebelastning i mindre avrinningsområden samt effekter av läckagereducerande åtgärder, redovisning av projektet ”Gröna fält och blåa hav”. *Miljöenheten*
- 2003:21 Rikkärr – en indikator för miljömålet Ett rikt odlingslandskap. *Miljöenheten*
- 2003:22 Öppenvård i utveckling – statsbidrag fördelade under 2002. *Samhällsbyggnadsenheten*
- 2003:23 Ekologisk produktion – varför inte?. En intervjustudie med lantbrukare i Skåne.
Lantbruksenheten
- 2003:24 Övervakning av fladdermöss i Skåne. Rapport för år 2002. *Miljöenheten*
- 2003:25 Växtnäringsförluster från jordbruksmark i Skåne och Blekinge. Årsredovisning 2001/2002 för miljöövervakningsprogrammet ”Typområden på jordbruksmark”.
Miljöenheten
- 2003:26 Skånes miljömål och miljöhandlingsprogram: Konsekvensbeskrivning och förslag till genomförande. *Miljöenheten*
- 2003:27 Jämställdhet i vägtransportsystemet – jämställd vägplanering.
Samhällsbyggnadsenheten
- 2003:28 Biotopkartering, Skräbeåns huvudfåra – från mynningen i havet till Östersjön/Halens utlopp – 2002. *Miljöenheten*
- 2003:29 Effekttuppföljning i kalkade och icke kalkade vatten. Vinter 2002. *Miljöenheten*
- 2003:30 Transport av fosfor och kväve från skånska vattendrag – tillstånd och trender till 2001.
Miljöenheten
- 2003:31 Vattenväxter i skånska sjöar – En jämförelse mellan 1970-talet och 2002. *Miljöenheten*
- 2003:32 Inkomstprövas rätten till äldre – och handikappomsorg? *Samhällsbyggnadsenheten*
- 2003:33 Familjehemsplacerade barn år 2002 i socialtjänsten i Skåne län.
Samhällsbyggnadsenheten
- 2003:34 Markhävdkartering 2002 – hävd tillståndet på betesmarker och slåtterängar inom Nedre Helgeåns våtmarksområde i Kristianstads Vattenrike. *Miljöenheten*
- 2003:35 Vindkraft i Skåne – Analys och konsekvenser av olika scenarier. *Miljöenheten*

- 2003:36 Effektuppföljning i kalkade och icke kalkade vatten vår 2003. *Miljöenheten*
- 2003:37 Bostadsmarknadsenkäten 2003. Bostadsmarknaden och bostadsbyggandet i Skåne län. *Förvaltningsenheten*
- 2003:38 Lex Sarah – anmälningar under 2002. *Samhällsbyggnadsenheten*
- 2003:39 Småföretagare med utländsk bakgrund. *Samhällsbyggnadsenheten*
- 2003:40 Övervakningsprogram för jordbrukslandskapets fåglar i Skåne. Årsrapport för år 2000. *Miljöenheten*
- 2003:41 Ej verkställda beslut, domar och avslagsbeslut till äldre årsskiftet 2002/2003. *Samhällsbyggnadsenheten*
- 2003:42 Häckande fåglar på havsstrandängar i Halland och Västra Skåne 2002. *Miljöenheten*
- 2003:43 Lång väntan för funktionshindrade med behov av insatser. *Samhällsbyggnadsenheten*
- 2003:44 Fakta om kvinnor och män i Skåne. *Samhällsbyggnadsenheten*
- 2003:45 Analys av fysisk störning längs Skånes kust. *Miljöenheten*
- 2003:46 Kadmiumsituationen i Skåne, delrapport 1: Exempel på kadmiumkällor och halter i den skånska miljön. *Miljöenheten*
- 2003:47 Kadmiumsituationen i Skåne, delrapport 2: Kadmium inom Höjeåns avrinningsområde – en substansflödesanalys. *Miljöenheten*

Under 60- och 70-talet skedde utsläpp av miljöfarliga ämnen ofta som punktutsläpp från industrin. Idag är situationen en annan. En stor del av miljöproblemen med miljögifter är kopplade till användning och slitage av produkter som gör att miljöfarliga ämnen diffust läcker ut i miljön. En substansflödesanalys är ett effektivt verktyg som kan användas för att få en ökad kunskap om och en helhetsbild av föroreningars spridningsvägar och upplagring i samhället.

Denna studie är ett försök att med en flödesanalys kartlägga omsättningen av kadmium inom Højeåns avrinningsområde i sydvästra Skåne. Syftet med flödesanalysen är att tjäna som vägledning för framtida miljöövervakning av kadmium och i det fortsatta miljömålsarbetet i Skåne.

Det största inflödet av kadmium till Højeåns avrinningsområde sker via produkter, och utgörs till ca 70% av kadmium i NiCd-batterier. Återvinningen av NiCd-batteri är också det klart dominerande utflödet av kadmium från systemet. De flesta flödena är ett resultat av att kadmium ingår i produkter i låga koncentrationer eller som förorening i råmaterial.

Kadmiumflödet via atmosfärsdeposition är förhållandevis stort i Skåne och ca 90% av depositionen kommer från utländska källor. Ytterligare ett betydelsefullt kadmiuminflöde till avrinningsområdet är via bränsle för energi och värmeproduktion.