



# Styrkor och svagheter hos gällande styrmedel för avloppsslam

Maria Cassel

---

2012

**Miljövetenskap**

Examensarbete för kandidatexamen 15 hp

Lunds universitet





**LUNDS**  
UNIVERSITET

**STYRKOR OCH SVAGHETER HOS GÄLLANDE STYRMEDEL FÖR**

# **AVLOPPSSLAM**



**FOTO: AGNETA LEANDER**

**MARIA CASSEL**  
**2012**

**HANDLEDARE: KARIN JÖNSSON, VA-TEKNIK VID INSTITUTIONEN FÖR KEMITEKNIK, LTH**  
**MILJÖVETENSKAP: EXAMENSARBETE FÖR KANDIDATEXAMEN**  
**CENTRUM FÖR MILJÖ- OCH KLIMATFORSKNING**  
**LUNDS UNIVERSITET**



## FÖRORD

Under arbetets gång har jag träffat på många vänliga och intresserade människor som med engagemang bistått med hjälp. Det är nu hög tid att uttrycka min tacksamhet till er. Tack! Jag skulle också vilja tacka min handledare Karin Jönsson, VA-Teknik vid Institutionen för Kemiteknik LTH, som outtröttligt hjälpt till med korrektur, tips och idéer och som visat tålamod under arbetets gång. Jag skulle även vilja rikta ett stort tack till Agneta Leander på VA SYD för trevliga diskussioner, viktiga synpunkter och inte minst fotografier. Uppskattning ska även riktas till min examinator Martijn van Praagh, vars värdefulla kommentarer gav uppsatsen ett sista lyft. Slutligen, ett stort tack till mina vänner och familj som alltid ger mig stöd och förståelse när jag behöver det som mest. Ea Baden, min miljövetarvän och likasinnade, ska ha ett extra stort tack för oräkneliga givande samtal och för att du alltid tror på mig. Utan ovanstående personer hade denna uppsats inte blivit vad den är. Tack!



## ABSTRACT

The criticism towards agricultural use of sewage sludge tends to occur in ten year cycles; the debate has begun once more. The aim of this study is to evaluate current policy for agricultural use of sewage sludge, by investigating how pollutants within the sludge are affected. Two types of substances; a heavy metal (cadmium) and an organic substance (nonylphenol), are used to illustrate possible strengths and weaknesses. The overall objective is to contribute to the ongoing debate about the use of sewage sludge.

The legislation does not contribute to a reduction of pollutants in sewage sludge, as there is a lack of incentives for agricultural use. If the sewage sludge contains high levels of a regulated pollutant it can be used for alternative purposes. Instead, the legislation influences the dispersion patterns. Sewage sludge with the lowest levels of pollutants are used on arable land. Sewage sludge with higher levels of pollutants is disposed of within other land uses. As a result, the risk of negative effects on arable land and towards humans is reduced. Although, the sewage sludge with higher levels of pollutants are still being used, thus causing negative effects to the environment as a whole.

The study illustrates that current levels of cadmium and nonylphenol in the environment are problematic, and the exposure to humans and nature must be reduced. Hence, the only way to avoid negative effects on human health and the environment when using sewage sludge is to reduce its overall content of pollutants.

In addition, the study shows that the most effective way to further reduce the prevalence of cadmium and nonylphenol in sewage sludge is through stricter regulation in other areas, e.g. gas purification or the ban of a specific substance use in products. However, the implementation of stricter regulations has been problematic within Sweden. The overall assessment is therefore that the certification scheme called REVAQ is the best available method to further reduce the concentration of pollutants in sewage sludge. The aim with REVAQ is to reduce the amount of heavy metals and organic pollutants, through structured working methods at the waste water treatment plants. Since REVAQ will contribute to a reduction of the concentrations of pollutants, both the dispersion and the negative effects will be reduced too. REVAQ can therefore be used as an effective tool towards reaching 'A Non-Toxic Environment'; one of sixteen environmental quality objectives set up by the Swedish Government. The recommendation of this paper is to give support to the waste water treatment plants and their work with REVAQ.





# SAMMANFATTNING

Fokus i denna studie har varit att kritiskt granska de styrmedel som reglerar avloppsslam genