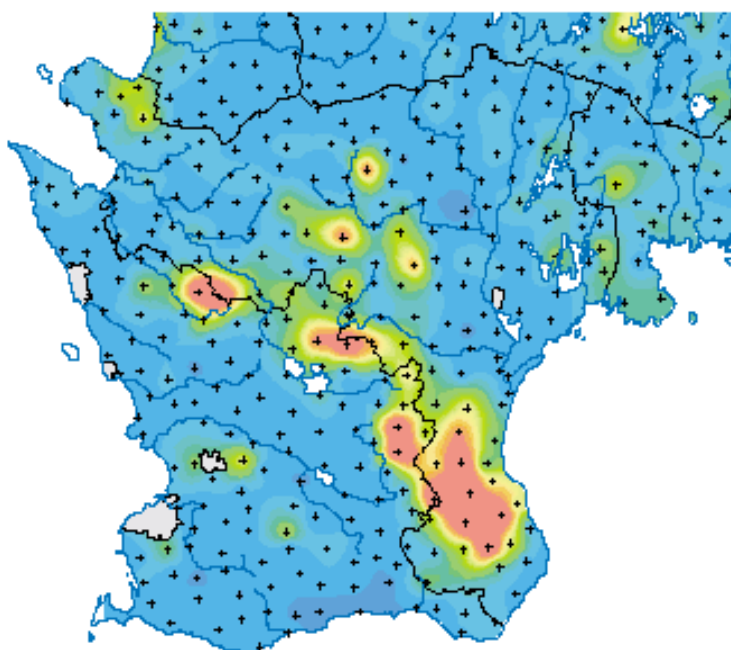


Kadmiumsituationen i Skåne

Delrapport 1

Exempel på kadmiumkällor och halter i den skånska miljön



Miljöenheten
Skåne i utveckling 2003:46

Cecilia Backe, Helena Björn, Johan Holmqvist och Fredrik Andreasson
ISSN 1402-3393



LÄNSSTYRELSEN
I SKÅNE LÄN

Kadmiumsituationen i Skåne

Delrapport 1

Exempel på kadmiumkällor och halter i den skånska miljön

Cecilia Backe, Helena Björn
Avdelningen för kemisk ekologi och ekotoxikologi, Lunds universitet
Johan Holmqvist
SWECO VIAK
Fredrik Andreasson
Miljöenheten, Länsstyrelsen i Skåne län

Titel: **Kadmiumsituationen i Skåne. Delrapport 1.**
Exempel på kadmiumkällor och halter i den skånska miljön.

Författare: Cecilia Backe, Helena Björn
Avdelningen för kemisk ekologi och ekotoxikologi, Lunds universitet
Johan Holmqvist
SWECO VIAK
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: Kadmium i bäckvattensväxter (från Aastrup 1999)

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 1 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
1. INLEDNING	11
2. ALLMÄNT OM KADMIUM	12
2.1 KADMIUM – FÖREKOMST OCH EGENSKAPER.....	12
2.2 KADMIUMFÖRBRUKNINGEN	12
2.3 ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN FÖR KADMIUM	12
2.4 KADMIUM I MILJÖN	13
3. MILJÖMÅL, RAMDIREKTIV OCH MILJÖÖVERVAKNING	13
3.1 MILJÖMÅL.....	13
3.2 MILJÖÖVERVAKNINGEN	16
3.3 RIKTVÄRDEN OCH GRÄNSVÄRDEN FÖR KADMIUM	17
4 KADMIUMKÄLLOR	19
4.1 KADMIUMKÄLLOR I BERG OCH JORD.....	19
4.2 ATMOSFÄRSDEPOSITION	21
4.2.1 HALTER I MOSSA	21
4.2.2 NEDERBÖRDSMÄTNINGAR	22
4.3 INDUSTRIELLA UTSLÄPP AV KADMIUM	23
4.3.1 KADMIUMUTSLÄPP FRÅN INDUSTRIEN TILL VATTEN	24
4.3.2 KADMIUMUTSLÄPP FRÅN INDUSTRIEN TILL LUFT	25
4.3.3 KADMIUMUTSLÄPP FRÅN AVLOPPSRENINGSVÄRK	27
4.4 JORDBRUK.....	29
4.4.1 UNDERLAGETS PÅVERKAN PÅ KADMIUMHALTEN I MATJORDEN	29
4.4.2 ANTROPOGEN TILLFÖRSEL AV KADMIUM TILL ÅKERMARKEN	31
4.4.3 UPPTAG I VÄXTER	32
4.4.4 KADMIUMBUDGET FÖR ÅKERMARK I SKÅNE	34
5 EXEMPEL PÅ KADMIUMHALTER I DEN SKÅNSKA MILJÖN	35
5.1 KADMIUM I SKÅNSKA SKOGAR	35
5.1.1 KADMIUMHALTER I SKOGSJORD I SKÅNE.....	36
5.1.2 KADMIUMHALTER I SKOGSVEGETATION	37
5.2 KADMIUM I GRUNDVATTEN	37
5.2.1 NATIONELL MILJÖÖVERVAKNING AV GRUNDVATTNET	37
5.2.2 KADMIUMHALTER I GRÄVDA OCH BORRADE BRUNNAR I SKÅNE	39
5.3 KADMIUM I SJÖAR OCH VATTENDRAG	41
5.3.1 MILJÖÖVERVAKNING SJÖAR OCH VATTENDRAG	42
5.3.2 KADMIUMHALTER I SJÖAR OCH VATTENDRAG	42
5.4 KADMIUM I HAVSMILJÖN.....	45

5.4.1 MILJÖÖVERVAKNING AV HAVSMILJÖN	46
5.4.2 RESULTAT FRÅN REGIONAL MILJÖÖVERVAKNING PÅ 1990-TALET	46
5.4.3 ÖRESUNDSFONDENS UNDERSÖKNINGAR RUNT SKÅNES KUSTER	49
6 KADMIUM OCH MÄNNISKANS HÄLSA.....	49
6.1 EXPONERING	49
6.1.1 YRKESMÄSSIG EXPONERING	49
6.1.2 EXPONERING FRÅN MAT	50
6.1.3 EXPONERING FRÅN VATTEN	50
6.1.4 EXPONERING FRÅN RÖKNING.....	51
6.2 UPPTAG	51
6.3 METABOLISM OCH UPPLAGRING AV KADMIUM I KROPPEN	51
6.4 EFFEKTER AV KADMIUM PÅ MÄNNISKANS HÄLSA	52
6.4.1 LUNGSKADOR.....	52
6.4.2 NJURSKADOR.....	52
6.4.3 SKELETTSKADOR.....	52
6.4.4 CANCER	53
7 SLUTORD	54
8 REFERENSER	55

SAMMANFATTNING

Vi har under det senaste århundradet spridit kadmium i miljön omkring oss. Största delen av utsläppen kom förr direkt från industrin, men idag är utsläppen ofta mer diffusa.

Sveriges andel av kadmiumförbrukningen i världen uppgick under 1980-talets andra hälft till 0.8%. Huvuddelen av denna kadmiumkonsumtion är kadmiumrika tekniska produkter, främst NiCd-batterier och produkter med kadmiumlegeringar. Sedan 1982 får kadmium inte användas för ytbehandling, som färgämne eller som stabilisator.

Handelsgödsel är en betydande källa för den diffusa spridningen av kadmium i den svenska naturen. Även rötslam, som innehåller dubbelt så mycket kadmium som konstgödsel per mängd fosfor, bidrar till spridningen. Till skillnad från många andra tungmetaller, t.ex. bly, kan kadmium tas upp av växter och därför förekommer kadmium i varierande halter i alla jordbruksprodukter. Eftersom cirka tre fjärdedelar av det genomsnittliga kadmiumintaget hos svensken kommer från vegetabilier, är utsläppen inom jordbruket av central betydelse. Försurningen bidrar starkt till en ökande rörlighet av kadmium i markerna. Lågt pH innebär dels att kadmium lakas ut till sjöar och vattendrag, dels att kadmium lättare tas upp av organismer.

Skåne kan anses som högbelastat i förhållande till övriga Sverige beroende på geografiskt läge, geokemiska förhållanden och ett intensivt jordbruk.

Sammanfattningsvis om kadmiumsituationen i Skåne i början av 2000-talet:

- Berggrunden inom vissa områden i Skåne innehåller höga halter av kadmium. Det är i huvudsak berggrund som innehåller kambrisk sandsten och alunskiffer som bidrar med förhöjda kadmiumhalter i jord, grundvatten och bäckvattenmossa.
- Atmosfärsdepositionen av kadmium i Skåne har minskat under de senare åren. Trots detta är nedfallet betydande och bidrar till att kadmium upplagras i markerna i Skåne. Depositionen av kadmium är högre i Skåne än i övriga landet. Det finns inga kända regionala emissionskällor för kadmium och större delen av atmosfärsbelastningen härstammar från utländska källor.
- Det sker inga kända direktutsläpp av kadmium till recipienter i Skåne. Två företag är registrerade i kemikalieinspektionens produktregister (för import och användning av kemikalier) och sammantaget använder de ca 200 kg kadmium/år. Övriga utsläpp av kadmium till miljön i Skåne sker via olika processer där kadmium förekommer som förorening i råvaror och produkter. Diffusa utsläpp av kadmium genom användning av varor och produkter har blivit alltmer betydelsefulla.
- Trots minskad deposition och minskad användning av kadmiumrika fosfatgödselmedel inom jordbruket sker en kontinuerlig upplagring av kadmium i den skånska åkermarken. Marken tillförs kadmium via deposition, gödselmedel, kalk och slam, bortförsel sker via grödor och markläckage. För lantbrukssektorn råder en balans i tillfört respektive bortfört kadmium via grödorna men atmosfärsdepositionen bidrar till att upplagring fortsätter att ske. Det är viktigt att sträva efter att upptaget av kadmium i grödor som skall användas som livsmedel minskas.
- Kadmiumhalterna i skogsmark i Skåne beror till största del på atmosfärsdepositionen. Det är förhållandevis låga halter av kadmium i det översta jordskicket. Kadmiumhalten i skogsmarkerna minskar till följd av försurningen som bidrar till att kadmium löses ut ur markerna. Kadmiumhalten ökar till följd av detta i markvatten.
- Grundvattnet i Skåne har i vissa områden höga halter av kadmium. De höga halterna uppträder i områden där berggrunden är rik på kadmium och höga kadmiumhalter har

analyserats i bäckvattenväxter, inom det s.k. skånska kadmiumbältet som sträcker sig från nordväst till sydöst.

- Skånes sjöar och vattendrag har relativt låga halter av kadmium men högre halter än i norra Sverige, delvis till följd av högre atmosfärsdeposition. Även försurningen, som är mer påtaglig i södra Sverige, bidrar till storregionala skillnader. Det finns risk för att kadmiumhalten kommer att öka i framtiden i de skånska sjöarna och vattendragen om försurningen av markerna fortsätter.
- Haven och de kustnära havsområdena är slutstationerna för kadmium och påverkas av allt som sker i luften och på land. Från de skånska vattendragen förs stora mängder föroreningar ut till kustvattenområdena. Lokalt kan det finnas platser med höga kadmiumhalter i sediment och akvatisk biota.
- Vissa rapporter kring kadmiums effekter på människans hälsa tyder på att njurpåverkan kan ske vid lägre halter än man tidigare trott. Detta skulle i så fall innebära att en relativt stor del av den skånska befolkningen löper risk för njurpåverkan i framtiden.

För framtiden är det viktigt att fortsätta kontrollera utsläpp, deposition och omgivningshalter av kadmium för att kunna bevaka utvecklingen och förhindra att kadmiumhalterna stiger. Myndigheter och organisationer måste arbeta både på det lokala, regionala, nationella och internationella planet med att minska utsläppen av kadmium till miljön. Eftersom kadmium i första hand är skadligt för hälsan är det allvarligaste hotet från kadmium ökande halter av kadmium i grundvattnet och upptag av kadmium i grödor som skall användas som livsmedel och djurfoder. Även höga halter av kadmium i den akvatiska miljön leder till förhöjda kadmiumhalter i fisk och skaldjur.

1 INLEDNING

Kadmium utgör 1/10 000 000 del (0.1 ppm) av jordskorpan, en koncentration djur och växter har anpassat sig till under drygt 500 miljoner år. Denna evolutionära anpassning gör att alla onaturliga föreningar och förhöjda koncentrationer av olika element som introduceras i de naturliga kretsloppen alltid utgör en risk för ekosystemen på jorden.

Den industriella utvecklingen har under det senaste århundradet medverkat till att vi ökat nyttjandet av kadmium, vilket i sin tur medverkat till en ackumulering av kadmium i luft, mark och vatten. Trots omfattande förbud i Sverige mot användande av kadmium inom flera områden sprids kadmium diffust från importerade eller gamla produkter och varor. Samtidigt som vi förbjuder vissa kadmiumhaltiga produkter introducerar vi också nya kadmiumrika varor, exempelvis uppladdningsbara batterier. Dessa batterier står i många fall för det största bidraget av kadmium i produkter som används i samhället (Bergbäck och Johansson 1998, Lindqvist 2002).

Idag befinner vi oss i en situation där sådana mängder av kadmium i jordbruksmark har ackumulerats, att kadmiumhalten i vete från utsatta områden kan överskrida FAO/WHOs rekommendationer om halt i spannmål (0.1 mg/kg torr kärna, Eriksson m.fl. 1996). Beräkningar visar att kadmiumhalten i matjorden ökat med i genomsnitt 33% under 1900-talet främst på grund av tillförsel via deposition och fosforgödsling (Andersson 1992). I Skåne län ligger kadmiumhalten i matjord något över det genomsnittliga värdet för hela landet (0.23 för Sverige respektive 0.27 mg/kg i Skåne, Eriksson m.fl. 1997).

Under det gångna decenniet har en mängd kadmiumdata samlats in från hela Sverige, men i synnerhet från Skåne. Sveriges Geologiska Undersökning påbörjade under 1982 en rikstäckande geokemisk kartering, där bland annat kadmium i bäckvattenväxter undersöktes (Ressar m.fl. 1987). Undersökningen visade bland annat på ett markant ”kadmiumbälte” med höga bakgrundsvärden som sträckte sig från sydöstra Skåne mot nordväst längs Linderödsåsen och upp till Söderåsen. Det fanns även andra områden i Skåne med förhöjda halter i bäckvattenväxter. Flera undersökningar om kadmium i framför allt mark och grödor i Skåne har därefter tagits fram, bl.a. Kornfält m.fl. (1994) och Eriksson m.fl. (1997).

Syftet med denna rapport är att göra en översiktlig kunskapsmanställning om kadmiumsituationen i Skåne län med utgångspunkt att kunna ingå som underlagsmaterial för det fortsatta miljömålsarbetet i regionen, framför allt miljömålsuppföljningen. För att ytterligare belysa kadmiums spridning och transport i den skånska miljön har en substansflödesanalys i Höjeåns avrinningsområde i sydvästra Skåne utförts (Backe m.fl. 2003). Studien rapporteras som en separat delrapport, ”Kadmiumsituationen i Skåne Delrapport 2: Kadmium inom Höjeåns avrinningsområde – en substansflödesanalys”. Syftet med flödesanalysen är att tjäna som vägledning för framtida miljöövervakning av kadmium och i det fortsatta miljömålsarbetet i Skåne län.

2 ALLMÄNT OM KADMIUM

2.1 KADMIUM – FÖREKOMST OCH EGENSKAPER

Kadmium förekommer oftast som en del av zinksulfid i berggrunden. Man får kadmium som en biprodukt vid smältning av zinksulfidmalm. En del zink är då utbytt mot kadmium. Den största mängden kadmium finns i mineralet zinkblände med en koncentration på 0.05-0.8%. Kadmium är en mjuk, smidbar och silvervit metall, utan någon speciell smak eller lukt. I naturen finns kadmium som en blandning av åtta stabila isotoper. Den elektriska ledningsförmågan är cirka en fjärdedel av koppars. Kadmium är geokemiskt mycket lik zink. Elementen har samma jonstruktur och elektronegativitet. Viktiga kemiska egenskaper för kadmium redovisas i tabell 2.1.

Tabell 2.1: Fysikaliska parametrar för kadmium.

Atomvikt	112.4
Smältpunkt, °C	321.1
Kokpunkt, °C	767
Smältvärme, kJ/mol	6.2
Förångningsvärme, kJ/mol	99.7
Densitet, kg/m ³ (26 °C)	8 642
Ångtryck, kPa (473 °C)	1.013

2.2 KADMIUMFÖRBRUKNINGEN

Världsproduktionen av kadmium var under perioden 1996-2000 ca 20 000 ton/år (USGS 2001). Ledande producenter av kadmium är Japan, Kina, USA, Belgien, Canada och Mexiko. USAs geologiska undersökning har uppskattat att världens resurs av kadmium ligger i storleksordning sex miljoner ton. Uppskattningen är baserad på världens zinkresurser med en kadmiumhalt på 0.3% (Plachy 2000).

Kadmium produceras inte i Sverige. Under år 2000 var importen av kadmium ca 21 ton (obearbetad kadmium tullnummer: 810 710). Många kadmiumhaltiga varor har en relativt lång teknisk livslängd och mer än hälften av allt kadmium som hittills framställts (ca 875 000 ton) har producerats under de senaste 30 åren (Buckingham och Plachy 2002). Huvuddelen av denna mängd konsumeras av USA, Japan, forna Sovjetunionen, och Europa. Sveriges andel av kadmiumförbrukningen under 1980-talets andra hälft uppgick till ca 0.8% (Hedlund m.fl. 1997). En stor del av det kadmium som producerats genom åren cirkulerar under mycket lång tid i samhället bundet i tekniska artiklar och industriprodukter.

2.3 ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN FÖR KADMIUM

Kadmium är, ur industriell synvinkel, värdefullt bl.a. som korrosionsskydd, färgpigment, och stabilisator för plaster. Kadmiumselenid, som innehåller kadmium, selen och svavel, har tidigare använts som rött färgpigment. Kadmiumsulfid, CdS, är ett gult färgämne som t ex använts för att färga plast. Kadmium har också en mycket god lödbarhet. Sedan 1982 får kadmium inte användas för ytbehandling, som färgämne eller som stabilisator (SFS 1985:839). Vissa branscher, t.ex. försvarsindustrin, är undantagna förbudet. Användningen av kadmium i batterier har ökat dramatiskt sedan 1980-talet, medan mängden kadmium inom övriga användningsområden har minskat väsentligt under samma tid (tabell 2.2). År 1995 förbrukades i Sverige ca 93 ton/år för batteritillverkning, varav 73 ton/år till uppladdningsbara NiCd-batterier. För legering förbrukades ca 0.5 ton kadmium. Kadmium i konstnärsfärg är

undantaget det svenska förbudet och i konstnärsfärg, glas och keramik används idag ca 0.5 ton/år.

Tabell 2.2: Förbrukning av kadmium (ton) i Sverige 1980 – 1995 (Bergbäck och Jonsson 1998).

Produkt	1980	1985	1990	1995
Pigment	7	0.5	0.5	0.5
Stabilisatorer	30	9	2	0
NiCd-batteri, öppna	21	20	11	20
NiCd-batteri, slutna	18	24	90	73
Legering	20	2	2	0.5

2.4 KADMIUM I MILJÖN

Det kadmium som nu finns i miljön omfördelas ständigt mellan olika delar av samhället och naturen. Varje utsläpp av kadmium leder därför till att kadmiummängden ökar någonstans i miljön. En minskning av kadmiummängden i något land- eller vattenområde leder till en ökning i något annat område. En kadmiumförening kan därför aldrig elimineras, endast flyttas någon annanstans.

Kadmiumföreningar förs med det rinnande vattnet mot havet. Havens sedimentbottnar är därför, på lång sikt, slutstation för det kadmium som människan eller naturen en gång frigjort ur berggrunden. På vägen mot havet kommer metallen att uppehålla sig under längre eller kortare tid inom olika delar av biosfären, hydrosfären och litosfären. Upphållstiderna för kadmium i luft är dagar till veckor och i vatten dagar till år. I mark och ytliga sjösediment mäts uppehållstider däremot i århundraden (Hedlund m.fl. 1997). Slutresultatet av kadmiumutsläpp är därför en bestående förening av mark och sediment.

Till de viktigaste antropogena (av människan skapad) källorna för kadmium räknas kadmiumproducerande verksamhet samt de som använder kadmium i sin process. Andra kadmiumkällor kan vara förbränningsanläggningar och användning av mineralgödsel som innehåller kadmium. Vid användningen av produkter som innehåller kadmium kan metallen diffust avges i små mängder till omgivningen (HELCOM 2002, Floyd manuskript). Kadmium i miljön kan också härstamma från naturliga processer såsom vulkanisk aktivitet och vittring.

Kadmiumutsläpp från svenska antropogena källor har avtagit sedan slutet av 70-talet. 1970 var utsläppen cirka 25 ton per år och 1982 hade kadmiumutsläppen minskat till en tiondel, 2.5 ton per år (Nationalencyklopedin 1993). Uppladdningsbara batterier, fosfatgödselmedel samt kadmium som förorening i zink och andra metaller, kalk och cement, utgör idag de största källorna för kadmium (HELCOM 2002). I delrapport 2 ges exempel på hur kadmium kan spridas från olika källor och vidare transporteras och ackumuleras i ett avrinningsområde (Backe m.fl. 2003).

3 MILJÖMÅL, RAMDIREKTIV OCH MILJÖÖVERVAKNING

3.1 MILJÖMÅL

I april 1999 antog riksdagen 15 miljökvalitetsmål för Sverige (Regeringens prop.1997/98:145). Dessa mål beskriver de kvaliteter som vår natur- och kulturmiljö måste ha för att vara långsiktigt hållbar. Målen skall vara uppnådda inom en generation, dvs. till omkring 2020. Det övergripande målet för miljöarbetet är att vi till nästa generation ska

lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta. Det innebär att påverkan på miljön ska ha reducerats till nivåer som är långsiktigt hållbara. För miljömålet Giftfri miljö innebär det att miljön skall vara fri från ämnen och metaller som skapats i eller utvunnits av samhället och som kan hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden.

Preciseringen av miljömålet Giftfri miljö innebär att:

- Halterna av naturfrämmande ämnen i miljön är nära noll.
- Den sammanlagda exponeringen i arbetsmiljö, yttre miljö och inomhusmiljö för särskilt farliga ämnen är nära noll och för övriga kemiska ämnen inte skadliga för människor.
- Förorenade områden är undersökta och vid behov åtgärdade.
- Halterna av ämnen som förekommer naturligt i miljön är nära bakgrundshalten.

För att konkretisera miljömålsarbetet antog riksdagen under hösten 2001 flera delmål på vägen mot miljömålen. Delmålen ska, med ett par undantag, vara uppfyllda 2010 och beskrivs i propositionerna Svenska miljömål- delmål och åtgärdsstrategier (Regeringens prop. 2000/01:130) samt Kemikaliestrategi för Giftfri miljö (Regeringens prop. 2000/01:65).

De delmål som berör Giftfri miljö är:

- Kunskap om kemiska ämnens miljö- och hälsoegenskaper (2010)
- Miljö- och hälsoinformation om varor (2010)
- Utfasning av särskilt farliga ämnen (2003-2015)
- Fortlöpande minskning av hälso- och miljöriskerna med kemikalier (2010)
- Riktvärden för miljö kvalitet (2010)
- Sanering av förorenade områden (2005)

Kadmium berörs av så gott som samtliga dessa delmål på något sätt.

Länsstyrelserna i Sverige har fått i uppdrag av regeringen att anpassa de 15 miljö kvalitetsmålen till regionala förhållanden. Under våren 2000 startade länsstyrelsen i Skåne projektet ”Nya miljömål för Skåne” för att formulera ett nytt miljöprogram för Skåne i enlighet med 14 av de miljö kvalitetsmål som regeringen har bestämt (miljö målet ”Storslagen fjällmiljö” är av naturliga skäl inte med). För att nå det övergripande miljö kvalitetsmålet för Giftfri miljö har Länsstyrelsen i Skåne lagt fram följande förslag till regionala delmål (Förslag till Skånes miljömål och miljöhandlingsprogram, december 2002, remissupplaga):

Delmål 1. År 2010 ska kunskapen om halter av särskilt farliga ämnen (definierade i delmål 3) i Skånes naturmiljö och dess negativa effekter på ekosystem eller arter ha ökat.

Delmål 2. År 2006 har länets samtliga kommuner antagit och infört en strategi för miljöanpassad upphandling som prioriterar inköp av miljöanpassade varor och tjänster och utesluter användning av ämnen som omfattas av kemikaliestrategins gällande begränsningar.

Delmål 3. I fråga om utfasning av farliga ämnen skall följande gälla:

Nyproducerade varor skall vara fria från:

- cancerframkallande, arvsmassepåverkande och fortplantningsstörande ämnen senast år 2007 om varorna är avsedda att användas på ett sådant sätt att de kommer ut i kretsloppet;
- nya organiska ämnen som är långlivade och bioackumulerande, så snart som möjligt, dock senast år 2005;

- övriga organiska ämnen som är mycket långlivade och mycket bioackumulerande senast år 2010;
- övriga organiska ämnen som är långlivade och bioackumulerande senast år 2015;
- kvicksilver senast år 2003 samt kadmium och bly senast år 2010.

Dessa ämnen skall inte heller användas i produktionsprocesser om inte företaget kan visa att hälsa och miljö inte kan komma till skada. Redan befintliga varor, som innehåller kadmium samt bly, skall hanteras på ett sådant sätt att ämnena inte läcker ut i miljön. Delmålet avser ämnen som människan framställt eller utvunnit från naturen. Delmålet avser även ämnen som ger upphov till ämnen med ovanstående egenskaper, inklusive det som bildats oavsiktligt. Delmålet innebär för Skåne att bland annat tillstånds- och tillsynsmyndigheter till år 2004 i beslutsprocessen tillser att avvecklingen av ovanstående ämnen påbörjas.

Delmål 4. Det ska utöver tillförsel via luften inte ske någon nettotillförsel av kadmium till jordbruksmarken i Skåne med utgångspunkt från år 2002.

Delmål 5. Senast år 2015 skall förekomsten av kemiska bekämpningsmedel och deras nedbrytningsprodukter vara nära noll i Skånes sjöar och vattendrag och vara så låga att växter och djur inte skadas. Kemiska bekämpningsmedel eller deras nedbrytningsprodukter som används från år 2003 och framåt bör inte kunna påvisas i grundvatten i Skåne.

Delmål 6. Det nationella delmålet om förorenad mark innebär för Skåne att förorenade områden skall vara identifierade och riskklassade senast 2005. Sanering och efterbehandling av sju områden i riskklass 1 och 2 skall ha påbörjats senast 2005. Minst tre områden skall vara slutligt efterbehandlade vid utgången av 2005.

Delmål 7. Senast år 2005 bör minst 10 procent av den odlade arealen vara ekologiskt odlad vilket motsvarar mer än en fördubbling från år 2000. Senast år 2010 bör minst 20 procent av den odlade arealen vara ekologiskt odlad och försäljningen av ekologiska varor bör ha ökat i motsvarande grad.

För att kunna nå delmålen har Länsstyrelsen även tagit fram förslag till åtgärder, sammanlagt 40 stycken för Giftfri miljö fördelade på de sju föreslagna regionala delmålen. Flera av de föreslagna åtgärderna kan komma att beröra kadmium. Bland annat föreslås specifika åtgärder mot kadmium i jordbruksmark:

- Producenter och importörer bör frivilligt märka gödselmedel och ange kadmiumhalten. (år 2003 -)
- Handeln och lantbruket bör endast sälja och använda kadmiumfattiga gödselmedel med högst 5 mg kadmium per kg fosfor (Cd/kg P). (år 2003 -)
- LRF bör gemensamt med bland annat Länsstyrelsen, SLU och handeln bilda ett regionalt kadmiumråd för att förbättra övervakningen, informera om riskerna och ta fram nya åtgärder för att minska belastningen på åkermark och minska människors exponering. (år 2003 -)

Förutom det nationella och regionala miljömålsarbetet pågår för närvarande ett omfattande arbete med att anpassa den svenska miljölagstiftningen till vad som brukar benämnas EU:s ramdirektiv för vatten. Europaparlamentet antog i december 2000 ett direktiv med syfte att skydda kvaliteten hos vattnet och vattenmiljön.

3.2 MILJÖÖVERVAKNINGEN

Miljöövervakningen i Skåne genomförs enligt så kallade programområden. Inom dessa finns nationella och regionala delprogram. Övervakning av metaller i Skåne, och däribland kadmium, genomförs inom flera av dessa programområden med flera inblandade/ansvariga aktörer:

Programområde Luft

Nationella

- Metaller i luft och nederbörd. Pågående. Naturvårdsverket, IVL.
- Metaller i mossa. Pågående. Naturvårdsverket, IVL.

Regionala

- Metaller i mossa – bakgrundshalter. Pågående. Skånes luftvårdsförbund, Länsstyrelsen.
- Stoffmätningar i Landskrona. Pågående. Landskrona kommun, Länsstyrelsen m fl.
- Deposition av luftföroreningar inkl. tungmetaller. Avslutat. Skånes luftvårdsförbund, IVL.

Programområde Kust och hav.

Regionala

- Miljögifter i sediment. Pågående. Vattenvårdsförbund, Länsstyrelsen.
- Miljögifter i blåmussla. Pågående. Vattenvårdsförbund, Länsstyrelsen.
- Miljögifter i fisk, Pågående. Vattenvårdsförbund, Länsstyrelsen.

Programområde Sötvatten

Nationella

- Nationella referenssjöar. Pågående. SLU, Naturvårdsverket.
- Nationella referensvattendrag. Pågående. SLU, Naturvårdsverket.
- Riksinventering av sjöar. Pågående. SLU, Naturvårdsverket.
- Referensstationer grundvatten. Pågående. SGU.
- Flodmynningar. Pågående. SLU, Naturvårdsverket.

Regionala

- Regionala referenssjöar. Pågående. Länsstyrelsen, SLU, Naturvårdsverket.
- Regionala referensvattendrag. Pågående. Länsstyrelsen, SLU, Naturvårdsverket.
- Områdespunkter i kalkade vatten. Pågående. Länsstyrelsen, SLU, Naturvårdsverket.
- Samordnad recipientkontroll (SRK). Pågående, Vattendragsförbund, Länsstyrelsen.
- Källflöden åsar. Avslutat. SLU, Länsstyrelsen

Programområde Jordbruksmark

Nationella

- Mark och grödoinventering. Pågående. SLU.
- Kadmium i åkermark. Avslutat. SLU.
- Miljögifter i stare. Pågående. NRM, IVL.
- Miljögifter i kanin. Avslutat. NRM, IVL .

Programområde Skog

Regionala

- Markundersökningar på fasta skogsytor i Skåne. Pågående. Skånes samrådsgrupp mot skogsskador, Ekologiska institutionen LU.

För ytterligare information om utförare, datavärddar, provlokaler, provtagningsfrekvens etc. hänvisas till Länsstyrelsens rapporter: Nationell och regional miljöövervakning i Skåne län (2001:9) och Länsprogram för miljöövervakning i Skåne län 2002-2006 (2001:49).

3.3 RIKTVÄRDEN OCH GRÄNSVÄRDEN FÖR KADMIUM

Sveriges medlemskap i Europeiska Unionen har inneburit att ett flertal riktvärden och gränsvärden påverkats. Som regel finns rikt- eller gränsvärden för kadmium i olika livsmedel, dricksvatten och i slam mm. Jämförvärden för kadmium i naturmiljöer ges i Naturvårdsverkets rapportserie om bedömningsgrunder för miljö kvalitet.

Mark: För jordbruksmark har ett kritiskt gränsvärde i marken fastlagts med avseende på rekommenderade maximumhalter i födan (Naturvårdsverket 1999c). Sambandet mellan kadmiumhalten i åkermark och halten i spannmål tyder på att markkoncentrationer högre än 0.4 mg Cd/kg jord med största sannolikhet resulterar i halter i födan som överskrider det rekommenderade gränsvärdet för humankonsumtion (se livsmedel nedan).

För skogsmark finns inga rikt eller gränsvärden. I Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet i skogslandskap anges genomsnittliga kadmiumkoncentrationer i det översta markskiktet i Sverige (Naturvårdsverket 1999d).

Vatten: För dricksvatten finns för närvarande två hälsokriterier rörande kadmiumkoncentrationen. Halter på 5 µg/l och därutöver räknas som otjänligt vatten. Kadmiumhalter på 1-5 µg/l räknas som tjänligt med anmärkning vilket innebär att vattnet skall undersökas av myndigheterna (SLVFS 1989:30). Från och med den 25 december 2003 gäller nya föreskrifter (SLVFS 2001:30). Då gäller endast otjänlighetskriteriet, i enlighet med EUs direktiv om dricksvatten (EEG 98/83).

Naturvårdsverket (2000) har sammanställt bakgrundsvärden och tillståndsklasser för kadmiumhalter i sjöar och vattendrag, sediment och vattenmossa (tabell 3.1) samt för tillståndsbedömning av kadmiumhalter i kust och havsmiljö (Naturvårdsverket 1999a). Det finns inga fastlagda svenska gräns- eller riktvärden för kadmium i kust och havsvatten. I bedömningsgrunderna anges effektgränser för kadmium i sediment och i marina organismer, som tagits fram i andra länder eller via internationella organisationer, samt jämförvärden för sediment och marina organismer.

Tabell 3.1: Bakgrundsvärde och tillstånd i sjöar och vattendrag för kadmiumhalt i vatten, sediment och vattenmossa (Naturvårdsverket 2000).

	Bakgrundsvärde södra Sverige	Mycket låga halter	Låga halter	Måttligt höga halter	Höga halter	Mycket höga halter
Kadmium i vatten (µg/l)	0.014 - 0.016	< 0.01	0.01 - 0.1	0.1 - 0.3	0.3 - 1.5	> 1.5
Kadmium i sediment (mg/kg TS)	1.4	< 0.8	0.8 - 2	2 - 7	7 - 35	> 35
Kadmium i vattenmossa (<i>Fontinalis</i>) (mg/kg TS)	0.5*	< 0.3	0.3 - 1.0	1.0 - 2.5	2.5 - 15	> 15

*bakgrund hela landet

Luft: Det hygieniska gränsvärdet för kadmium i luft är 0.05 mg/m³ (totaldamm, AFS 2000:3). För övrigt finns det inga generella regler för maximalt tillåtna kadmiumhalter i luft, vare sig i Sverige eller EU

Livsmedel: EU har fastställt högsta tillåtna halt för kadmium i livsmedel (EG 466/2001). Det europeiska gränsvärdet för t.ex. spannmål (utom kli, groddar, vetekorn och ris) är 0.1 mg/kg VV. I tabell 3.2 sammanfattas gränsvärdena för kadmium i olika livsmedel, från kommissionens förordning (EG nr 466/2001). Rekommenderat högsta dagliga intag är 1 µg per kilo kroppsvikt och dag, vilket innebär ca 60 – 70 µg dagligen för en vuxen person (JECFA 1993). Senare års forskning visar att skador kan ske vid betydligt lägre halter än detta högsta dagliga intag är baserat på och denna rekommendation är därför under omprövning (Åkesson 2003). Nuvarande kadmiumintag i Sverige via maten beräknas till 10 - 15 µg dagligen (Livsmedelsverket 2003).

Tabell 3.2: Gränsvärden för kadmium i vissa livsmedel, utdrag från kommissionens förordning (EG) nr 466/2001.

Produkt	Högsta tillåtna halt (mg/kg VV)
Nötkött, får, svin och fjäderfä	0.05
Lever från nöt, får, svin och fjäderfä	0.5
Njure från nöt, får, svin och fjäderfä	1.0
Fiskkött (med undantag, se förordningen)	0.05
Skaldjur, utom brunt krabbkött	0.5
Musslor och bläckfisk	1.0
Spannmål, utom kli, vetekorn, groddar och ris	0.1
Kli, vetekorn, groddar och ris	0.2
Grönsaker och frukt (se förordningen)	0.05
Bladgrönsaker, färska örter, rotselleri och all odlad svamp	0.2
Stjälkgrönsaker, rotgrönsaker (utom rotselleri) och potatis (skalad)	0.1
Sojaböner	0.2

Handelsgödsel: Mineralgödsel med kadmiumhalter över 100 g kadmium/ton fosfor får inte saluföras (SJVFS 1994:120). Vid halter över 5 g/ton fosfor betalas en avgift på 30 kronor/gram kadmium (SFS 1998:944). Under 1996 - 2000 var genomsnittshalten 15 g kadmium/ton fosforgödselmedel (Sveriges officiella statistik 2002). I de nya regionala miljömålen för Skåne föreslås att handeln och lantbruket endast bör sälja och använda kadmiumfattiga gödselmedel med högst 5 g kadmium per ton fosfor (Länsstyrelsen i Skåne 2002).

Avloppsslam: De svenska reglerna för användningen av avloppsslam på jordbruksmark har från 1994 anpassats till EU:s direktiv. Syftena med reglering av användningen av avloppsslam inom jordbruket är att förhindra skadliga effekter på mark, vegetation, djur och människor samt att uppmuntra användningen av avloppsslam. Gränsvärdet för kadmium i avloppsslam som skall användas inom jordbruksnäringen är 2 mg/kg TS (SFS 1998:944). Åkermarken där avloppsslammet sprids får inte ha högre kadmiumhalt än 0.4 mg/kg TS. Vad gäller spridningen av avloppsslam på jordbruksmark, får den totala belastningen av kadmium inte överskrida 0.75 g/ha och år (SNFS 1994:2).

4 KADMIUMKÄLLOR

Beräkningar har visat att det globalt sett släpps ut ca 25 000-30 000 ton kadmium per år till miljön. Hälften kan härledas till vittring från bergarter till vattendrag och hav. Skogsbränder och vulkanutbrott bidrar till en del utsläpp till atmosfären. Mänskliga aktiviteter beräknas stå för mellan 4 000-13 000 ton/år (HELCOM 2002). I delrapport 2 redovisas mer i detalj hur mänskliga aktiviteter bidrar till att kadmium ackumuleras i Höjeåns avrinningsområde i sydvästra Skåne (Backe m.fl 2003).

4.1 KADMIUMKÄLLOR I BERG OCH JORD

Medelhalten kadmium i jordskorpan beräknas till 0.16 mg/kg (Greenwood and Earnshaw 1984). De största mängderna kadmium finns i mineralet zinkblände, som är en zinksulfid (ZnS). Detta mineral uppträder ofta tillsammans med andra sulfidmineral, speciellt blyglans (PbS).

Sedimentära bergarter innehåller i allmänhet mer kadmium än andra bergarter. Fosforit (som är sedimentär kalciumfosfat) och marina, svarta skiffrar, till vilka alunskiffer räknas, har de högsta halterna. Båda bergartstyperna är bildade av organiskt rika sediment som ackumulerats under syrefria förhållande som sulfider eller organiska komplex (Alloway 1990). Gnejser och graniter innehåller däremot obetydliga mängder kadmium (tabell 4.1).

Halten i jordar är ungefär densamma som för berggrunden. Variationer i kadmiumhalter förekommer mellan olika jordartstyper samt är beroende av halten organiskt material i jordmånen. Hydroxider bidrar också till att kadmiumkoncentrationen varierar med djupet i markprofilen.

Kadmium är den mest lättörliga av de vanliga tungmetallerna och rörligheten bestäms i mycket stor utsträckning av pH i marken. En förändring av pH från 7 till 4 gör att utlakningen av mangan, kadmium och zink blir ca 10 gånger högre (Naturvårdsverket 1993). Både adsorption och desorption har visat sig vara reversibla, d v s kadmium fixeras inte i marken såsom sker med kalium och även vissa tungmetaller (Christensen 1984).

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) genomförde en detaljerad och geografiskt begränsad undersökning 1994 av jordarter och berggrund i sydöstra Skåne (Kornfält m.fl. 1994). Avsikterna med undersökningen var att finna orsaken till de höga halterna av kadmium som konstaterats i bäckvattenväxter i området. Upptäckten av de höga kadmiumhalterna på Österlen gjordes i samband med att SGU utförde en biogeokemisk kartering i Skåne under 1987 (Ressar m.fl. 1987). Vid denna kartering fann man ett "kadmiumbälte" som sträcker sig från Österlen i sydöst till Kullen i nordväst.

Undersökningen av jordarter och berggrund i sydöstra Skåne (Kornfält m.fl. 1994) visar att de högsta kadmiumvärdena förekommer i jordar där den underliggande berggrunden utgörs av kambrisk sandsten. Av analysresultatet från prover tagna i morän framgår att prov med de högsta kadmiumvärdena också har en hög halt av sandsten i moränen. Undersökningen visar också att kadmiumhalterna i allmänhet är högre i lerjordar än i sandjordar. pH har också en avgörande betydelse för bindningen av kadmium i jordlagret, när pH sjunker ökar koncentrationen av kadmium i marklösningen.

Tabell 4.1: Översikt av kadmiumhalter i olika bergarter.

	Sverige (mg/kg)	Hela världen(1, 2) (mg/kg)
Magmatiska bergarter:		
Graniter		0.01 - 1.60
Basalter		0.01 - 0.60
Metamorfa bergarter:		
Gnejser		0.007 - 0.26
Skiffrar		0.005 - 0.87
Sedimentära bergarter:		
SÖ Skåne(3)		
Svarta skiffrar (inkl alunskiffer)	0.2 - 62	0.30 - 219
Övriga skiffrar	0.05 - 0.2	0.017 - 11
Sandstenar	0.1 - 11.7	0.019 - 0.4
Kalkstenar	0.03 - 0.07	0.007 - 12
Fosforiter	0.1	0.1 - 980
Sulfidmalmer (och mineral):		
Zinkblände (ZnS)		2000 - 4000
SÖ Skåne(4)	4820	
NÖ Skåne(4)	2000	

1) Alloway 1990, 2) Nilsson 1979, 3) Kornfält m.fl. 1994 och 4) Gabrielsson 1946.

Flera faktorer pekar på att det är just den kambriska sandstenen som är anledningen till de förhöjda kadmiumhalterna i bäckvattenväxter och morän. Av de kemiskt analyserade bergartsproverna fanns mycket kadmium i den kambriska sandstenen (0.098-11.7 ppm). I bly-zink-flusspatgångarna, som finns i den kambriska sandstenen, uppträder ofta zinkblände med höga kadmiumhalter (4820 ppm Cd). Undersökningen visar att zinkblände finns oregelbundet fördelat i sandstenen. Det finns en god överensstämmelse mellan höga kadmiumhalter i bäckvattenväxter (Ressar m.fl. 1987) och den kambriska sandstenens utbredning i Skåne.

Även alunskiffer är känt att innehålla höga halter av kadmium (Falk och Bergbäck 2002). Förekomsten av alunskiffer i sydöstra Skåne kan dock inte lika tydligt kopplas ihop med de höga halterna av kadmium i bäckvattenmossa (Kornfält m.fl. 1994).

Sandsten är jämfört med alunskiffer mer "porös" vilket bl. a. var förutsättningen för att de malmförande lösningarna under permisk tid (för ca 250-290 miljoner år sedan) skulle tränga in i sandstensberggrunden och där avsättas som impregnationer av bly- och zinkmalm (Johansson och Rickard 1992). Alunskiffer är mer "tät" och har varken gångar eller impregnationer av malmmineral. Nämnade egenskaper hos sandstenen kan bidra till att kadmium lättare löses ut i denna bergart. De förhöjda kadmiumhalter som har sitt ursprung från den kambriska sandstenen finns under matjordshorisonten. Man kan förmoda att antropogena föroreningar har en dominerande betydelse för matjordsskiktets kadmiuminnehåll.

4.2 ATMOSFÄRSDEPOSITION

Deposition av kadmium via nederbörd och torrdeposition är den klart dominerande tillförselvägen för kadmium till åkermark och skogsmark. I södra Sverige härrör ca 90% av kadmiumnedfallet från utländska källor (Rühling 2002).

De metaller som på olika vägar sprids till atmosfären genom förbränning, olika industriprocesser eller naturligt via exempelvis skogsbränder och vulkanutbrott, kommer förr eller senare tillbaka till jordytan. Beroende av partikelstorleken kommer metallpartiklarna att spridas olika långt från spridningskällan. En stor del av metallspridningen sker i form av mycket små partiklar och kan under optimala väderbetingelser transporteras tiotals eller hundratals mil.

För deposition av olika föreningar och metaller brukar man skilja på våt- och torrdeposition. Med våtdeposition menas att de luftburna partiklarna adsorberas till vattenfasen i atmosfären och "tvättas ur" luftmassan med det fallande regnet eller transporteras ned med iskristaller i ett snöfall. Ser man till de totala depositions mängderna av kadmium faller den största delen som våtdeposition (Hedlund m.fl. 1997). Torrdeposition är det när emissionspartiklarna faller till jordytan som gas- eller partikelformiga luftföroreningar. Denna typ av deposition är mest betydelsefull i den omedelbara närheten av emissionskällan. Storleken av torrdepositionen är till skillnad från våtdeposition beroende av landskapets karaktär och utseende. Skogsmark och då speciellt barrskog med stor partikeluppfångande yta kan ta emot betydligt större mängder än till exempel en sjöyta.

4.2.1 HALTER I MOSSA

Nedfallet av tungmetaller i Skåne har undersökts genom analys av mossprover. 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 utbredning i Skåne. Mätningarna speglar nedfallet under de närmast föregående två till tre åren.

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 för analys av tungmetaller (Rühling 2002). Kadmiumhalten i Skåne län varierade mellan 0.10 och 0.69 mg/kg. Medianhalten i länet var 0.26 mg/kg TS och i övriga Sverige låg kadmiumhalten i mossa på 0.20 mg/kg TS.

Tidigare studier av kadmium i mossa (Rühling 1991) visade att längs Skånes sydkust och på läsidan (NO-sidan) av de skånska åsarna uppmätte man något lägre värden än genomsnittet. Det antyder att depositionen av kadmium huvudsakligen är långtransporterat men med ett visst tillskott från Skånes tätbefolkade västra del. Resultatet visar också att Skåne generellt sett får ta emot större mängder än övriga delar av södra Sverige. Denna trend kan förklaras med att sydvästra delarna av Sverige får ta emot en större andel långtransporterade luftföroreningarna. Dessa slutsatser överensstämmer väl med de undersökningar man gjort i Danmark (Rühling 1991).

Nedfallet av kadmium under perioden 1985 till 2000 har minskat kraftigt i hela södra Sverige. Jämför man resultatet från undersökningar i Skåne 1985 med 2000 har kadmiumhalten i

mossa minskat med ca 50% (tabell 4.2). Minskningen förklaras framförallt av att den totala depositionen av metallhaltiga partiklar har minskat kraftigt sedan början av 1970-talet som en följd av bättre reningsteknik inom alla områden (Tyler 2003).

Tabell 4.2: Medianvärden (mg/kg TS) för kadmium i mossprover från Skåne respektive Götaland (Rhüling 2002).

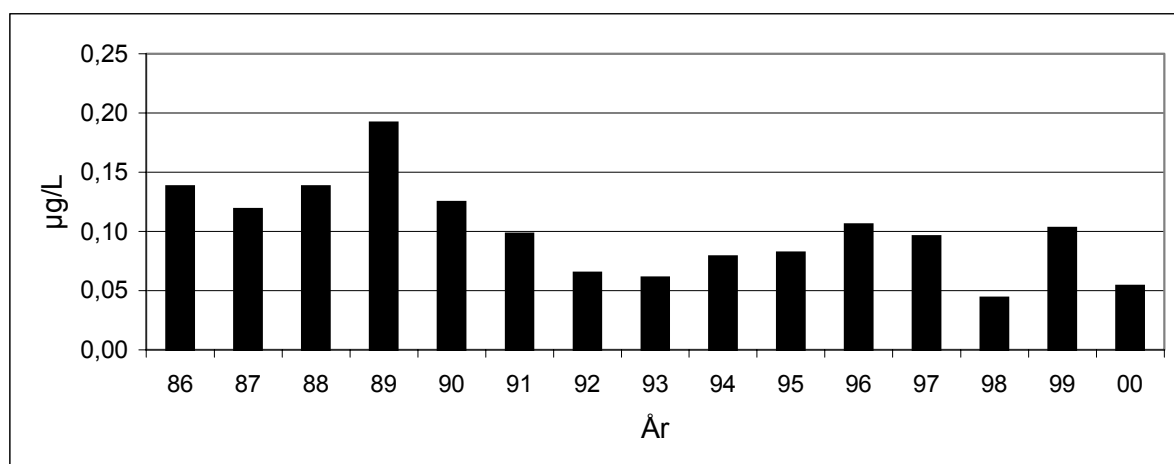
	1985	1990	1995	2000
Skåne	0.45	0.40	0.31	0.26
Götaland	0.39	0.30	0.22	0.22

4.2.2 NEDERBÖRDSMÄTNINGAR

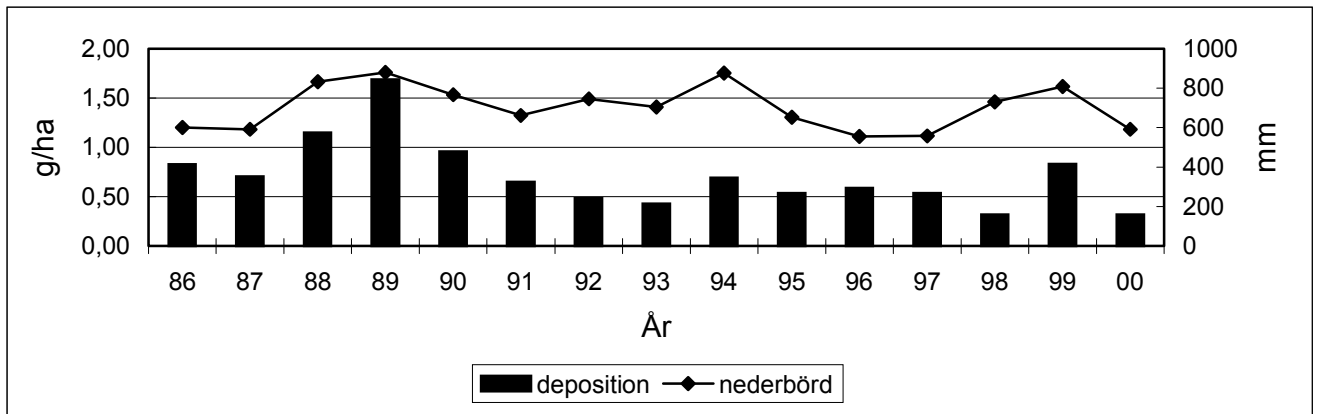
Naturvårdsverkets miljöövervakningsenhet ansvarar för den nationella övervakningen av luftens och nederbördens kvalitet i bakgrundsmiljön (områden som inte är direkt påverkade av antropogena utsläpp). För Skånes del utförs mätningar av kadmium i nederbörd vid provtagningsstationen Arup, som ligger utanför Hörby. Stationen ingår i det nationella luft- och nederbördskemiska nätet. Mätningar har bedrivits vid denna station sedan 1983.

Metodiken för att bestämma våtdeposition är att man använder trutförsedda kärl placerade under bar himmel som insamlar nederbörden. Även en obestämd andel av torrdepositionen kommer att fångas upp med denna metod om inte kärlet stängs automatiskt vid torr väderlek. Torrdeposition bidrar med ca 10-20% av den totala kadmiumtillförseln. Under 1999 var våtdepositionen i södra Sverige 0.8 g/ha och i norra Sverige 0.3 g/ha (Kindbom m fl. 2001).

De beräknade årsmedelhalterna vid Arup har under åren 1986 – 2000 varierat mellan 0.04 och 0.19 µg/l (figur 4.1, IVLs databas 2003). Depositionen av kadmium via nederbörden varierade under samma period mellan 0.3 och 1.7 g/ha (figur 4.2). Eftersom den totala våtdepositionen är beroende av nederbörden varierar kadmiumnedfallet beroende på nederbörds mängden. Såväl koncentrationen av kadmium i nederbörd som våtdepositionen har generellt varit på en något lägre nivå under de senaste åren än den var i slutet av 1980-talet, men mellanårsvariationen har i vissa fall varit stor.



Figur 4.1: Kadmiumkoncentrationen i nederbörd vid Arup 1986 - 2000.



Figur 4.2: Kadmiumdeposition via nederbörd samt nederbördsmängd vid Arup 1986 – 2000.

Medeldepositionen av kadmium vid depositionsstationen i Arup var 0.52 g/ha under perioden 1995 – 2000. Detta motsvarar en våtdeposition över Skåne på ca 104 kg kadmium per år.

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). Generellt var kadmiumhalten i nederbörd högre vid stationen i Malmö jämfört med både Burlöv och bakgrundsstationen vid Arup. Årsdepositionen av kadmium i nederbörd vid de båda stationerna var 0.88 g/ha i Malmö och 0.51 g/ha i Burlöv.

För att närmare följa belastningen av metallhaltigt stoft i Landskrona pågår sedan 1988 ett speciellt mätprogram för detta (Åkesson 2001). Programmet omfattar provtagning varannan månad av falland stoft på fyra platser i kommunen (Hilleshög, S. Bergsöe, ScanDust och Sydspetsen). Nedfallet av kadmium visade sig vara högst i närheten av industrier både vid mätningarna 1999 och 2000. Nedfallet av kadmium i Landskrona, beräknat från de fyra mätstationerna, varierade under 1999 och 2000 mellan 0.6 och 13.8 g/ha. Nedfallet vid S. Bergsöe har minskat sedan 1988, medan nedfallet vid ScanDust och Sydspetsen i stort sett är oförändrat (Åkesson 2001).

4.3 INDUSTRIELLA UTSLÄPP AV KADMIUM

Ett av de största industriella problemen med avseende på kadmium är att de verksamheter som använder ämnet (antingen som råvara eller som förorening i råvara eller produkt) ansamlar och koncentrerar kadmium. Denna mängd kadmium sprids sedan vidare in i de naturliga kretsloppen där de ackumuleras på en mer begränsad yta. Som exempel på verksamheter som använder kadmium i sin process kan nämnas järn- och stålproducenter och cementtillverkare.

Användning av kadmium för ytbehandling (kadmiering), som stabilisator och som färgpigment förbjöds i Sverige 1982. De tre användningsområdena svarade då för ca 75% av kadmiumförbrukningen. Enligt riksdagsbeslut skall all kadmiumanvändning på sikt upphöra. Det finns dock ett antal generella och enskilda undantag från kadmiumförbudet (KIFS 1998:8).

Kadmiumförbrukningen i Europa var 1997/98 ca 5 500 ton/år (Floyd manuskript). Till det svenska produktregistret anmäldes ca 3.8 ton/år kadmium som komponent i produkter, för motsvarande år (inkl. kadmiumföreningar). I tabell 4.3 redovisas beräknade kvantiteter kadmiumkomponenter i produkter som tillverkas eller importeras till Skåne, under åren 1996 – 2001 (Kemikalieinspektionen 2002). De vanligaste användningsområdena, undantagna från kadmiumförbudet, är glasyrer och emaljer till glas- och glasvaruindustri samt kemisk industri, råvara för plasttillverkning i plastindustri, färger och lacker till färgindustri och färghandel, samt delar av försvarsindustrin (Kemikalieinspektionen 2002).

Tabell 4.3: Beräknade kvantiteter kadmium (ton) som komponent i kemiska produkter anmälda till produktregistret, för Skåne 1996 – 2001.

År	Mängd kadmiumföreningar* i produkter	Mängd kadmium i produkter
1996	0.30	0.90
1997	0.22	0.81
1998	0.12	0.96
1999	0.06	0.48
2000	0.06	0.24
2001	0.12	0.21

* kadmiumsulfat, kadmiumoxid, kadmiumsulfid, kadmiumselenid, kadmiumacetat, etc.

Av de produkter som innehåller kadmium och som används i Sverige idag står uppladdningsbara NiCd-batterier för över 90% av det totala kadmiumförrådet i landet. Det tillverkas inga slutna NiCd-batteri i Sverige, men 1990 importerades ca 430 ton slutna NiCd-batteri. Öppna NiCd-battericeller tillverkas i Sverige av Saft-NiFe AB i Oskarshamn. I Skåne finns två verksamheter där kadmium ingår som råvara i framställningen av produkter (Kemikalieinspektionen 2003). För övrigt sker de industriella utsläppen av kadmium i Skåne antingen från energiproduktion, dvs. förbränning av fossila- trä- eller biobränsle, avfallsförbränning eller andra utsläpp till luft eller vatten där råvaran innehåller förorening av kadmium. Ett annat exempel på verksamhet som ofta förknippas med betydande utsläpp av kadmium är bilvårdsanläggningar (Hägglund m.fl 1999, Bergbäck m.fl 2001, Sörme och Lagerkvist 2002). Kadmium kan komma från t.ex. dubbar, bromsbelägg och förzinkade delar. Närmare beskrivning av kadmiummängder som sprids och ackumuleras i Skåne ges i delrapport 2 (Backe m.fl. 2003).

Större företag kontrollerar sina utsläpp enligt fastlagda kontrollprogram och rapporterar årligen i en miljörapport till tillsynsmyndigheten. Kontrollen av kadmium i utsläpp till luft och vatten är ibland bristfällig eftersom kadmium inte ingår som råvara utan ofta förekommer som förorening i råvaror. Data och uppgifter på kadmiumutsläpp från ett urval av industrier i Skåne där kadmium i utsläpp från verksamheten har kontrollerats ges i tabell 4.4 och 4.5. Inom ramen för detta projekt har inte någon heltäckande inventering av kadmiumbelastande industrier genomförts. Det skulle behövas en omfattande ny inventering och sammanställning av kadmiumutsläpp till luft och vatten från industrin i Skåne för att få en samlad bild av eventuella punktkällor.

4.3.1 KADMIUMUTSLÄPP FRÅN INDUSTRIEN TILL VATTEN

De flesta mindre och medelstora företag levererar sitt process- och avloppsvatten till de kommunala reningsverken (se kapitel 4.3.3 om avloppsreningsverk). Härifrån har man möjlighet att upptäcka onormalt höga halter av kadmium från inkommande vatten och

möjlighet att vidta nödvändiga åtgärder. De allra största industrierna har vanligtvis ett eget reningsverk. Länsstyrelsen i Skåne (Norrby och Åkesson 2001) har sammanställt användning, utsläpp och transport av bl.a. kadmium i Skåne. Exempel från denna rapport på utsläpp av kadmium till vattenrecipient i Skåne från åren 1985 och 1995 redovisas i tabell 4.4. I tabellen presenteras även data för 2001 från företagens miljörapporter. Kadmiumutsläppen från Nymölla bruk, producenter av pappersmassa och finpapper, härstammar till stor del från användning av barkrester i företagets egen panna för energiproduktion (se vidare 4.3.2 Kadmiumutsläpp från industrin till luft).

Tabell 4.4: Processutsläpp av kadmium till vattenrecipient i Skåne, kg/år (Norrby och Åkesson 2001, miljörapporter för 2001).

Källa	1985	1995	2001
Höganäs AB, Höganäs	0.005	3.4	(a)
Kemira Kemi AB, Helsingborg	29	6	<1
Boliden Bergsöe AB, Landskrona	0.88	0.2	1.0/2.1(b)
Hydro Agri AB, Landskrona	0.3	(a)	<0.5
Scan Dust AB, Landskrona	(c)	0.83	0.34
Stora Papyrus Ab Nymölla, Nymölla Bruk	48	28	32(d)

a) ej analyserats

b) det högre värdet inkluderar utsläpp vid brand i ett batterilager

c) anläggningen togs i drift 1984-85

d) Petersson 2003

Lakvatten från avfallsupplag kan innehålla små mängder av kadmium. Spillepengens avfallsanläggning i Malmö, som är Skånes största avfallsanläggning, släppte mellan 1987 och 1995 ut mellan 0.7 och 7 kg kadmium per år med lakvattnet (Sirviö 2003). Lakvattnet leds till Sjölundas avloppsreningsverk. Från avslutade deponier i Höjeåns avrinningsområde har man beräknat att ca 60 g kadmium per år avgår med lakvatten (Backe m.fl. 2003).

Dagvatten är ett annat exempel på antropogen kadmiumkälla till vattenrecipienterna i Skåne. Dagvattenproblematiken beskrivs utförligare i delrapport 2 (Backe m.fl. 2003). Mängden kadmium som släpps ut med dagvatten i Skåne har uppskattats till storleksordningen 0.2 – 2 ton/år (Norrby och Åkesson 2001), vilket visar att kadmiumutsläppen via dagvatten är en mycket betydande utsläppskälla.

4.3.2 KADMIUMUTSLÄPP FRÅN INDUSTRIEN TILL LUFT

Vid förbränning av fossila bränslen eller biobränslen avgår kadmium med rökgaserna. Kadmiuminnehållet i bränslet avgör halten kadmium i rökgasen. Ett annat exempel på process där kadmium avges till luften är förbränning av avfall. Idag är reningstekniken för att rena rökgaser från kadmium väl utvecklad och ofta renas rökgaserna till närmare 100%. Exempel på kadmiumutsläpp till luft i Skåne för några år under 1990 till 2001 redovisas i tabell 4.5.

I samband med energi- och värmeproduktion uppstår emissioner av tungmetaller via det bränsle som används, t.ex. kol, olja, gas och biobränsle. Kadmium kan ingå som förorening i dessa bränslen. Emissionens art och omfattning beror naturligtvis på vilket bränsle som används och hur effektiv energiproduktion och rening är.

Tabell 4.5: Utsläpp av kadmium till luften i Skåne (kg/år) (Norrby och Åkesson 2001, Åkesson 2001).

Källa	1990	1995	1999	2000
Höganäs AB, Höganäs		5		
Svenska Höganäs AB, Höganäs	0.9	1		
Höganäs Saltglaserat AB, Höganäs		0.3 (år 1994)		
Boliden Bersöe AB, Landskrona	18.2 (år 1991)	2.7	0.7(a)	1.8(a)
Scan Dust AB, Landskrona		0.4	0.7(a)	0.04(a)
Stora Papyrus Ab Nymölla, Nymölla Bruk				4.1(b)

a) emissionsdata härstammar från mätningar utanför anläggningarna

b) avser år 2001 (Petersson 2003)

Tomelilla kommun har analyserat träflis och byggavfall som används till energiproduktion i värmeverket i Tomelilla (Tomelilla kommun 1994). Kadmiumhalten i träflis varierar från < 0.1 till 0.82 mg/kg TS (tabell 4.6). Analyserna stämmer relativt väl överens med bränsleanalyser som utförts av Norrköping Miljö- och Energi (1999) samt Tekniska verken i Linköping (Lindqvist –Östblom 2001). Där uppskattades bland annat mängden kadmium i olika bränslen (tabell 4.7). Kadmium i olja anses generellt vara låg och (Jackson and MacGillivray 1995) och redovisas inte. Gummi och träbränslen innehåller varierande mängd kadmium beroende på sammansättning och träslag. I regel har returmaterial högre kadmiumhalt än olika primära skogsbränsle. Salix är ett exempel på ett träslag som visat sig ta upp mycket kadmium, halten i stam varierar mellan 0.01 – 2.2 mg/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 reningseffektivitet av kadmium direkt proportionell till rening av stoft (Örtenvik 2002).

Tabell 4.6: Kadmiumhalt (mg/kg TS) i olika typer av eldningsflis och flisaska (Tomelilla kommun, 1994).

Al flis	Ek flis	Återvunnen flis (byggavfall)	Ek & Al flisaska
0.15	< 0.1	0.82	1.8

Tabell 4.7: Halt kadmium i olika bränslen (Norrköping Miljö- och Energi 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

Utsläppen av kadmium till luften i Skåne kommer huvudsakligen från förbränning av kadmiumhaltiga bränslen. I tabell 4.8 redovisas beräknad mängd kadmium från förbränning i Skåne (Norrby och Åkesson 2001).

Tabell 4.8: Utsläpp av kadmium till luften från förbränningsanläggningar i Skåne (kg/år).

	1985(a)	1990	1995
Hela Skåne	40	18	<17

a) vissa mätningar är från 1983

Sysav AB driver en avfallsförbränningsanläggning vid Spillepeng utanför Malmö. Under 2001 utnyttjades 205 000 ton avfall som bränsle i avfallsvärmeverket. Vid avfallsförbränningen uppstår dels slaggrester som innehåller kadmium och dels rökgasaska. Dagens moderna reningsteknik gör att reningen av kadmium i rökgaserna är närmare 100% i förbränningsanläggningen. Slaggrester (som blir kvar i förbränningsugnen) sorteras och den restprodukt som kvarstår, slaggrus, används efter kontroll som bärlager i vissa markanläggningar. Rökgasaskan som uppkommer innehåller mer eller mindre kadmium beroende på kadmiuminnehåll i avfallet. I tabell 4.9 redovisas kadmium i rökgasaska som deponeras på Spillepengsområdet samt kadmiummängd som luftemission från avfallsförbränningsanläggningen. Lakvatten från deponerade askor genomgår först rening och leds därefter till Sjölanda avloppsreningsverk i Malmö.

Tabell 4.9: Kadmium i rökgasaska och luftemission (kg) från Sysavs avfallsförbränningsanläggning i Malmö. Värdena som redovisas i tabellen baseras på en årlig periodisk besiktning (Sirviö 2003)

År	Kadmium i aska	Kadmium i luftemission
1998	570	0.044
1999	638	0.0084
2000	813	0.44
2001	686	0.03
2002	529	0.006

4.3.3 KADMIUMUTSLÄPP FRÅN AVLOPPSRENINGSVERK

Användningen av metaller och persistenta ämnen i samhället avspeglar i betydande omfattning sammansättningen i avloppsreningsverkens slam. 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 så finns kadmium som förorening i vissa råvaror och i importerade produkter vilket 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. Det har stor betydelse för slammets kvalitet om kommunens avloppsnät är kombinerat eller separat. Dagvatten kan också ha en hög kadmiumhalt och i kombinerade ledningssystem leds även dagvatten till de kommunala avloppsreningsverken. Fördelningen av olika kadmiumkällor till kommunala avloppsreningsverk har beräknats i flera studier, exempel ges i tabell 4.10. I delrapport 2 redovisas närmare kadmiummängder från avloppsreningsverken inom Højeåns avrinningsområde (Backe m.fl. 2003).

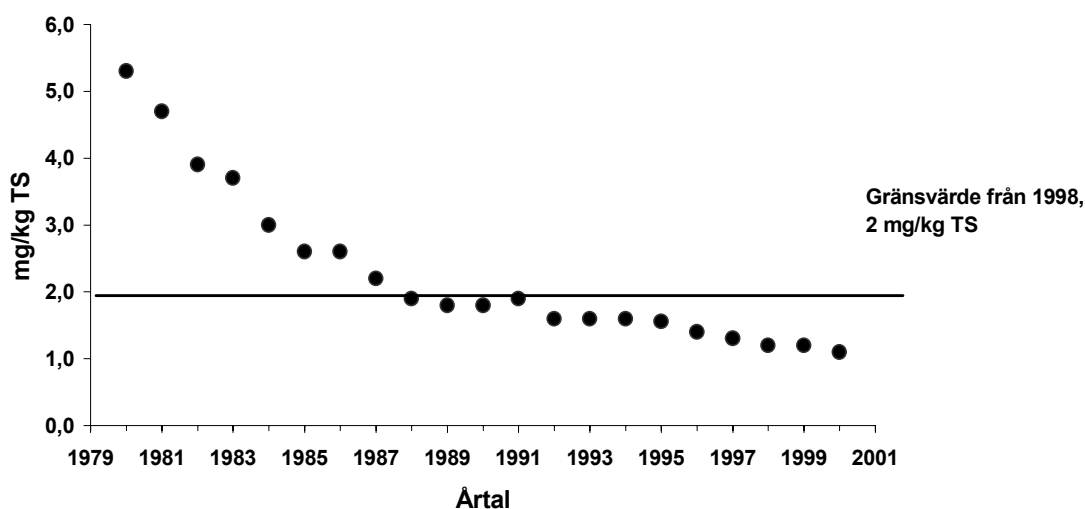
Tabell 4.10: Procentfördelning av kadmium till de kommunala avloppsreningsverken i en region (från Lindqvist 2002).

Huvudkategori	Delkategori	Andel (%)
Hushåll (30%)	Vatten	3 – 5
	Urin och fekalier	7
	Andra källor	20
Industriella källor (> 20%)	Bilvårdsanläggningar	10
	Läckage från deponi	< 1
	Andra källor	10
Dagvatten	Inläckande vatten till systemet	< 10
	Andra källor	< 40

En stor del av det kadmium som når avloppsreningsverken blir kvar i slammet. Kadmiumhalten i slam har diskuterats flitigt. Metallen har många gånger varit begränsande för om slammet har kunnat användas för spridning på åkermark (Lindqvist-Östbom 2001). Under senare år har rening av avloppsvatten förbättrats och halten kadmium i slam har reducerats markant. I figur 4.3 redovisas minskningen av kadmium i slam mellan 1980-2000, från avloppsreningsverk i Skåne. Arbetet med att minska kadmiumhalten i avloppsslam har i huvudsak varit inriktat på att minska antalet punktkällor, som t ex industriella emissioner av metallen.

Utsläpp till recipient med vatten från de kommunala avloppsreningsverken i Skåne beräknades 1985 till ca 65 kg/år och 1995 till 20 - 25 kg/år (Norrby och Åkesson 2001). I substansflödesanalysen av kadmium i Højeåns avrinningsområde beräknades utsläppen från de kommunala avloppsreningsverken längs Højeå till ca 2.9 kg/år (medianvärde för 1996-2000, delrapport 2).

Genomsnittshalter av kadmium i slam från avloppsreningsverk i Skåne län



Figur 4.3. 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). Gränsvärdet gäller slam som avses spridas på jordbruksmark.

4.4 JORDBRUK

Förutom ursprungshalten i det geologiska modermaterialet beror också kadmiumhalten i åkermarker på tillförsel från mänskliga aktiviteter. Detta stöds av en undersökning gjord i SÖ Skåne (Kornfält m.fl 1994). Studien visade att det var högre kadmiumhalter i åkermarkens matjordsskikt än i skogsmarkens, oavsett kadmiumhalten i underliggande jordlager. Halterna i åkermarkens matjordar har ökat med ca 30% under 1900-talet i Sydsverige (Andersson 1992). Källorna till kadmiumökningen är främst atmosfärisk deposition av kadmium och tillförsel via fosforgödselmedel. För jordbruk med djurhållning kan djurfoder vara ytterligare en källa till högre kadmiumhalter i mark. Kadmiumtillförsel sker även via kalkning av jordbruksmarkerna och vissa åkrar kan ha fått ett signifikant bidrag av kadmium via tillförsel av rötslam.

Att kadmium är en så kritisk tungmetall i jordbrukssammanhang beror på att den, till skillnad från andra tungmetaller, lätt tas upp i grödorna. På så sätt bidrar jordbruksprodukter till människors intag av kadmium (Eriksson m.fl.1997). Förändringar av odlingsmetoder har dessutom under de senaste decennierna, bidragit till en ökad rörlighet och biotillgänglighet av kadmium i jordbruksmarken (Hellstrand och Landner 1998).

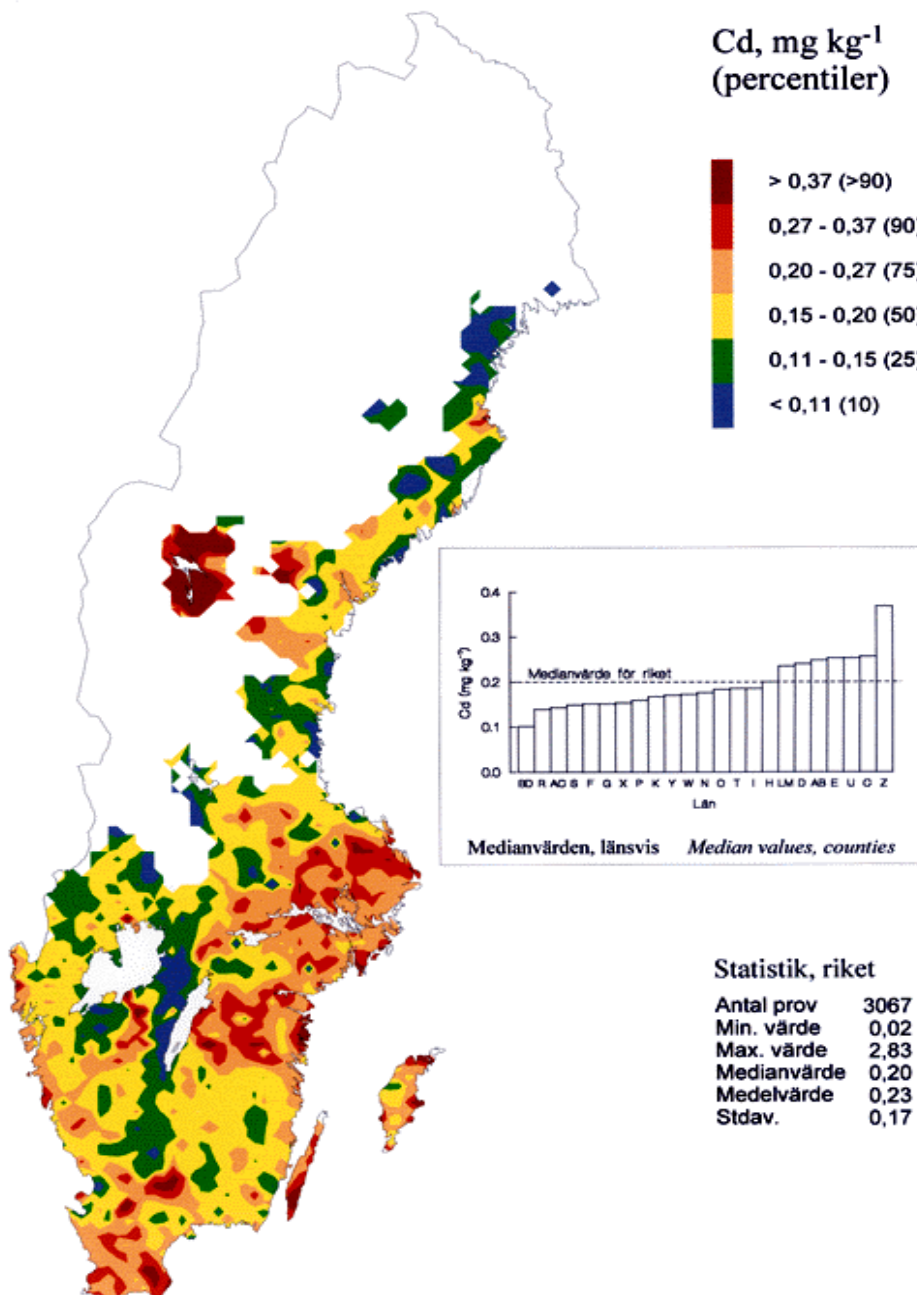
4.4.1 UNDERLAGETS PÅVERKAN PÅ KADMIMUMHALTEN I MATJORDEN

En stor del av markens kadmiuminnehåll är av naturligt ursprung och åkermarkens halter beror därför i hög grad på den berggrund ur vilken jordmaterialet har bildats. I regel finns det en korrelation mellan berggrundens kadmiuminnehåll och halten i jordbruksmark (Eriksson m.fl. 1995). I en undersökning utförd av Eriksson och Söderström (1996) av matjord i Skåne undersöktes hur kadmiumhalten i jordbruksmark varierar med den underliggande berggrunden och den ursprungliga jordartssammansättningen. De högsta kadmiumhalterna fann man i områden där den underliggande berggrunden är kambrisk alunskiffer och sandsten. I andra studier av modermaterialets betydelse för kadmiumhalten har man funnit att moränleror i Skåne har generellt högre kadmiumnivå än postglaciala leror (Eriksson m.fl. 1995).

Olika faktorer påverkar halten växttillgängligt kadmium i marken. Några av de viktigaste är: totalhalten av kadmium i marken, pH, halten konkurrerande katjoner (ex. kalcium och zink), halten organiskt material, förekomsten av järn-, aluminium- och manganoxider samt lerhalten (Hedlund m.fl 1997). Kadmiums löslighet i marken ökar med sjunkande pH-värde. 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).

Det svenska medianvärdet för kadmium i matjord är 0.20 mg/kg (Figur 4.4). På flera platser i Skåne ligger medianvärdet högre än riksmidianvärdet, och medianvärdet för hela Skåne är 0.25 mg/kg (Eriksson m.fl. 1997). Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder klassas halter mellan 0.2 – 0.3 mg/kg TS jord som måttliga och halter >0.4 mg/kg TS som mycket höga (Naturvårdsverket 1999c). Tio procent av Skånes matjord har kadmiumhalter som ligger på eller över 0.4 mg/kg TS jord (Sveder 2002).

Eriksson m.fl. (1997) har funnit att kadmiumhalterna i matjorden var ca 60% högre än halterna i djupare ner i jordlagret. Förhållandet stödjer teorin om att antropogena föroreningar har en dominerande betydelse för matjordsskiktets kadmiuminnehåll (Kornfält m.fl. 1994). Djupare ner i jordlagren förmodas tillförseln av kadmium utifrån vara lägre. Det skall dock poängteras att olika processer, såsom upptag i växter och utlakning kan påverka förhållandet av kadmium mellan de olika markskikten.



Figur 4.4: Kadmiumhalter i matjord (från Eriksson m.fl. 1997).

4.4.2 ANTROPOGEN TILLFÖRSEL AV KADMIUM TILL ÅKERMARKEN

Kadmiumhalten i jordbruksmark påverkas i hög grad av mänskliga aktiviteter. De viktigaste tillförselvägarna är via deposition, handelsgödsel, kalk och rötslam.

Mängden kadmium i fosforgödselmedel varierar beroende på mängden kadmium i de använda råfosfaten (Hedlund m.fl. 1997). Olika fyndigheter har olika halt och i Tabell 4.11 visas hur kadmiumhalten varierar mellan olika fyndigheter och råfosfater. Mineralgödsel med kadmiumhalter över 100 mg kadmium/kg fosfor får inte saluföras (SFS 1998:944). Vid halter över 5 mg/kg fosfor betalas en avgift på 30 kronor per gram kadmium (SFS 1998:944). De största handelsgödseltillverkarna i Sverige har som mål att garantera kadmiumhalt i deras gödselprodukter som ligger under denna nivå (HydroAgri 2002). Det är inte heller tillåtet att importera handelsgödsel med kadmiumhalt över 100 mg/kg fosfor (SFS 1998:944). Under 1996 - 2000 var genomsnittshalten i fosforgödselmedel 15 mg kadmium/kg fosfor (Sveriges officiella statistik 2002). I de nya regionala miljömålen för Skåne föreslås att "Handeln och lantbruket bör endast sälja och använda kadmiumfattiga gödselmedel med högst 5 mg kadmium per kg fosfor" (Länsstyrelsen i Skåne 2002).

En rimlig fosforgiva i Skåne är 13 kg per ha och år. 2001 var genomsnittshalten av kadmium i fosforgödselmedel 10 mg kadmium/kg (Sveriges officiella statistik 2002). Beräknad mängd kadmium som tillförs åkermarken i Skåne via handelsgödsel blir då 0.13 g per ha och år, vilket motsvarar ca 63 kg kadmium till hela Skånes åkerareal (485 700 ha).

Tabell 4.11: Medelvärden för kadmiumkoncentration (mg/kg) i råfosfatfyndigheter (Kongshaug m.fl. 1992).

Ursprungsland	Kadmiumhalt
Ryssland (Kolahalvön)	0,1
USA	11
Sydafrika	0,2
Marocko	30
Övriga N. Afrika	60
Mellanöstern	9
Medelvärdet för 90% av alla råfosfatreserver	25

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 från djurfoder, till Skånes jordbruksmarker har beräknats till 85 kg kadmium (Törner 2003). Tillförseln från stallgödsel överstiger alltså tillförseln av kadmium från handelsgödsel med 22 kg/år. Skillnaden är dock att det mesta av stallgödseln härstammar från de skånska åkrarna medan handelsgödseln importeras.

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 (se kapitel 4.3.3 om avloppsreningsverk). Därför kan slammet också innehålla skadliga tungmetaller. Mängden tillfört kadmium per kg fosfor vid en viss fosforgiva är i regel 2-4 gånger högre vid slamgödsling än vid stall- och handelsgödsling (Sveder 2002). Gränsvärden har därför införts för hur höga metallhalter slammet får innehålla för att kunna användas på åkermark. Sedan 1998 är gränsvärdet för

kadmium 2 mg/kg TS. Även åkermarkens innehåll av kadmium har ett gränsvärde som inte får överskrida 0.4 mg/kg TS (Hedlund m.fl. 1997). Ungefär 10% av Skånes jordbruksmark tillåts inte slamgödslas på grund av för höga kadmiumhalter i matjorden (Sveder 2002).

I Skåne produceras årligen omkring 30 000 ton slam (beräknat på TS, Sveder 2002). Eftersom det finns gott om åkermark i Skåne finns det stora arealer där slam kan spridas. Till exempel spreds ca 75 – 80% av länets producerade slammängd på åkrarna under 1998. Sammantaget i Sverige spreds samma år ca 20% av slammet på åkrar (Naturvårdsverket 2001). Även om kadmiumkoncentrationen i skånskt slam har minskat betydligt under senaste tjugo åren (figur 4.3) måste de stora mängder slam som sprids fortfarande anses som en relativt stor kadmiumkälla. Genomsnittshalten för kadmium i slam för tillståndspliktiga avloppsreningsverk år 1998 var ca 1.2 mg/kg TS (Sveder 2002), vilket innebär att ca 27 kg kadmium spreds på Skånska jordbruksmarker vid den tidpunkten. På senare år har en debatt förts huruvida det är lämpligt eller ej att sprida slam på jordbruksmark. För mer information om denna debatt, se Naturvårdsverket (2002).

I Simrishamns kommun upptäcktes i början av 1990-talet höga halter av kadmium i avloppsreningsslammet i S:t Olof. För att utreda orsaken till de höga kadmiumhalterna undersöktes kommunens vattentäkt (en djup bergborrad brunn) och avloppsvattnet (Nilsson 1994). I båda fallen konstaterades låga kadmiumhalter. Istället misstänkte man det gamla och dåliga ledningsnätet i området. Man fann att ledningarna fungerar som dräneringsrör och att mängden vatten som läckte in var dubbelt så stor som mängden avloppsvatten. 10% av ledningsnätet går genom områden med höga kadmiumhalter i ytvatten och mark. Kadmiumtillförsel från detta ledningsområde ansamlas i det organogena slammet som fungerar som ett filter. Vintertid, med högre nederbörd och grundvattennivåer, leds mera vatten till avloppsreningsverket vilket ger högre kadmiumhalter än sommartid. Ytligt grundvatten har sommartid kadmiumhalter på 0.6 µg/l. Kadmiumhalten i slammet var ca 15 mg/kg TS efter biologisk rening och ca 10 mg/kg TS efter kemisk rening.

Atmosfärsdepositionen av kadmium utgör förstås en betydande del i kadmiumbalansen för jordbruksmarker, atmosfärsdepositionen beskrivs mer utförligt i kapitel 4.2. Beräknad atmosfärsdeposition i Skåne år 1999 var ca 0.8 g/ha och år vilket motsvarar en tillförsel på ca 400 kg kadmium per år till de skånska åkrarna.

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 kan nivån för tillförsel av kalk uppgå till ca 0.15 g/ha, detta till följd av den återförsel som sker via sockerbrukskalk (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).

4.4.3 UPPTAG I VÄXTER

Mellan olika växtslag finns viktiga skillnader i metallupptag, vilket också påverkar kadmiuminnehållet (tabell 4.12 och 4.13). Generellt har vete högre kadmiumhalt än övrig spannmål, förutom vissa havresorter. Sockerbetor kan också ha höga halter om marken är rik på kadmium (Wikström 1994). Det är viktigt att kontrollera kadmiumhalten i matjord och gröda för att kunna styra jordbruksproduktionen och minska kadmiumhalten i

jordbruksprodukter. Idag finns gränsvärden som reglerar kadmiuminnehåll i grödor (se kapitel 3.3).

Tabell 4.12: Upptagkoefficient av kadmium för olika grödor som växer på olika jordarter (Eriksson 1990).

Gröda	Jordart	Koefficient
Raps	Sandjordar	173
	Leriga jordar	43
Rajgräs (fodergräs)	Sandjordar	22
	Leriga jordar	5,4
Höstvete	Mineraljordar	325
	Organogena jordar	66
Havre	Mineraljordar	12
	Organogena jordar	46
	Sandjordar	22
	Leriga jordar	21

Tabell 4.13: Normalt förekommande kadmiumhalter ($\mu\text{g}/\text{kg}$ färskvikt) i olika växtslag (Jorhem och Sundström 1993, Koivistoinen 1980)

Växtslag	Medeltal	Spridning	Antal prov
Frukt & Grönsaker			
Sallat	8	2 - 18	8
Morot	22	4 - 48	6
Potatis	17	8 - 46	8
Äpple	< 1	< 1 - 1	6
Jordgubbar	8	< 1 - 30	10
Solrosfrön (skalade)	380	240 - 560	8
Sädeslag			
Höstvete	60	40 - 85	34
Havre	40	4 - 70	36
Korn	20	8 - 40	47
Råg	15	8 - 40	50

Som nämnts ovan är det många faktorer som påverkar upptag av kadmium i grödor. Jordar med hög halt av lera och/eller med hög organisk halt har större förmåga att absorbera kadmiumjoner än lätta jordar och mark med en låg organisk halt (Bergbäck och Jonsson 1998). Andra faktorer som påverkar biotillgängligheten är koncentrationen av katjoner (positiva joner) i av neutrala marklösningen. Gödslar man en jord med t ex kalksalpeter tillför man jorden näring, och samtidigt höjs halten salter i marken. De kalciumjoner som tillförs med kalksalpeter konkurrerar med andra joner, däribland kadmiumjoner som är bundna vid markpartiklarna. På så sätt kan tungmetaller frigöras och bli tillgängliga för växten (Bergbäck och Jonsson 1998). Vid låga pH (< 6) konkurrerar vätejonen med de positiva kadmiumjonerna om utbytesplatserna på mineralpartiklarna och de organiska kolloiderna. Resultatet blir att kadmium frigörs och en ökad upptagning hos grödorna blir möjlig, samt en större risk för ökat läckage till grundvattnet (Bergbäck och Jonsson 1998).

Förändringar av odlingsmetoder har under de senaste decennierna också 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 på dessa jordar, vilket tenderar att mobilisera kadmium (Hellstrand och Landner 1998).

Arkivprov av vetekärnor från början av seklet visar att kadmiumhalten i höstvetekärnor kan ha fördubblats under 1900-talet (Kjellström m.fl. 1975, Andersson och Bingfors 1985). Samtidigt har det framkommit att säkerhetsmarginalen när det gäller kadmiumintaget troligen endast är en fjärdedel av vad man hittills trott (Buchet m.fl. 1990).

Under 1992 genomfördes en undersökning av kadmiumhalten i skånska matjordar och i höstvetekärnor (Eriksson och Söderström 1996). Undersökningen omfattade 197 provpunkter i Skåne. Resultaten visade att medelhalten av kadmium i jordbruksmark var 0.31 mg/kg (HNO₃-extraherbart) vilket kan jämföras med medelhalten för övriga Sverige som var 0.26 mg/kg (1811 provpunkter, Eriksson m.fl. 1995).

Undersökningen visade vidare på att kadmiumhalten i höstvetekärnor hade samma fördelning som kadmiumhalten i jorden, d v s en hög halt av kadmium i matjorden gav även en hög koncentration av kadmium i vetekärnan. Medelhalten av kadmium i höstvetekärnorna var 0.043 mg/kg TS. Detta är ett relativt lågt medelvärde och beror troligen på att sommaren 1992 var varm och torr. Ett flertal undersökningar har visat att kadmiumhalten i vete blir högre med ökad nederbörd under växtsäsongen. Kjellström m.fl. (1975) har visat att kadmiumhalten i vete kan dubbleras/halveras mellan olika år beroende på variationer i klimatet.

Andra undersökningar om kadmiumhalt i vete från Skåne har visat genomsnittshalter på 0.068 mg Cd/kg TS (Eriksson 1990) och 0.096 mg Cd/kg TS (Andersson och Pettersson 1981). Om dessa värden är jämförbara med andra undersökningar av vete i övriga Sverige, skulle Skåne generellt ha något högre kadmiumhalt i vetet än övriga landet.

Kadmium i de skånska höstvetejordarna tycks vara mer växttillgängligt än det är i motsvarande mellansvenska jordar. En bidragande faktor kan vara att kadmiumdepositionen är högre i Skåne än i Mellansverige (Rüling m.fl. 1992) och att mark och gröda tillförs tillgängligt kadmium den vägen.

Eriksson och Söderström (1996) menar att en stor andel av höstvetet som växer på skånska jordbruksmarker, med genomsnittliga kadmiumhalter i marken och med normala sommarnederbördsmängder, kommer att ha kadmiumhalter som överstiger 0.1 mg/kg.

4.4.4 KADMIUMBUDGET FÖR ÅKERMARK I SKÅNE

För att uppnå det skånska miljömålet måste all tillförsel av kadmium från alla källor reduceras. För trots att olika åtgärder resulterat i att tillförseln av kadmium till marken minskat kraftigt så sker det fortfarande en ackumulation av kadmium i Skånsk åkermark (tabell 4.14). Tabellen visar budgetberäkning från Höjeåns avrinningsområde som får representera kadmiumackumulationen i skånska jordbruksmarker (Backe m.fl. 2003). Resultatet av undersökningen visar att tillförseln av kadmium överstiger bortförseln med 0.5 g/ha och år vilket motsvarar ca 240 kg kadmium per år till Skånes åkermark. Om man bortser

från tillförseln via atmosfäriskt nedfall och bortförseln via läckage, flöden som lantbrukssektorn inte själv kan påverka, balanseras tillförsel och bortförsel.

Tabell 4.14: Kadmiumbalans för Höjeåns avrinningsområde (från Backe m.fl. 2003: Kadmiumsituationen i Skåne, delrapport 2).

		Kadmiumhalt, (g/ha och år)
Tillförsel	gödselmedel	0.20
	slam	0.12
	kalkning	0.15
	atmosfäriskt nedfall	0.54
	<i>summa</i>	<i>1.01</i>
Bortförsel	grödor	0.45
	utlakning	0.06
	<i>summa</i>	<i>0.51</i>
Tillförsel - Bortförsel		0.50

Andra utredningar som visar samma trend, dvs. att tillförd mängd kadmium överstiger den bortförda, visas i tabell 4.15. Att tillföra marken nuvarande mängd kadmium är inte långsiktigt hållbart. Även om kadmiumhalterna i dagens åkermark, i genomsnitt 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.

Tabell 4.15: Olika utredningar från Skåne och resultat av kadmiumbalanser, g Cd/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

5 EXEMPEL PÅ KADMIUMHALTER I DEN SKÅNSKA MILJÖN

I detta kapitel presenteras exempel på kadmiumhalter som har uppmätts i naturmiljön i Skåne under den senaste tioårsperioden. Kadmium i Skånes atmosfär, skånska berg- och jordarter samt i jordbruksmark presenterades i kapitlet om kadmiumkällor. För en mer omfattande beskrivning av kadmiumflödet i samhälle och miljö hänvisas till delrapport 2 om kadmiumflödet inom Höjeåns avrinningsområde (Backe m.fl. 2003).

5.1 KADMIUM I SKÅNSKA SKOGAR

Skogen i Skåne kännetecknas av mycket ädellövskog och avsaknad av naturlig granskog. Särskilt vad gäller skogen har Skåne län mer gemensamt med kontinenten än med övriga delar av Sverige. Skåne är genom sitt läge extra utsatt för ett stort nedfall av luftföroreningar, vilket ger problem med försurning och näringsobalans i skogsmarken (Länsstyrelsen i Skåne 2001). Markkemin i skog kartläggs via de nationella övervakningsprogrammen

Ståndortskarteringen och Riksskogskarteringen. Utöver dessa miljöövervakningsprogram finns en rad regionala miljöövervakningsprogram. Bland annat bedriver Skånes Samrådsgrupp mot Skogsskador tillsammans med Lunds universitet sedan mitten på 1980-talet mätningar av bland annat markkemi på ett 30-tal permanenta observationsytor i Skåne (Nihlgård 1996).

Kadmium tillförs skogsmarkens översta jordlager i första hand från atmosfärsdeposition. Det översta skiktet, mårskiktet, i skogsmarker är mycket rikt på organiskt material och absorberar därför tungmetaller effektivt. Mårskiktet kan betraktas som ett filter mellan tillförseln från det atmosfäriska nedfallet och djupare marklager (Tyler 1983).

5.1.1 KADMIUMHALTER I SKOGSJORD I SKÅNE

Bakgrundshalten för kadmium i mårskiktet har skattats till 0.2 mg/kg TS (Johansson m. fl. 1995). Skattningarna baseras på historiska data från sjösediment och nuvarande halter från sediment från avlägsna sjöar i norra Sverige där man kan anta att påverkan från mänsklig aktivitet är försumbar. Idag är kadmiumhalten i det övre jordlagret i södra Sverige markant högre än bakgrundshalten. 1985 togs ca 360 prover i det översta jordlagret från skogar i hela Sverige och analyserades på tungmetaller (Andersson m.fl. 1991). I Södra Sverige var medianhalten kadmium i mårskiktet 0.71 mg/kg TS. För hela Sverige var motsvarande halt 0.64 mg/kg TS. Lokalt kring föroreningskällor kunde det förekomma mycket höga halter, 10-100 gånger högre än de regionala medianvärdena.

De förhöjda halterna i söder beror till största del på den högre atmosfärsdepositionen, med källor i huvudsak på kontinenten. Atmosfärsdepositionen av kadmium har minskat betydligt sedan 1970-talet (Notter 1993). Förändringar av kadmiumhalten i mark beror i stor utsträckning på nedfallet men även på upptag i växter och utläckage från marken. Flödesstudier har visat att transporten av kadmium ut ur markprofilen har ökat i starkt försurade områden. Kadmiumutlösning sker när pH blir lägre än 5 (Tyler 1981). Kadmiumhalten i marklösningen kan därför vara upp till fem gånger högre i en granskog jämfört med en björkskog (Bergkvist m.fl. 1989). Kadmiumhalten i markvätska vid kalkning minskar med stigande pH, men ökar igen vid pH > 7, på grund av att lösligheten av humuskomplex ökar (Tyler och Olsson 2001).

Eftersom marken försurats kraftigt har kadmiumhalterna i marklösningen ökat mer än 10 gånger under de senaste 30 åren. Nettoutflödet av kadmium, särskilt från mineraljorden, uppgår till 5 - 10 g/ha och år i sur skogsmark i södra Sverige (Bergkvist 2001). Det utbytbara förrådet kommer därför troligen att minska. Halterna och flödet av kadmium i markens övre del i starkt försurade områden förväntas minska inom en 25-årsperiod, under förutsättning att kadmiumdepositionen fortsätter att minska. Resultatet blir att kadmiumhalterna i grund- och ytvattnet successivt kommer att öka.

Under 1993 genomfördes en studie av skogsmark på 42 fasta observationsytor i gran-, tall- och bokskog i Skåne. Resultatet från studien visar att totalhalten av kadmium i det översta jordskiktet i medeltal var 0.67 mg/kg TS (Nihlgård 1996). Aktuella totalhalter (år 2000) av kadmium i 30 skånska lövskogar rapporteras i Tyler och Olsson (2002). Kadmiumhalten i det översta jordlagret (7.5 cm) var 0.16 mg/kg TS (medelvärde) och variationen var stor, 0.05-0.47 mg/kg TS. Genomsnittshalten för de 30 skogsjordarna kan jämföras med medelhalten för kadmium i jordskorpan som är 0.16 mg/kg TS (Greenwood and Earnshaw 1984). Kadmiumhalten i markvätskan uppmättes till 0.45 µg/l (0.10 – 1.46 µg/l). I studien har man

också funnit att höga kadmiumhalter i markvätskan sammanfaller med höga nitrathalter. Det indikerar att nitrifikation har stor betydelse för utlakning av kadmium från skogsjordar.

5.1.2 KADMIUMHALTER I SKOGSVEGETATION

Kadmiumnedfallet i skogsmark mäts i mossa från skogsmarker vart femte år (Rühling och Tyler 2001). Mossor lämpar sig utmärkt för att mäta kadmiumnedfall eftersom mossvävnad saknar yttre skyddande cellager. Ämnen tas därför lätt upp av växten via luften och ackumuleras i vävnaderna. Näringsupptaget från marken är minimalt eftersom mossorna saknar rötter. Kadmiumhalt i mossa har presenterats i kapitel 4.2 om atmosfärsdeposition.

Kadmiumhalterna i blad på träd ligger i allmänhet under 1 mg/kg. Hos lövträden fördelar sig halterna kadmium i ordningen sälg > asp > björk > rönn. Vad gäller barrträd har tall som regel högre halter än gran. Mycket stora skillnader föreligger också mellan olika örter, särskilt vad gäller halterna i rötter. Växttillgängligt kadmium tas lätt upp av rötterna och transporteras till de ovanjordiska växtdelarna. Halterna är ofta 3 - 5 gånger högre i rötterna än i de ovanjordiska delarna (Tyler 1972). I studier på svampar (bl a snöbollschampinjoner) har man funnit mycket höga halter av kadmium men även här finns en stor variation mellan olika svamparter (Tyler 1980).

5.2 KADMIUM I GRUNDTVATTEN

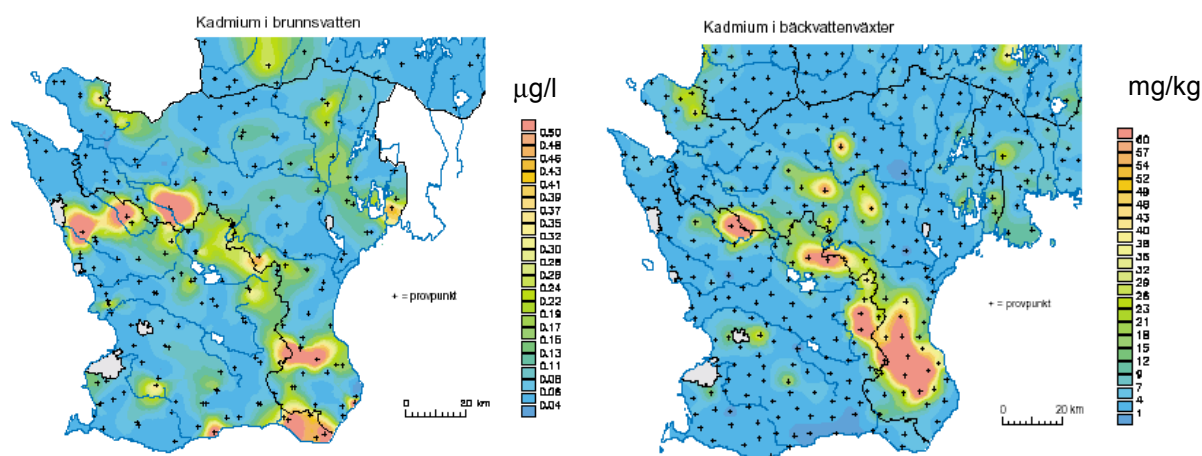
Grundvattnet är en värdefull resurs som genom olika mänskliga aktiviteter kan påverkas negativt. Tillgången till grundvatten i Skåne är god, men sårbarheten är hög på många platser. Risken finns att föroreningar tränger ned i grundvattnet och gör att det inte kan användas som dricksvatten. Det övergripande nationella miljö kvalitetsmålet för grundvatten är ”Grundvattnet skall ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag”.

En stor del av dricksvattnet som används utanför tätorterna hämtas från grävda eller borrhade brunnar. Vattenkvaliteten påverkas av flera olika faktorer. Den viktigaste faktorn som styr koncentrationen av kadmium i grundvattnet är berggrundens eller jordartens kadmiuminnehåll. Det som avgör kadmiums rörlighet i marksystemet är pH-värdet i marklösningen, ett lågt pH ökar rörligheten och därmed koncentrationen av kadmium i grundvattnet. I markvatten och grundvatten har man funnit att kadmiumhalten stiger snabbt då pH understiger 5 (Naturvårdsverket 1999b). Den försurningssituation som råder innebär att pH i marken har sjunkit med 0.3 – 0.9 enheter i markhorisonten och 0.3 – 0.7 enheter i mineraljorden (Staaf och Tyler 1995). Denna sänkning av pH i marken kan innebära att den ackumulerade kadmiummängden börjar urlakas i högre utsträckning om försurningssituationen förvärras eller bibehålles. I vissa regioner med sedimentär berggrund förekommer naturligt höga halter av kadmium i grundvattnet utan att pH är särskilt lågt (Naturvårdsverket 1999b). De gränsvärden som gäller för kadmium i grundvatten och dricksvatten är 1 µg/l (tjänligt med anmärkning) och 5 µg/l (otjänligt) (SLVFS 1989:30).

5.2.1 NATIONELL MILJÖÖVERVAKNING AV GRUNDTVATTNET

SGU har analyserat kadmium i brunnar i Skåne och funnit ett samband med de förhöjda halterna (s.k. Kadmiumbältet) som framkom via den geokemiska karteringen i Skåne (Ressar m.fl. 1987). Höga kadmiumhalter fanns i brunnar i bl.a. i Simrishamn, Tomelilla, Svalöv, Klippan och Helsingborgs kommuner. Kadmiumhalterna i brunnsvatten och bäckvattenväxter visas i figur 5.1 (Aastrup 1999). På vissa ställen i Skåne är halterna högre än det

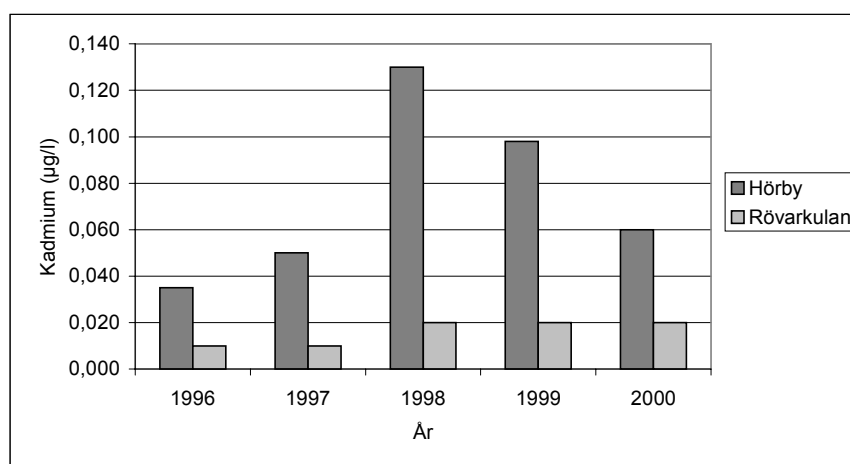
effektgränsvärde på 0.1 µg/l där det finns risk för att effekter uppträder hos akvatisk biota i känsliga vatten (Naturvårdsverket 1999b). De höga brunnsvattenhalterna förklaras till stor del av förekomsten av kambrisk sandsten, som visats innehålla höga kadmiumhalter (se vidare kapitel 4.1), i de påverkade områdena. Men även atmosfärsnedfall, fosfatgödselmedel, industriutsläpp och försurning är källor som kan påverka kadmiumhalten i grundvattnet.



Figur 5.1: Kadmium i brunnsvatten och i bäckvattenväxter (från Aastrup 1999).

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) driver sedan 60-talet ett nationellt grundvattennät, där mätningar av vattennivå och vattenkvalitet utförs regelbundet. I Skåne utför man olika typer av grundvattenmätningar vid tio platser. Vid två av dessa, Rövarkulan och Hörby, mäts metaller i grundvatten två gånger per år. SGU utför miljöövervakningen av grundvatten med provtagning och datalagring på uppdrag av Naturvårdsverket.

Mellan 1996 och 2000 varierade kadmiumhalterna vid de två provtagningsstationerna Hörby och Rövarkulan mellan 0.01 och 0.19 µg/l (figur 5.2). Vid Rövarkulan var kadmiumhalten lägre än vid Hörbystationen. Uppmätta halter ligger under livsmedelsverkets gränsvärde för dricksvatten men för 1998 och 1999 var kadmiumhalterna vid Hörbystationen klassad som måttlig (enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet) med risk för effekter på akvatisk biota.



Figur 5.2: Årsmedelvärde för kadmium vid de båda miljöövervakningsstationerna för grundvatten i Skåne (data från SGUs databas 2003).

5.2.2 KADMIUMHALTER I GRÄVDA OCH BORRADE BRUNNAR I SKÅNE

I en studie av 337 lantbrukares enskilda brunnar i södra Sverige undersökte man sambandet mellan kadmiumhalter i vattnet från egen brunn och surhetsgraden (Benseryd m.fl. 1994). Dessa lantbrukare konsumerade mest egenproducerad föda och hade en egen brunn under 15 meters djup, ej kalkad eller med filter. Lantbrukarna delades upp i fem grupper, med avseende på surhetsgraden i deras brunnar, vilket framgår av tabell 5.1. Resultatet från studien visade att sura brunnar har högre halter av kadmium. Kadmiumvärdena minskade gradvis från det mest sura vattnet till det mest basiska.

Tabell 5.1: Halten kadmium i dricksvatten hos 327 lantbrukare med egen brunn och dricksvatten med varierande surhetsgrad (A mest surt, D minst surt). Grupp E består av personer som hade dricksvattenfilter, borrhåll brunn eller kommunalt vatten (efter Benseryd m.fl. 1994).

	Kategori	A	B	C	D	E
Kadmium (µg/l)	Surhetsgrad	4.7 – 5.7	5.1 – 6.0	6.1 – 7.4	7.5 – 8.2	5.5 – 8.6
	Median	0.11	0.05	0.04	0.03	0.02
	Max - min	0.04 – 1.6	<0.01 – 0.36	0.01 – 0.26	<0.01 – 1.10	<0.01 – 0.43

I samma studie undersökte man också halterna av metaller i urin och blod/plasma hos lantbrukarna. Man fann inga signifikanta samband mellan kadmiumkoncentrationen i vatten och kadmiumhalterna i blodet hos lantbrukarna. Däremot fanns ett klart samband mellan höga kadmiumhalter i blodet och rökning (Benseryd m.fl. 1994), se vidare kapitel 6.1.

I Skåne har miljö- och hälsoskyddsförvaltningarna i bl. a. Svalöv, Eslöv, Höör, Hörby, Sjöbo, Lund, Tomelilla och Simrishamns kommuner undersökt ett hundratal brunnar med avseende på kadmium (1992 - 1993). Sammanställningen av analysdata visar att det finns ett flertal brunnar med höga halter av kadmium och många brunnar med förhöjda värden (tabell 5.2). Det finns också en generell trend som visar att grävda brunnar har högre kadmiumhalter jämfört med borrhåll brunnar. Detta kan bero på att:

- ytvatten från gårdsplaner eller åkermark lätt kan tränga ned i de grävda brunnarna
- en generell markförsurning löser ut zink och kadmium ur marklagren
- de grävda brunnarna är gamla och har gamla galvaniserade ledningar som avger kadmium i kranvattnet och eventuellt i brunnen

Tabell 5.2: Kadmiumhalter (µg/l) i grävda och borrhåll brunnar i Lunds, Svalövs, Eslövs, Höörs, Hörby och Sjöbo kommuner 1992 - 1993, (Länsstyrelsen i Malmöhus län, opublicerat). Tillståndsklasser enligt Naturvårdsverket (1999).

	Låg halt <0,1		Måttlig halt 0,1- 0,99		Hög halt >1,0	
	Antal	%	Antal	%	Antal	%
Borrhåll brunnar	37	54	29	42	3	4
Grävda brunnar	19	26	46	63	8	11
Samtliga brunnar	56	39	75	53	11	8

I en studie utförd av miljö- och hälsoskyddskontoret i Simrishamns kommun av kadmiumhalter i grundvattnet undersöktes 118 brunnar, 41 borrhåll, 74 grävda och 3 källor (Simrishamns kommun 1994). Av de 118 brunnarna klassificerades 2 som otjänliga (>5 µg/l) och 7 stycken som tjänliga med anmärkning (>1 µg/l). Man undersökte också om det fanns

något samband mellan kadmiumhalt och borrhåll alternativt grävda brunn. Man fann att kadmiumhalterna var något högre i de grävda brunnarna än i de borrhåll, dock var skillnaderna så marginella att man inte kunde dra några generella slutsatser. I undersökningen fann man klara skillnader beroende på det geografiska läget. I källor som provtogs inom "kadmiumbältet" var medelvärdet av kadmium 0.39 µg/l, medan medelvärdet i de lägre och uppodlade områdena belägna utanför den kambriska sandstenen var 0.04 µg/l.

I Hörs kommun analyserade miljö- och hälsoskyddskontoret dricksvattnet i ett flertal grävda och borrhåll 1992. Man valde provtagningspunkter med hänsyn till berggrund, djup på brunn, omgivande natur och geografiskt läge. Av de sju brunnar som analyserades var det en brunn som bedömdes som tjänlig med anmärkning (1.5 µg Cd/l) medan de övriga hade kadmiumhalter som understeg 1.0 µg/l (Jeppsson 2003). Brunnen med de högsta kadmiumkoncentrationerna var grävda till cirka 6 meter och belägen ovanpå sandstensberggrund. Vid provtagningsstillfället togs även bakteriologiskt prov som även det var bedömt som tjänligt med anmärkning vilket kan indikera en ytvattenpåverkan och/eller påverkan från avloppsvatten eller dylikt. Sommaren 2002 togs ett samlingsprov på tätortens vattentäkter. Inga förhöjda halter av kadmium upptäcktes (Jeppsson 2003).

I Hörby kommun analyserades vattnet i 49 brunnar med avseende på kadmium under åren 1989 – 1992. Av de 49 brunnarna fanns det en brunn där vattnet hade en mycket hög kadmiumkoncentration, 4.6 µg/l. Ny provtagning av brunnsvattnet direkt i brunnen gav 0.8 µg Cd/l. Resultatet tyder på att det var vattenledningen som bidrog till den höga kadmiumhalten i dricksvattnet. Ytterligare en brunn bedömdes som tjänlig med anmärkning, de övriga brunnarna hade låga kadmiumhalter, < 1.0 µg Cd/l.

I Tomelilla kommun (1992) tog man prover på vattnet från de kommunala vattenverken för att undersöka tungmetallkoncentrationen (tabell 5.3). Tre av sex vattenverk hade vatten som bedömdes tjänliga med anmärkning (>1µg/l) med avseende på kadmium. Vattenverket i Onslunda (7 km nordost om Tomelilla) hade kadmiumhalter nära gränsvärdet för otjänligt vatten (5 µg/l). De höga värdena i Onslunda förstärker antagandet om att underliggande berggrund påverkar vattenkvaliteten eftersom Onslunda är beläget inom "kadmiumbältet".

Tabell 5.3: Sammanställning av kadmiumhalter i vattenverken i Tomelilla kommun 1992.

Vattenverk	Kadmium (µg/l)
Tomelilla	0,2
Brösarp	0,4
Eljaröd	0,2
Fågeltofta	1,2
Onslunda	3,8
Smedstorp	1,5

I en studie i södra och mellersta Sverige undersöktes 113 jordbrunnar och 167 bergbrunnar (Stenström 1989). Målsättningen med undersökningen var att studera effekten av markförsurningen med avseende på kadmium och bly i tappvattnet från privata brunnar. Resultatet från studien visade att vattnet i jordbrunnarna var i medeltal avsevärt surare än

vattnet från bergbrunnarna, tabell 5.4. Vad gäller kadmium var det dock ingen brunn som hade halter över 1 µg/l, trots att proven togs ur vattenkranar och därmed kan ha påverkats av material i ledningar och hydroforer. Vid studien av sambandet mellan försurning i mark och kadmiumhalt kunde man se en tydlig tendens att halten av kadmium ökade med sjunkande pH. Sambandet var speciellt tydligt för jordbrunnarna.

Tabell 5.4: Kadmiumhalter samt pH i kranvatten från jord- och bergbrunnar i södra och mellersta Sverige (Stenström 1989).

Brunnstyp	Antal	pH	Halt > 0,03		Halt > 0,1		Maxhalt (µg/l)
			antal	%	antal	%	
Jordbrunnar	31	< 6.0	29	94	14	45	0.28
	58	6.0 – 6.9	42	72	12	21	0.85
	24	≥ 7.0	8	33	1	4	0.15
	5	≥ 7.7	0	0	0	0	< 0.03
Bergbrunnar	10	< 6.0	9	90	2	20	0.18
	46	6.0 – 6.9	29	63	1	2	0.18
	111	≥ 7.0	16	14	4	4	0.65
	48	≥ 7.7	2	4	0	0	0.03
Samtliga	280		133	48	34	11	0.85

5.3 KADMIUM I SJÖAR OCH VATTENDRAG

Det intensiva jordbruket i Skåne har genom tiderna haft en stor inverkan på länets vattenmiljöer. Flera sjöar har sänkts och vattendrag rätats ut för att ge plats åt mer och intensivare markanvändning. Skåne har få sjöar och de flesta är ganska små. Däremot finns det många dammar och vattendrag. Det övergripande regionala miljömålet för sjöar och vattendrag lyder ”Sjöar och vattendrag skall vara ekologiskt hållbara och deras variationsrika livsmiljöer skall bevaras. Naturlig reproduktionsförmåga, biologisk mångfald, kulturmiljövärden samt landskapets ekologiska och vattenhushållande funktion skall bevaras samtidigt som förutsättningarna för friluftsliv värnas”. För att uppnå miljömålet måste ett intensivt arbete för att skydda sjöar och vattendrag från olika föroreningar fortskrida.

Kadmium förekommer naturligt i mycket låga halter i sötvatten. I sediment och organismer är halterna högre genom en naturligt förekommande anrikning. Kadmiumhalten varierar beroende på berggrund och jordarter i tillrinningsområdet för sjön eller vattendraget. Genom direkta utsläpp från reningsverk och industrier har metallhalterna i många sjöar och vattendrag kommit att flerfaldigt överstiga de naturliga bakgrundsvärdena (Naturvårdsverket 2000). Även det atmosfäriska nedfallet har stor betydelse för den geografiska variationen. Vattnets surhet och innehåll av organiskt material m.m. påverkar metallhalterna så att betydande variationer uppkommer naturligt i vattensystemen. I ett flertal undersökningar har man kunnat konstatera att det finns ett samband mellan lågt pH-värde och kadmiumkoncentrationerna i sjöar (Dickson 1980). En sänkning av pH från 7 till 4 ger en tiofaldig ökning av kadmiumhalten i vattnet.

Metallhalterna i sjöarnas bottensediment återspeglar belastningen av metaller på sjöarna. Genom att studera innehållet i djupare, äldre sedimentlager kan den historiska utvecklingen följas och bakgrundsvärden fastställas. Bakgrundshalten i södra Sveriges sjöar är uppskattad till 1.4 mg/kg TS (Naturvårdsverket 2000). I en studie av sjöar i nordöstra Sverige har man konstaterat att halten kadmium ökat sedan 1950-talet (Rehnberg 1986). Undersökningen visar

också på en minskning av kadmiumhalten i de översta bottensedimenten. Denna minskning antas bero på försurning av sjöarna som medför att en större mängd kadmium går i lösning.

5.3.1 MILJÖÖVERVAKNING SJÖAR OCH VATTENDRAG

Vattenanalyser av kadmium ger möjlighet att beräkna transporten av metallen i vattendragen och ger även bästa möjligheten att bedöma om det finns risk för biologiska störningar. Ofta används vattenmossa (*Fontinalis*) som en miljöindikator för att mäta kadmiumhalter och studera förändringar. Vattenmossa kan mycket snabbt uppnå en jämviktsbalans med metallhalten i omgivande vatten. I pH-neutrala vattendrag finns det i stort sett en direkt proportionalitet mellan metallhalten i mossan respektive metallhalten i vattnet, i koncentrationsintervallet 0.05 - 100 µg/l. Upptaget sjunker snabbt med minskande pH.

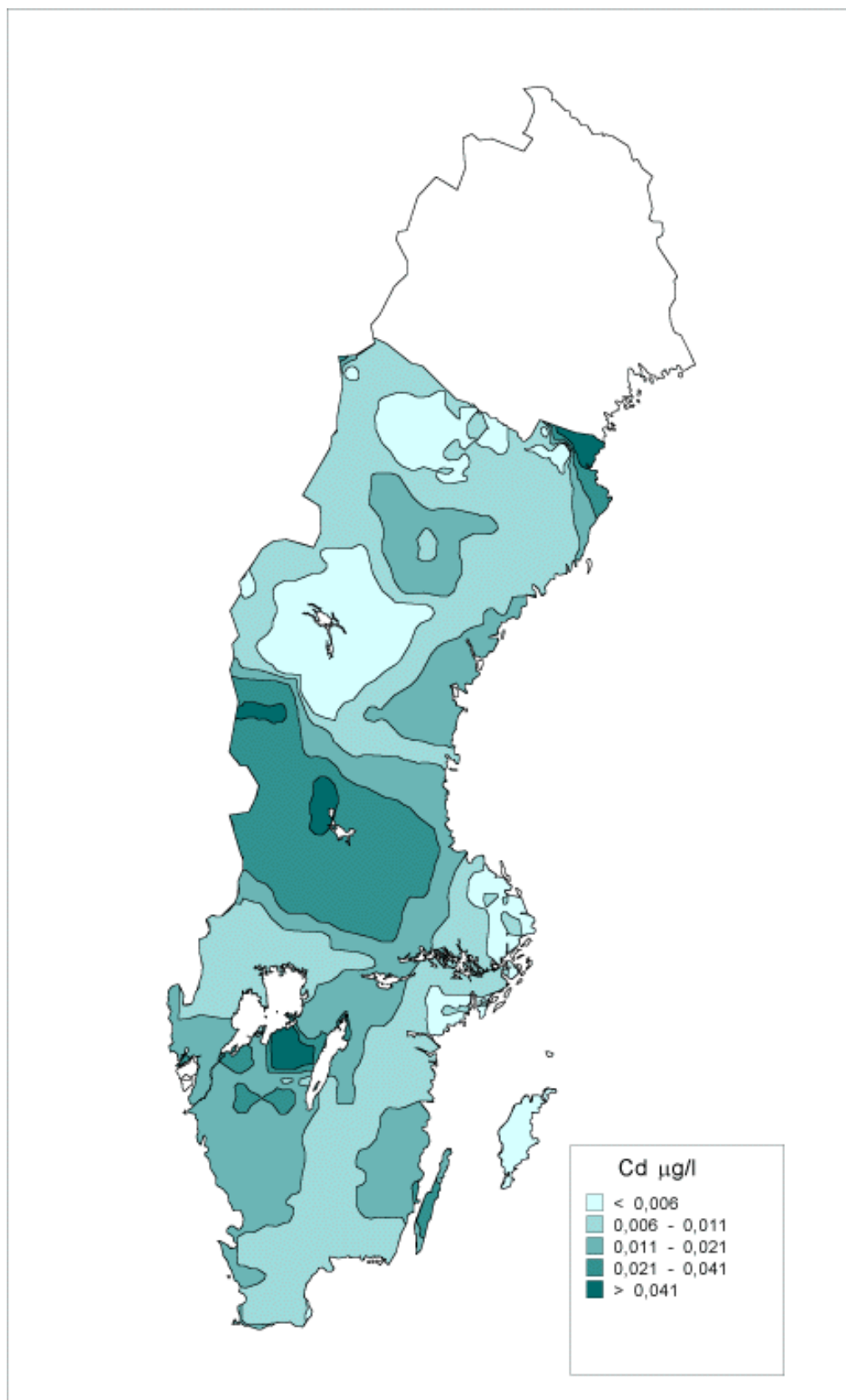
Inom ramen för den nationella miljöövervakningen studeras vattenkemin i nationella referenssjöar, varav sex sjöar ligger i Skåne. Syftet med övervakningen är att följa mellanårsvariationer och förändringar över tiden i sjöar som inte är direkt påverkade av utsläpp eller intensiv markanvändning (Länsstyrelsen i Skåne 2001). Naturvårdsverket driver också övervakning av metaller i referensvattendrag och i flodmynningar. Utöver den nationella miljöövervakningen driver Länsstyrelsen i Skåne en regional övervakning av referenssjöar och referensvattendrag, som i stort sett är en förtätning av mätningarna inom de nationella programmen. All datalagring om metaller i vatten från sjöar och vattendrag sker hos SLU i Ultuna. Utöver de nationella och regionala övervakningsprogrammen utförs en samordnad recipientkontroll i Skåne. Syftet med denna kontroll är att övervaka den samlade påverkan på vattenmiljön från utsläpp av framför allt industrier och andra punktkällor men även för diffusa källor inom ett avrinningsområde. Recipientkontrollen bedrivs inom 14 vattendragsförbund eller motsvarande i Skåne. Nedan redovisas en del av de resultat som framkommit via den nationella och regionala övervakningen under åren.

5.3.2 KADMIUMHALTER I SJÖAR OCH VATTENDRAG

Kadmiumhalten i 20 av referenssjöarna i Skåne varierade mellan 0.008 – 0.06 µg/l under år 2000, medelhalten var 0,031 µg/l (SLU 2003, figur 5.3). Kadmiumhalten i de Skånska sjöarna bedöms som låga (Naturvårdsverket 2000).

De skånska vattendrag som ingår i den nationella eller regionala övervakningen, och som det finns data för i databasen redovisas i tabell 5.5. I tabellen anges ungefärligt intervall för kadmiumhalt. Generellt är kadmiumhalten i de Skånska vattendragen låga (enligt Naturvårdsverkets tillståndsklasser). Vid provpunkten Tostarp i Skärån, söder om Ljungbyhed är dock kadmiumhalterna i vatten höga. Analyserna representerar prover som härstammar från ett relativt litet avrinningsområde med skogsmark och relativ sur mark (Collvin 2003), dessutom ligger området inom kadmiumbältet som uppvisat höga kadmiumhalter i bäckvattenväxter (Ressar m.fl. 1987).

Under 2001 undersöktes 7 provpunkter i Rönneå med avseende på kadmium (Ekologgruppen 2002). För bestämning av kadmiumhalten i vattnet användes vattenmossa. Kadmiumhalterna i Rönneå och dess biflöden varierade från 0.16 – 0.96 mg/kg TS vilket motsvarar mycket låga till låga halter enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (2000).



Figur 5.3: Kadmiumförekomst i vattendrag i Sverige, baserat på metallanalyser från 1165 sjöar som ingick i Riksinventeringen 1995.

Tabell 5.5: Vattendrag i Skåne som kontrolleras med avseende på kadmium via den nationella och regionala miljöövervakningen (data från SLUs miljödatabas). Tillstånd enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 2000)

Vattendrag	År	Kadmiumhalt (µg/l)	Tillstånd
Hörlingeån	1996 – 2002	0.01 – 0.1	Låga halter
Rönnebodaån	1997 – 2001	0.03 – 0.05	Låga halter
Kilingaån	1997 – 2001	0.04 – 0.06	Låga halter
Drivån	1997 – 2001	0.03 – 0.05	Låga halter
Krusån	1997 – 2001	0.02 – 0.05	Låga halter
Kävlingeån	1996 – 2001	0.005 – 0.04	Låga halter
Skårån (Tostarp)	1996 – 1997	0.02 – 0.4	Låga till höga halter
Helgeå	1998 – 2001	0.02 – 0.04	Låga halter
Saxån-Braån	1998 – 2000	0.02 – 0.03	Låga halter
Råån	1998 – 2001	0.02 – 0.03	Låga halter
Rönneå	1998 – 2001	0.03 – 0.04	Låga halter

För att erhålla en samlad bild av föroreningspåverkan under en längre period har Ekologgruppen i Landskrona, på uppdrag av Saxån - Braåns vattenvårdskommitté, mätt kadmium i vattenmossa varje år från 1988 (Ekologgruppen 2002). Provtagningen har oftast skett vid fem olika provplatser inom vattendragets avrinningsområde. Medelhalten för kadmium i vattenmossa under 1990-talet varierad mellan 0.4 och 0.6 mg/kg TS vid de olika provpunkterna. Det är i nivå med bakgrundsvärdet för vattendrag i Sverige som är 0.50 mg/kg TS (Naturvårdsverket 2000).

Länsstyrelsen i f.d. Kristianstad och Malmöhus län utförde analyser av kadmiumhalter i bäckvatten på Skånes åsar under december 1992 och mars 1993 (tabell 5.6).

Tabell 5.6: Kadmiumhalter i bäckvatten i Skåne (f.d. Kristianstads- och Malmöhus län, opublicerat)

Lokal	Tid	Kadmium (µg/l)		Antal
		medel	max	
Söderåsen	dec - 92	0.38	0.85	9
	mars - 93	0.27	0.64	9
N Rörum	dec - 92	0.22	0.38	6
	mars - 93	0.20	0.32	6
Romeleåsen	dec - 92	0.15	0.42	5
	mars - 93	0.08	0.15	5
Linderödsåsen M-län	dec - 92	0.42	1.46	7
	mars - 93	0.63	3.18	7
Linderödsåsen L-län	mars - 93	0.40	3.74	35

Ytterligare undersökningar av källflödena på de skånska horstarna utfördes av Länsstyrelsen i Kristianstad under åren 1993 - 1995 (Collvin 1996). Målet var att hitta lokaler som låg mycket högt uppe i avrinningsystemet och med minimalt dräneringsområdet. Flödena skulle

vidare avvattna skogsområden och inte vara påverkade av antropogena utsläpp inom avrinningsområdet. Provtagningen genomfördes under vårmånaderna precis efter tjälen gått ur marken och efter snösmältningen. Studien omfattade 106 lokaler och omfattade data över källflödenas näringsstatus, pH, alkalinitet, konduktivitet samt ett flertal metaller.

Resultatet från undersökningen visade att kadmiumkoncentrationen i källflödena varierade mycket kraftigt. Variationen var stor både inom varje provtagningsområde och mellan de olika höjdområdena (tabell 5.7). Generellt var värdena relativt höga jämfört med bakgrundsvärdet för vatten i sjöar och vattendrag, 0.014 – 0.016 µg/l (Naturvårdsverket 2000). På Linderödsåsen uppmätte man dock mycket höga koncentrationer. Kadmiumkoncentrationer på över 100 gånger bakgrundsvärdena uppmättes på 3 lokaler på Linderödsåsen. I 16 källflöden på Linderödsåsen var kadmiumkoncentrationen måttligt hög (0.1-0.3 µg/l) och i 9 fall hög eller mycket hög (> 0.3 µg/l). Det är troligt att mark och berggrund i vattendragens tillrinningsområden "läcker" kadmium. Eftersom det, bortsett från 5 av flödena, fanns en god buffertkapacitet verkar det mindre sannolikt att det var försurningsprocesser som utgjort huvudsaklig motor för att driva ut kadmium till vattnet. Man kunde också notera att även andra metaller som zink, nickel och aluminium uppvisade förhöjda koncentrationer i vattenfasen vilket styrker påståendet att källan till metallerna var mark eller berggrund. Dessa studier förstärker ytterligare sambandet mellan den kambriska sandstenen och höga kadmiumhalter i bäckvatten

Tabell 5.7: Kadmiumkoncentrationer (µg/l) i källflödena på Hallands-, Linderöds-, Nävlingeåsen och Ryssberget samt i Österlenåar (Skriftlig korrespondens Collvin 1996). Kadmiumkoncentrationen >0,3 (µg/l) motsvarar Naturvårdsverkets gränsvärde för höga kadmiumkoncentrationer i vatten.

Lokal	Antal lokaler	Median	Min	Max	Antal lokaler > 0,3 µg/l
Hallandsåsen	33	0.20	0.05	0.57	7
Linderödsåsen	33	0.14	0.04	5.70	9
Nävlingeåsen	15	0.099	0.03	0.35	1
Ryssberget	25	0.25	0.05	0.44	8
Österlenåar	24	0.11	<0.02	1.54	5

I Skåne län finns det sammanlagt 14 vattendragsförbund eller motsvarande. Minst sex av förbunden mäter kadmium i vattendragen. I tabell 5.5 ges exempel på de kadmiummätningar som utförts av förbunden. Under åren 1998 till 2002 varierade kadmiumhalterna i de skånska vattendragen mellan 0.02 och 0.06 µg/l. Högst kadmiumhalter uppmättes i Hörlingeån vid Hässleholm. I delrapport 2, om kadmiumflödet inom Höjeåns avrinningsområde, beskrivs kadmiumhalter i Höjeån (Backe m.fl. 2003).

5.4 KADMIUM I HAVSMILJÖN

Markförsurning, kadmiumdeposition, och industriutsläpp är faktorer som påverkar och hotar kustvattnen kring Skåne. Metaller förekommer naturligt i havsvatten, sediment och organismer. Halterna varierar dock beroende på en rad faktorer som t.ex. berggrund, sedimenttyp, mineralogi, organisk halt, redoxförhållande i porvatten, strömsituation, salthalt mm. Mänskliga aktiviteter bidrar till att metallhalterna i haven ökar. Framför allt har luftutsläpp och deposition av vissa metaller över vidsträckta områden bidragit till att metallhalten generellt ökat i havsmiljön. Utsläpp direkt till vatten har därutöver i många fall ökat halterna mångfaldigt i närområdet till utsläppskällorna.

Belastningen av tungmetaller i havsmiljön kan mätas i vatten, sediment eller biota. Provtagning av vatten visar resultatet av en ögonblicksbild, som talar om vilken koncentration som råder i ett bestämt geografiskt läge vid en exakt tidpunkt. Om däremot vatten provtas i tidsserier på flera olika lokaler kan man få en mer heltäckande bild av tungmetallbelastningen i ett begränsat område. Metallanalys av vattenprov är dock inte idealiskt. En anledning är att halterna i havsvatten i regel är låga och att proverna ofta måste spädas på grund av att hög salthalt stör analyserna. Analyseras metaller i havssediment får man istället en bild av belastningen på havsmiljön under en längre tidsperiod, man får också ett mer genomsnittligt värde på utsläppsnivån än vid en vattenprovtagning. Väljer man att mäta i biota får man en uppfattning om metallernas biotillgänglighet.

I Naturvårdsverkets rapport om bedömningsgrunder för miljö kvalitet för kust och hav (1999) har en inventering gjorts med avseende på uppmätta halter av metaller i den marina miljön. I inventeringen ingår SGUs marina sedimentkemiska databas som är landets största och omfattar ca 50 000 analysdata över 57 grundämnen och drygt 30 organiska miljögifter.

5.4.1 MILJÖÖVERVAKNING AV HAVSMILJÖN

Inom den nationella miljöövervakningen bedrivs övervakning av kadmium i åtskilliga flodmynningar. Syftet är att följa den flodburna transporten av metaller till havet. Den regionala övervakningen av de kustnära havsområdena utgörs till huvuddelen av recipientkontrollprogram. Fyra kustvattenförbund ansvarar för recipientkontrollen. Vattenvårdsförbunden för västra Hanöbukten, Sydkusten och Öresund och Nordvästskånes kustvattenkommitté övervakar miljögifter i sediment, blåmusslor och fisk.

Miljönämnden i Helsingborg driver ett kustkontrollprogram sedan 1995 med syfte att dokumentera det lokala tillståndet i Öresund. I programmet ingår analys av kadmium i sediment och i blåmusslor.

Den danska miljöövervakningen bedriver miljöövervakning i Öresund bland annat via NOVA 2003 (Nationale program for Overvågning af Vandmiljøet 1998 – 2003).

5.4.2 RESULTAT FRÅN REGIONAL MILJÖÖVERVAKNING PÅ 1990-TALET

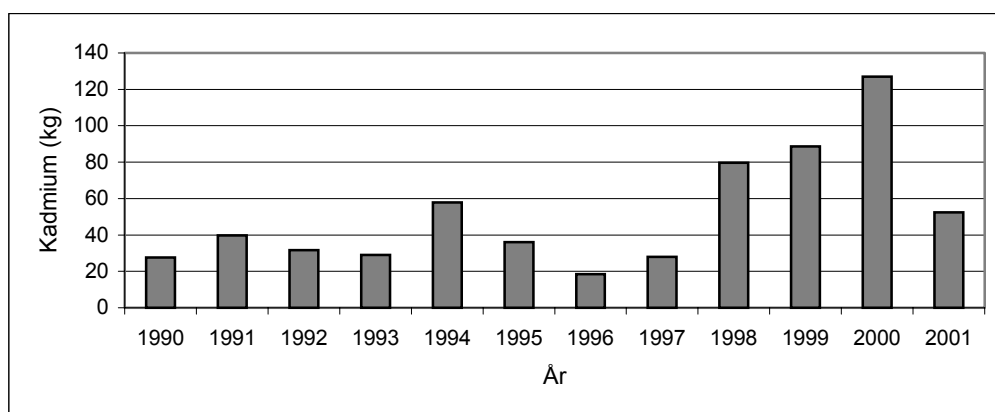
Av Skåne läns totala yta, 11 027 km², avvattnas ca 25% till Öresund, 70% till södra Östersjön och resterande areal till Kattegatt. Öresund är också recipient för föroreningar från en stor, tätbefolkad och expansiv region. Belastningen av metaller till de marina kustområdena sker genom ett flertal olika utsläppskällor. De dominerande källorna är tillförsel via vattendrag, utsläpp från kommunala reningsverk, industriella utsläpp, atmosfärisk deposition och utsläpp från fartygstrafik. De årliga utsläppen av kadmium till de svenska och skånska kustvattnen från olika utsläppskällor presenteras i tabell 5.9 (Wilander 2001). Utsläpp via dagvatten, vilket kan utgöra en betydande mängd vad gäller kadmium, är dåligt utrett och är inte medtaget i värdena som redovisas i tabellen. Ej heller atmosfärsdepositionen som särskilt i Skåne kan vara betydande redovisas.

Ett ytterligare hot mot det marina livet i kustområdena är den ökande försurningen i mark, vattendrag och insjöar eftersom lägre pH i mark ökar rörligheten av kadmium vilket resulterar i en ökad belastning på intilliggande kustvatten.

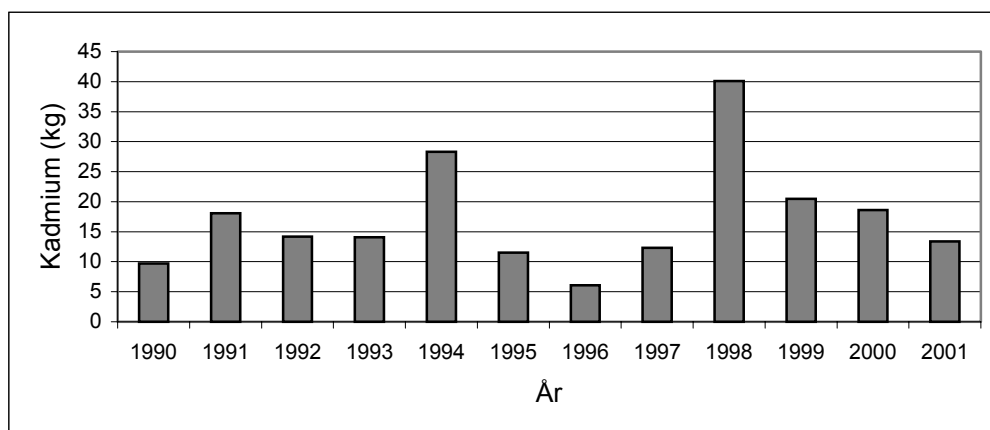
Tabell 5.9: Årliga utsläpp av kadmium till svenska respektive Skånska kustvatten, ton/år (källa Wilander 2001).

	Reningsverk	Industrier	Floder
Sverige (under 1990-talet)	0.066	0.008	2.2
Skåne, Öresund (1999)	0.004	0.004	0.006
Skåne, Öresund (2001)	0.003	0.003	0.003

Kadmiumbelastningen via de skånska åarna till Östersjön och Öresund under 1990 - 2001 presenteras i figurerna 5.4 och 5.5 (data från SLUs databas 2003). Under senare hälften av 1990-talet har en uppgång i transporten av kadmium till de svenska kustvattnen skett, men den kan även hänga ihop med en ökad vattenföring (Wilander 2001). Uppgången är tydlig framför allt till södra Östersjön, men till viss del även för Öresund.



Figur 5.4: Kadmiumbelastningen till södra Östersjön 1990 – 2001 via vattendragen, areal 7858 km².



Figur 5.5: Kadmiumbelastningen till Öresund 1990 – 2001 via vattendragen, areal 2582 km².

Kustvattenförbunden tar sedimentprover på sammanlagt nio platser runt Skånes kuster. Provtagning sker som regel vart femte år (i Öresund vart sjätte år).

Nordvästskånes kustvattenkommitte (NVSKK) provtog kadmium i sediment vid en station i centrala Skälderviken 1999 (Göransson 1999). Kadmiumhalten (tabell 5.10) visade ingen avvikelse från förindustriella värden enligt Naturvårdsverket (1999).

Öresunds vattenvårdsförbund (ÖVF) provtog kadmium i Öresunds sediment senast 1998 vid 6 provtagningsstationer, tabell 5.10 (Öresunds vattenvårdsförbund 2000). Ytsedimentprov (0 - 2 cm) togs i april. Kadmiumhalten vid de sex stationerna varierade mellan 0.02 – 0.35 mg/kg TS. Vid alla stationer utom en, utanför Helsingborg, låg värdena under Naturvårdsverkets jämförvärde (0.2 mg/kg TS, 1999). Vid en station utanför Helsingborg klassades värdena ha liten avvikelse från jämförvärdet.

Sydskustens vattenvårdsförbund (SVF) tar inte sedimentprov med avseende på kadmium inom ramen för sitt recipientkontrollprogram.

Vattenvårdsförbundet för västra Hanöbukten (VVH) har mätt kadmium i sediment vid 10 stationer i Blekinge och västra Hanöbukten under 2001, varav tre stationer ligger i Skåne län (Tobiasson m.fl. 2002). Vid en av stationerna (N7) var kadmiumhalten i sedimentet hög och avvikelsen från jämförvärdet hamnade i klass 4, stor avvikelse (Naturvårdsverket 1999a). Kadmiumhalterna har ökat i sediment på flera av provtagningspunkterna sedan senaste mätningen 1997.

Tabell 5.10: Kustvattenförbundens senaste analyser av kadmium i sediment längs Skånes kuster

Provstation	Kadmiumhalt (mg/kg TS)	År	Förbund
Centrala Skälderviken	0.14	1999	NVSKK
1.3 Höganäs	0.04	1998	ÖVF
2.3 Helsingborg	0.35	1998	ÖVF
3.2 Lundåkrabukten	0.03	1998	ÖVF
4.8 Lommabukten	0.08	1998	ÖVF
4.9 Lommabukten	0.18	1998	ÖVF
5.2 Höllviken	0.02	1998	ÖVF
H1	0.42	2001	VVH
Nymön	0.29	2001	VVH
N7	2.9	2001	VVH

Blåmussla (*Mytilus edulis*) har visat sig vara en användbar indikatororganism för metaller och andra miljögifter (Carlson 1995). Även i musslor varierar halterna till följd av till exempel ålder, kön, metabolism, temperatur och salinitet. Kustvattenförbunden har analyserat blåmussla och i vissa fall i skrubbskädda (*Platichthys flesus*).

NVSKK har redovisat halter mellan 1.3 – 1.4 mg/kg TS under år 2000 och 2001 respektive (Toxicon 2001). Halterna var lägre än Naturvårdsverkets jämförvärden för blåmussla från Östersjön (4 mg/kg TS).

ÖVFs mätningar visade att kadmiumhalterna var högst i blåmusslor från Höllviken och halterna ca hälften så höga i musslor från områdena Höganäs och Helsingborg (2000). Totalt mäts metaller i blåmusslor från fyra provtagningsplatser. Alla halter var lägre eller nära Naturvårdsverkets jämförvärden. Kadmium i skrubbskädda låg i nivå med andra undersökningar från Öresund (Toxicon 1993, DMU 1999). Halterna var generellt något högre

än Naturvårdsverkets jämförvärden för kadmium i tånglake. Skrubbor från Malmö hade ungefär dubbelt så hög kadmiumhalt (ca 1.1 mg/kg TS) som skrubbor från de övriga tre stationerna.

Enligt SVFs kontrollprogram skall metaller undersökas i blåmusslor vart tredje år. Musselprover insamlas från tre provpunkter. Generellt har kadmiumhalterna sjunkit sedan 1998 och för 2001 var kadmiumhalterna lägre än Naturvårdsverkets jämförfärden (Toxicon 2001).

Musslor har också analyserats av Vattenvårdsförbundet för västra Hanöbukten under 2001 vid åtta stationer i Blekinge och västra Hanöbukten. Kadmiumhalten var tydligt förhöjd i förhållande till Naturvårdsverkets jämförvärde vid flera av provpunkterna, halterna varierade mellan 1.5 och >6 mg/kg TS. Kadmiumhalten har varit förhöjd vid ett par av mätstationerna även vid tidigare mättillfällen. Det finns ingen känd föroreningskälla vad avser kadmium, eventuellt kan höga kadmiumhalter i berggrunden på många håll i östra Skåne bidra till de höga kadmiumhalterna (Tobiasson m.fl. 2001).

Utöver kustvattenförbundens recipientkontroll utför en rad kommuner kontroll av metaller i kustvattenområdena, det har dock inte funnits utrymme att sammanställa dessa inom ramen för detta projekt.

5.4.3 ÖRESUNDSFONDENS UNDERSÖKNINGAR RUNT SKÅNES KUSTER

Under 1989 provtogs 14 lokaler runt Skånes kust för att mäta tungmetallhalterna i bottensedimentet (Öresundsfonden 1989). Resultatet från denna undersökning visade att kontrollstationen utanför Barsebäck hade extremt höga halter av kadmium i bottensedimentet, 31 mg/kg TS. Stationerna Klagshamn, SV om Malmö, Klostergrundet, utanför Ystad, samt Landön utanför Bromölla, uppvisade stor till mycket stor avvikelse från Naturvårdsverkets jämförelsevärde för kadmium i bottensedimentet, 2.5 – 6.3 mg/kg (Naturvårdsverket 1999a). Jämförfärdet ligger på 0.2 mg/kg TS. Kadmiumhalterna som uppmättes utanför Barsebäck låg långt över de värden som anges i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (1999) för effektgräns (Amerikanska NOAAs effektgräns för kadmium ligger på 5 mg/kg TS).

6 KADMIUM OCH MÄNNISKANS HÄLSA

6.1 EXPONERING

Det finns många olika exponeringskällor av kadmium för människan. De viktigaste för icke yrkesexponerade grupper är maten och rökning—kadmiumintag via vatten är oftast av mindre betydelse.

6.1.1 YRKESMÄSSIG EXPONERING

Kadmiumarbete definieras som hantering av material med >1 viktprocent kadmium, så att exponering för kadmium kan uppstå. Arbetet omfattas då av särskilda bestämmelser från Arbetskyddsstyrelsen, bl.a. periodiska läkarundersökningar (AFS 1989:3). De hygieniska gränsvärdena i Sverige för kadmium i damm är 50 µg/m³ och för rök 10 µg/m³, att jämföras med t.ex. Finland som har satt gränsvärdet i damm till 20 µg kadmium/m³ (Friberg m. fl.1986).

Vid kadmiumarbete är den huvudsakliga exponeringsvägen inandning av damm eller rök som innehåller kadmium. Även förorening av mat och kläder på arbetsplatsen kan förekomma, men det är främst från hantering, som förutsätter gas- och stoftspridning i arbetet, som påtagliga akuta medicinska effekter är beskrivna. (AFS 2000:7)

6.1.2 EXPONERING FRÅN MAT

Maten utgör i regel den dominerande exponeringskällan. Det gör att förändringar i dieten är av betydelse för kadmiumintaget. År 1900 var råg, som har lägre kadmiumhalter än t.ex. vete, den viktigaste brödsäden. Idag har vete ersatt råg som dominerande sädesslag i vårt bröd. I tabell 6.1 redovisas beräknat dagligt intag av kadmium från olika livsmedel. Vegetabilier (bröd, rotfrukter, grönsaker etc.) står för cirka 3/4 av kadmiumintaget hos icke rökare. I Sverige uppgår genomsnittsintaget per person till cirka 10 - 15 µg/dag vilket kan jämföras med Belgien där intaget är dubbelt så stort (Livsmedelsverket 2003) eller Grekland och Portugal som har ett genomsnittligt dagligt intag av 50-60 µg/dag (Petersson Grawé 1999). Huvuddelen av detta intag är direkt beroende av hur mycket kadmium grödorna tar upp från matjorden (se avsnitt 4.4.3).

Tabell 6.1: Intag av kadmium från olika livsmedel i en normaldiet. (Koivistoinen 1980).

Livsmedel	Konsumtion (g/dag TS)	Cd (µg/dag)
Spannmål	165	4.7
Vegetabilier	80	3.8
Mejeriprodukter	120	1.6
Kött	70	1.2
Fisk	15	0.4
Övrigt	150	1.0
Totalt	600	12.7

Andra sorters livsmedel som kan innehålla relativt höga halter kadmium (>0.1 mg/kg) är skaldjur, inälvsmat, kakao och vissa svampar (Jorhem och Sundström 1993). Kött och fisk innehåller generellt låga halter, men viss fisk från Östersjön har stigande värden (Parkman m. fl. 1998). Livsmedelsverket rekommenderar en viss begränsning i konsumtion av lever och njure, samt snöbolls- och kungschampinjoner p.g.a. höga kadmiumhalter (Hedlund m.fl. 1997). Det bör betonas att stora individuella variationer i kadmiumintag kan förekomma beroende på skillnader i matvanor.

6.1.3 EXPONERING FRÅN VATTEN

Risken för oacceptabelt höga kadmiumhalter i tappvatten är i regel liten. Det genomsnittliga intaget är <0.5 µg/l (Hedlund m. fl. 1997). I äldre installationer kan koncentrationen vara förhöjd, speciellt om vattnet varit stillastående i ledningarna under en längre tid. Risken kan dessutom öka vid lågt pH i vattnet (se även avsnitt 5.2.2). Typer av installationer som kan bidra till förhöjda halter av kadmium i dricksvatten är bland annat långa rör av galvaniserat stål, invändig galvanisering i hydroforer, kadmiumhaltiga lödfogar i varmvattenberedare och vattenkranar. Sedan 1974 är det förbjudet att använda kadmiumhaltiga ämnen i dylika installationer.

6.1.4 EXPONERING FRÅN RÖKNING

Rökning är en av de största enskilda källorna till kadmium hos rökare (Nilsson m.fl. 1995). Den som röker ett paket cigaretter/dag inhalerar dagligen i genomsnitt mellan 2 och 4 µg kadmium. Detta beror bl.a. på att kadmium absorberas effektivast vid inandning (se vidare nedan). Halterna i tobaken varierar också beroende på var den odlats.

6.2 UPPTAG

Kadmium tas upp i kroppen via luftvägarna och mag-tarmkanalen. Kadmium liknar de livsnödvändiga näringsämnen zink och kalcium vilket gör att kroppens celler har svårt att skilja dem åt. Kadmium kan därför ackumuleras på samma platser i vävnader och organ som zink och kalcium (Friberg m.fl. 1986). Av det kadmium människan tar in via mat och dryck absorberas i normala fall 5-10%. Studier på människor och djur visar att absorptionsgraden påverkas av olika faktorer. Till exempel kan absorptionen öka (upp till 20%) hos individer med lågt järn-, zink-, vitamin D-, kalcium- eller proteinintag (Friberg m.fl. 1986).

För människor som inte röker och som inte utsätts för kadmium i arbetet är födan därmed den största källan till kadmium. Det genomsnittliga intaget av kadmium i Europa uppgår till 20-100% av det av WHO rekommenderade maxvärdet på 400-500 µg Cd/vecka. Att intaget via kosten ligger så högt innebär att en stor del av den europeiska befolkningen ligger i riskzonen för att få skador p.g.a. kadmium. I tidigare beräkningar har man uppskattat att 1-10% av befolkningen kommer att ligga över den kritiska kadmiumhalt i njurbarken för att utveckla njurskador under sin livstid (Friberg m.fl. 1986, Petersson Grawé 1999). Nya studier tyder på att en liten del av den befolkningen (1%) drabbas redan vid ett intag av 15 µg kadmium/dag (vilket är det genomsnittliga svenska intaget) (Albin m.fl. 2002).

Upp till 40% av kadmium absorberas vid inandning, vilket gör cigarettrökningen till en av de mest betydelsefulla faktorerna när det gäller människans intag av kadmium (Bergman m.fl. 1987). Det är känt att en person som röker 20 cigaretter per dag fördubblar sin dagliga dos av kadmium jämfört med icke-rökaren. Med en enda cigarett inhaleras upp till 0.2 µg kadmium. Detta medför att kadmiumbidraget från dricksvattnet och födan är av mindre betydelse för rökare (Friberg m.fl. 1986).

6.3 METABOLISM OCH UPPLAGRING AV KADMIUM I KROPPEN

Texten nedan är refererat ur Friberg m.fl. (1986).

Mycket av det kadmium som finns i kroppen är lagrat i njurarna. Hur fördelningen i kroppen ser ut beror bl.a. på hur exponeringen skett. Vid långtidsexponering för låga doser hamnar ungefär en tredjedel av kroppens kadmiumbelastning i njurarna, men även levern och musklerna kan lagra en stor del. Kadmiumhalten i njurarna stiger med åldern, upp till 50-60 år, för att sedan minska.

Kadmium tas upp från lungorna eller tarmen och transporteras till levern, där det binds av proteinet metallothionein. Detta protein har som funktion att binda och lagra zink i kroppen, men binder även koppar, kvicksilver och kadmium. Kadmium bildar ett komplex med metallothionein som transporteras med blodet till njurarna.

Kadmium/metallothionein - komplexet är i sig inte toxiskt och utgör inte någon direkt hälsorisk. En del kadmium frigörs från komplexet och utsöndras. Halveringstiden i

njuren har beräknats till mellan 10 och 30 år (i levern mellan 5 och 10 år). Faran ligger i fortsatt tillförsel av kadmium då ett mättnadsstadium i njurarna kan nås.

Syntesförmågan av metallothionein i njurarna räcker helt enkelt inte till. Detta kan leda till att fria kadmiumjoner börjar lagras i celler i njurarna som då tar skada. Följden härav är främst en bristande förmåga att återvinna lågmolekylära ämnen som vissa proteiner, aminosyror, glukos och fosfatjoner i njuren.

Den kritiska belastningen av kadmium i njurcellerna beror inte enbart på den totala mängden kadmium i cellerna, utan beror också på dessa cellers förmåga att syntetisera metallothionein. Avgörande för denna förmåga är sannolikt flera faktorer, varav åldrandet är en. Det är möjligt att förmågan att ta hand om kadmium genom att binda det till protein även är individuell. För en och samma exponering hos olika individer kan man se njurskadan tidigare hos en individ i vars njurar den kritiska gränsen för kadmiumupplagring nås vid lägre kadmiumbelastning.

Kadmiumhalten i blod anses vara ett mått på pågående kadmiumexponering, medan kadmiumhalten i urin återspeglar kadmiumbelastningen i kroppen. Utsöndringen av kadmium i urinen ökar sakta med stigande ålder därför att kadmium ackumulerats i kroppen (Hedlund m.fl. 1997)

6.4 EFFEKTER AV KADMIUM PÅ MÄNNISKANS HÄLSA

Kadmiumförgiftning kan ta sig flera uttryck och vara av kronisk eller akut karaktär. Framförallt tre olika organ kan skadas p.g.a. kadmium: lungorna, njurarna och skelettet.

6.4.1 LUNGSKADOR

Inandning av kadmiumoxidrök ($>0.5 \text{ mg Cd/m}^3$) i några timmar kan ge upphov till kemisk lunginflammation och, i svåra fall, lungödem. Dödsfall har inträffat vid exponering för höga halter kadmiumoxidrök ($>1 \text{ mg Cd/m}^3$) i samband med svetsning och lödning. Långvarig exponering för lägre kadmiumhalter (omkring $150 \text{ } \mu\text{g Cd/m}^3$) kan ge bestående nedsättning av lungfunktionen. (AFS 2000:7)

6.4.2 NJURSKADOR

En av de första effekterna av långvarig exponering för kadmium är en viss typ av njurpåverkan (tubulär njurskada). Det innebär att njuren har svårt att återvinna bl.a. lågmolekylära proteiner till blodet. Tidig njurskada avslöjas också genom bestämning av proteiner i urinen. Vid fortsatt exponering för kadmium kan skadorna på njuren utökas, vilket i förlängningen kan ge urinförgiftning av blodet (Naturvårdsverket 1999e). Den kritiska nivån för kadmium i njurbarken bedöms ligga någonstans mellan 100 och 300 mg Cd/kg våtvikt. När njurskadorna väl uppstått går de ej tillbaka, även om kadmiumexponeringen upphör. (Friberg m.fl. 1986)

6.4.3 SKELETTSKADOR OCH BENSKÖRHET

Kadmiuminducerade ben- och skelettskador sker framförallt i de senare skedena av kadmiumförgiftning. Det uppkommer både som benskörhet och urkalkning av skelettet. Kadmium stör omsättningen av kalcium bl.a. genom att minska aktiveringen av vitamin D som styr upptaget av kalcium från tarmen till skelettet. (Friberg m.fl. 1986)

De allvarligaste fallen av kadmiumorsakade skelettskador inträffade i Japan på 1950- och 60-talen och berodde på kraftigt kadmiumförorenat ris. Sjukdomen kallades Itai-itai-sjukan (aj-aj-sjukan) och gav p.g.a. benskörhet upphov till smärtsamma frakturer (hos ett offer upp till 70 frakturer). Svenska studier tyder på att det kan finnas ett samband mellan kadmiumexponering och minskad bentäthet även vid lägre kadmiumnivåer. (Naturvårdsverket 1999e)

6.4.4 CANCER

Ökad dödlighet i lungcancer hos människor har rapporterats bland kadmiumexponerade yrkesgrupper. Detta är emellertid svårvärderat eftersom flera av dessa yrkesgrupper även exponerats för andra cancerframkallande ämnen. Misstankar finns även att exponering för höga halter av kadmium kan leda till prostatacancer. (Friberg m.fl. 1986).

7 SLUTORD

Även om kadmium har förbjudits i många tillämpningar så finns fortfarande ett stort lager kadmium i produkter och varor som under lång tid diffust kommer att spridas till miljön och bidra till förhöjda kadmiumhalter i miljön. Vad gäller tillförsel av kadmium till jordbruksmark via konstgödesel, som tidigare varit en stor tillskottskälla, har det dock skett avsevärda förbättringar. I det regionala förslaget till miljömål för Skåne anges som delmål att det inte ska ske någon nettotillförsel till jordbruksmark utöver det som tillförs via luften. Detta delmål är på god väg att uppfyllas i och med att kadmiumhalten i konstgödsel har minskat kraftigt (exempel ges i Backe m.fl. 2003). Tillförseln via atmosfärsdeposition till Skåne ligger fortfarande på en oacceptabelt hög nivå och det krävs ett internationellt samarbete för att komma tillrätta med detta problem.

Denna rapport ska ses som en översiktlig beskrivning över kadmium och kadmiumsituationen i Skåne under de senaste åren. Utöver den data som presenterats kan det förekomma ytterligare uppgifter från kommuner, företag och organisationer.

Vi vill tacka alla de personer som ställt upp och lämnat uppgifter om kadmium och kadmiumhalter i Skåne eller lämnat synpunkter på manuskriptet. Ett speciellt tack vill vi ge Bo Bergbäck, Kalmar högskola, Annica Lindqvist, Linköpings universitet, och Germund Tyler, Lunds universitet, för värdefulla kommentarer.

8 REFERENSER

- Aastrup, A. (red) 1999. Grundvattnets tillstånd I Sverige. Årsskrift från miljöövervakningen 1999. Rapporter och meddelanden nr 99. Sveriges Geologiska Undersökning.
- AFS 1989:3. Arbetarskyddsstyrelsens kungörelse om ändring i styrelsens kungörelse (AFS 1987:7) med föreskrifter om kadmium och i styrelsens allmänna råd om tillämpning av föreskrifterna. Arbetarskyddsstyrelsen.
- AFS 2000:3. Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar. Arbetarskyddsstyrelsen.
- AFS 2000:7. Medicinsk kontroll vid kadmiumarbete. Arbetarskyddsstyrelsen.
- Albin, M., Hagmar, L., Skerfving, S. och Welinder, H. 2002 Miljöhälsorapport för Skåne. Yrkes-och miljömedicinska kliniken, Universitetssjukhuset, Lund och Länsstyrelsen i Skåne. Preliminär version.
- Alloway, B. J. 1990. Heavy metals in soils. Blackie, Glasgow & London.
- Andersson, A., Nilsson, Å. och Håkansson, L. 1991. Metal concentration of the mor layer. Naturvårdsverket, Rapport 3990.
- Andersson, A. 1992. Trace elements in agricultural soils - fluxes, balances and background values. Naturvårdsverket, Rapport 4077.
- Andersson, A. och Bingfors, S. 1985. Trends and annual variations in Cd concentrations in grain of winter wheat. Acta Agric. Scand, 35:339-344.
- Andersson, A. och Pettersson, O. 1981. Cadmium in Swedish winter wheat. Regional differences and their origin. Swedish J. Agric. Res. 11:49-55.
- Backe, C., Eriksson, A-S. och Andreasson, F. 2003. Kadmiumsituationen i Skåne, delrapport 2: Kadmium inom Højeåns avrinningsområde – en substansflödesanalys. Skåne i utveckling 2003:47. Länsstyrelsen i Skåne län.
- Benseryd, I., Rylander, L., Högstedt, B., Aprea, P., Bratt, I., Fåhraeus, C., Holmén, A., Karlsson, A., Nilsson, A., Svensson, B.-L., Schutz, A., Thomassen, Y. och Skerfving, S. 1994. Effect of acid precipitation on retention and excretion of elements in man. The Science of the Total Environment 145:81-102.
- Bergbäck, B. och Jonsson, A. 1998. Cadmium in goods – contribution to environmental exposure. Kemikalieinspektionen rapport 1/98.
- 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.
- Bergkvist, B., Folkesson, L. och Berggren, D. 1989. Fluxes of Cu, Zn, Pb, Cd, Cr and Ni in temperate forest ecosystems. Water Air and Soil Pollution. 47:217-286.
- Bergkvist, B. 2001. Changes of lead and cadmium pools of Swedish Forest soils. Water Air and Soil Pollution, Focus 1:371-383.
- Bergman, K. m.fl. 1987. Toxikologi, Lärobok i toxikologi utarbetad vid institutionen för toxikologi, Uppsala universitet. 4:e upplagan. Kompendiet – Kållerød.
- Buckingham och Plachy, 2002, Cadmium statistics, USGS, <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/of01-006/>
- Buchet, J. P., Lauwerys, R., Roels, H. H., Bernard, A., Bruaux, P., Claeys, F., Ducoffre, G., DePlaen, P., Staessen, J., Amery, A., Lijnen, P., Thijs, L., Rondia, D., Sartor, F., Saint Remy, A. och Nick, L. 1990. Renal effects of cadmium body burden of general population. Lancet, 336:699-702.
- Carlson, L. 1995. Tungmetaller och andra miljögifter i marin biota i Öresund. Rapport från miljöövervakningen i Malmöhus län. Länsstyrelsen i Malmöhus län.
- Christensen, T. H. 1984. Cadmium soil sorption at low concentration: I. Effect of time, cadmium load, pH, and calcium. Water, Air and Soil Pollution, 21:105-114.
- Dickson, W. 1980. Properties of acidified waters. Ecological impact of acid precipitation (Drablös, D. och Tollan, A., eds.) 75-83.

- DMU, Danmarks miljøundersøgelser 1999, Marina områder – Status over miljøtilstanden i 1998. Faglig rapport fra DMU, nr 290.
- EEG 98/83. Rådets direktiv 98/83/EG av den 3 november om kvaliteten på dricksvatten. (EG) nr 466/2001. Kommissionens förordning (EG) nr 466/2001 av den 8 mars 2001 om fastställande av högsta tillåtna halt för vissa främmande ämnen i livsmedel.
- Eriksson, J. E. 1990. A field study on factors influencing Cd levels in soils and in grains of oats and winter wheat. *Water, Air and Soil Pollution*, 69-81.
- Eriksson, J., Söderström, M. och Andersson, A. 1995. Kadmiumhalter i matjorden i svensk åkermark. Naturvårdsverket, Rapport 4450.
- Eriksson, J. och Söderström, M. 1996. Cadmium in soil and winter wheat in southern Sweden. I. Factors influencing levels in soil and grain. *Acta Agric. Scand., Sect B, Soil and plant science*, 46:240-248.
- Eriksson, J., Öborn, I., Jansson, G., och Andersson, A. 1996. Factors influencing Cd content in crops- Results from Swedish field investigations. *Swedish J. Agric. Res.*, 26:125-133
- Eriksson, J., Andersson, A. och Andersson, R. 1997. Tillståndet i svensk åkermark. Naturvårdsverket, Rapport 4778.
- Falk, H. och Bergbäck, B. 2002. Öländsk Alunskiffer – en kadmiumkälla? Institutionen för biologi och miljövetenskap. Höskolan i Kalmar.
- Floyd, P. (ed) manuskript. The Risk to Health and Environment by Cadmium used as a Coulering Agent or a Stabiliser in Polymers and for Metal Plating. Final Report. Prepared for The European Commission, DG Enterprise.
- Friberg, L., Elinder, C-G., Kjellström, T. och Nordberg, G.F. 1986. Cadmium and Health: a toxicological and epidemiological appraisal, vol. II, Effects and Response. CRC Press, Florida.
- Gabrielsson, O. 1946. Studier över elementfördelningen i zinkblände från svenska fyndorter. Sveriges Geologiska Undersökning. Serie C 468.
- Greenwood, N.N. and Earnshaw, A. 1984. Chemistry of the elements. Pergamon press, Oxford/Exeter.
- 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.
- Göransson, P. 1999. Miljögifter i sediment från centrala Skälderviken 1999. På uppdrag av Nordvästskånes kustvattenkommitté.
- Hallgren-Larsson, E. (red). 2001. Övervakning av luftföroreningar i Skåne, Försurande ämnen och tungmetaller. Resultat till och med september 2000. IVL, rapport B1404.
- 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.
- HELCOM 2002. Guidance Document on Cadmium and its Compounds. Helsinki commission.
- HydroAgri 2002. www.hydroagri.se.
- Hägglund, M., Rydh, C. och Strandberg, B. 1999. Kadmium – spårning och analys. VA-forsk, rapport 1999-16.
- IVL 2003. 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.
- JECFA 1993. Forty-first report of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series 837. Geneva.

- Johansson, Å. och Rickard, D. T. 1992. The Variscan lead-zink-fluorite veins of southern Sweden. Bull. du BRGM, 133-142.
- Jorhem, L. och Sundström, B. 1993. Levels of lead, cadmium, zink, nickel, chromium, manganese, and cobalt in foods on the Swedish market, 1983-1990. Journal of Food Composition and Analysis 6.
- KIFS 1998:8. Kemikalieinspektionens föreskrifter om kemiska produkter och biotekniska organismer. Fjärde avdelningen: Särskilda bestämmelser om vissa kemiska produkter och varor. Kemikalieinspektionen.
- Kindbom K., Svensson, A., Sjöberg, K. och Persson, C. 2001. Nationell miljöövervakning av luft- och nederbörds kemi 1997, 1998 och 1999. IVL, rapport B1420.
- Kjellström, T., Lind, B., Linnman, L. och Elinder, C. G. 1975. Variation of cadmium concentration in Swedish wheat and barley. An indicator of changes in daily cadmium intake during the 20th century. Arch. Environ. Health, 30:321-328.
- Koivistoinen, P. (red.) 1980. Mineral element composition of Finnish foods. Acta Agr. Scand. Supplement 22.
- Kongshaug, G., Bockman, O. C., Kaarstad, O. and Morka, H. 1992. Inputs of trace elements to soil and plants. Chemical Climatology and Geomedical problems. Oslo, Norge.
- Kornfält, K-A., Andersson, M., Daniel, E., Persson, M. och Robinson, T. 1994. Kadmium i marken i sydöstra Skåne. Sveriges Geologiska Undersökning.
- Lindqvist-Östblom 2001. Flödesanalys som verktyg i kommunalt miljöarbete. Flöden och ackumulerade mängder kadmium i Linköping. Industriell Miljöteknik, Linköpings Universitet.
- Lindqvist, A. 2002. Substance flow analysis for environmental management in local authorities – method development and context. Doctoral thesis. Linköpings Universitet.
- Livsmedelsverket 2003. www.slv.se.
- Länsstyrelsen i Skåne 2001. Nationell och regional miljöövervakning i Skåne län. Skåne i utveckling 2001:9.
- 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.
- Nationalencyklopedin 1993. Tionde bandet. Bra Böcker. Höganäs
- Naturvårdsverket 1993. Metallerna och miljön. Rapport 4135.
- Naturvårdsverket 1999a. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - Kust och hav. Rapport 4914
- Naturvårdsverket 1999b. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – Grundvatten. Rapport 4915.
- Naturvårdsverket 1999c. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - Odlingslandskapet. Rapport 4916
- Naturvårdsverket 1999d. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - Skogslandskapet. Rapport 4917
- Naturvårdsverket 1999e. Kadmiumexponering och effekter på människans hälsa. Temafakta, Hälsa och miljö november 1999.
- Naturvårdsverket 2000. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – Sjöar och vattendrag. Rapport 4913
- Naturvårdsverket 2001. Bra slam och fosfor i kretslopp. Projektplan.
- Naturvårdsverket 2002. Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp. Huvudrapport till Bra slam och fosfor i kretslopp. Rapport 5214.
- Nihlgård, B. 1996. Markundersökningar 1993 på fasta skogsprovtytor i Skåne. Ekologiska inst., Lunds Universitet.
- Nilsson, R. 1979. Sweden Bans Major Uses of Cadmium. Ambio, 275-277.
- Nilsson, P. 1994. Avloppsslam från St.Olofs reningsverk – förhöjda kadmiumhalter orsakande faktorer. Teknisk utredning. Va-teknik och vattenvård, Brösarp.

- Nilsson, U., Schütz, A., Skerfving, S. och Mattsson, S. 1995. Cadmium in kidneys in Swedes measured *in vivo* using x-ray fluorescence analysis. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 25:370-73.
- Norrby, M. och Åkesson, A. 2001. Användning, utsläpp och transport av arsenik, bly, kadmium och kvicksilver i Skåne. Skåne i utveckling 2001:39. Länsstyrelsen i Skåne län.
- Norrköping Miljö och Energi 1999. Emissioner av tungmetaller vid energiproduktion, sammanställt av Mattias Örtenvik. Norrköping Miljö och Energi, Norrköping.
- Notter, M. (red.) 1993. Metallerna och miljön. Naturvårdsverket, Rapport 4135.
- Parkman, H., Iverfeldt, Å., Borg, H. and Lithner, G. Cadmium in Sweden- environmental risks. In Cadmium exposure in the Swedish environment. KEMI report no:1.
- Petersson Grawé, K. 1999. Kadmium i våra njurar – var kommer det ifrån? Vår Föda 6/96.
- Plachy, J. 2000. U.S. Cadmium, Geological Survey Minerals yearbook, <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cadmium>.
- Renberg, I. 1986. Concentration and annual accumulation values of heavy metals in lake sediments: Their significance in studies of the history of heavy metal pollution. *Hydrobiologia*, 379-385.
- Ressar, H., Ohlsson, S och Ekelund, L. 1987. Geokemisk karta - Tungmetaller i bäckvattenväxter. Sveriges Geologiska Undersökning, Rapporter och meddelanden nr 49.
- Regeringens proposition 1997/98:145. Svenska miljömål – miljöpolitik för ett hållbart Sverige.
- Regeringens proposition 2000/01:65. Kemikaliestrategi för Giftfri miljö.
- Regeringens proposition 2000/01:130. Svenska miljömål- delmål och åtgärdsstrategier.
- Rühling, Å. 1991. Tungmetallnedfallet i Skåne 1990. Växtekologiska avd., Lunds universitet.
- Rühling, Å., Brumelis, G., Goltsova, N., Kvietkus, K., Kubin, E., Liivs, S., Magnusson, S., Mäkinen, A., Pilegaard, K., Rasmusson, L., Sander, E. och Steinnes, E. 1992. Atmospheric heavy metal deposition in northern Europe 1990. *Nordic Council of Ministers, Nord* 1992:12.
- 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.
- Rhüling, Å. 2002. Tungmetallnedfallet i Skåne 2000. IVL/Växtekologiska avdelningen på uppdrag av Skånes luftvårdsförbund. Rapport januari 2002.
- SFS 1985:839. Förordning (1985:839) om kadmium. Miljödepartementet.
- SFS 1998:944. Förordning (1998:944) om förbud m.m. i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter. Miljödepartementet.
- Simrishamns kommun. 1994. Rapport angående undersökning av kadmium i grundvatten. Sammanträdesprotokoll miljö- och hälsoskyddsnämnden 1994-12-08, § 169.
- SJVFS 1994:120. Statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFS 1994:120) om EG-handelsgödsel. Jordbruksverket.
- SLVFS 1989:30. Livsmedelsverkets föreskrifter och allmänna råd om dricksvatten. Livsmedelsverket.
- SLVFS 2001:30. Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten. Livsmedelsverket.
- SNFS 1994:2. Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljö, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket. Naturvårdsverket.
- Staaf, H. och Tyler, G. (eds) 1995. Effects of acid deposition and tropospheric ozone. *Ecol. Bull.(Copenhagen)* 44.
- Stenström, T. 1989. Kadmium och bly i brunns- och grundvatten. *Vatten*, 145-156.
- Sveder, J. 2002. Slam i Skåne län – kvalitet, hantering och debatt. Skåne i utveckling 2002:5. Länsstyrelsen i Skåne län.

- Sveriges officiella statistik 2002. Jordbruksstatistisk årsbok 2002.
- Sörme, L. and Lagerkvist, R. 2002. Sources of heavy metals in urban wastewater in Stockholm. *The Science of the Total Environment*, 298:131-145.
- Tobiasson, S., Engkvist, R., Juhlin, B., Liungman, O., Wickström, K., Lundgren, F. och Sjölin, A. 2002. Blekingekustens Vattenvårdsförbund och Vattenvårdsförbundet för västra Hanöbuktern, Årsrapport 2001. Högskolan i Kalmar, rapport 2002:5.
- Tomelilla kommun 1992. Sammanställning av tungmetallanalyser från prov tagna 92-10-21. Bilaga 1 till skrivelse angående vattenkvalitet från de kommunala reningsverken. Länsstyrelsen Kristianstads län.
- Tomelilla kommun 1994. Analys av kadmiumhalt i energiflis och flisaska. Internrapport.
- Toxicon 1993. Kustundersökningar i Landskrona 1993. Bottenfauna. Miljögifter i fisk. Fågelinventering på gipsön. Rapport 74/93 till Miljöförvaltningen i Landskrona.
- Toxicon 2001. Undersökning av miljögifter i blåmussla utanför Jonstorp, Höganäs kommun-2001. Toxicon rapport 111/01.
- Toxicon 2001. Sydkustens vattenvårdsförbund. Årsrapport 2001.
- Tyler, G. 1972. Heavy metals pollute nature, may reduce productivity. *Ambio*, 1:57-59.
- Tyler, G. 1980. Metals in sporophores of bacidiomycetes. *Transactions of the British Myological Society*, 74:41-49.
- Tyler, G. 1981. Leaching of metals from the A-horizon of a spruce forest soil. *Water Air and Soil Pollution*, 15:353-369.
- Tyler, G., Bergkvist, B., Rühling, Å. och Wiman, B. 1983. Metaller i skogsmark – deposition och omsättning. Naturvårdsverket, PM 1692.
- Tyler, G. och Olsson, T. 2001. Concentrations of 60 elements in the soil solutions as relation to the soil acidity. *European Journal of Soil Science*, 52:151-165.
- Tyler, G. och Olsson, T. 2002. Conditions related to solubility of rare and minor elements in forest soils. *J. Plant. Soil. Sci.*, 165:594-601.
- United States Geological Survey 2001. Minerals Resources program: Minerals Yearbook: Cadmium <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cadmium/140400.pdf>.
- Wikström, L. 1994. Kadmium inom jordbruket. Möte om kadmium i mark och vatten i Skåne, Länsstyrelsen i Malmöhus län.
- Wilander 2001. Metaller i Svenska vattendrag. SLU miljödata. Sötvatten 2001.
- Åkesson, A. 2001. Stoffmätningar i Landskrona. Nedfallsmätningar i Landskrona under perioden 1988-2000. Skåne i Utveckling 2001:21. Länsstyrelsen i Skåne län.
- Öresundsfonden 1989. Undersökning av kadmiumhalten i sediment runt Skåne kusten. Opublicerad rapport
- Öresunds vattenvårdsförbund 2000. Undersökningar i Öresund 1999. ÖVF rapport 2000:1.

Muntlig kommunikation

Collvin 1996, Länsstyrelsen i Kristianstad, 2003, Länsstyrelsen i Skåne

Ekologgruppen 2002, Landskrona

Kemikalieinspektionen 2002. Amanda Rosen

Kemikalieinspektionen 2003. Gunilla Antvik

Petersson 2003, Stora Papyrus AB, Nymölla, 2003-02-05

Sirviö, J. 2003. Sysav AB, Malmö

Törner, L. 2003. Odling i balans, Vallåkra

Tyler 2003, Lunds universitet, Lund

Åkesson, A. 2003. Karolinska institutet, Stockholm

Örtenvik, M. 2002. Sydkraft AB, Malmö

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 – hävdttillståndet 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*

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. Denna rapport, framtagen delvis som ett underlag för uppföljning av Skånes miljömål, är ett försök att visa på de förhållanden som råder i Skåne.

Atmosfärsdepositionen av kadmium i Skåne har minskat under de senare åren. Även användning av kadmiumrika fosfatgödselmedel inom jordbruket har minskat. Trots detta är nedfallet betydande och bidrar till att kadmium upplagras i markerna i Skåne. Depositionen av kadmium är högre i Skåne än i övriga landet.

Grundvattnet i Skåne har i vissa områden höga halter av kadmium, vilket utgör ett problem för dricksvattenförsörjningen. De höga halterna uppträder i områden där berggrunden är rik på kadmium.

Skånes sjöar och vattendrag har relativt låga halter av kadmium men högre halter än i norra Sverige, delvis till följd av högre atmosfärsdeposition. Även försurningen, som är mer påtaglig i södra Sverige, medför att kadmium i högre grad läcker ut från omgivande mark. Det finns risk för att kadmiumhalten kommer att öka i framtiden i de skånska sjöarna och vattendragen om försurningen inte minskar.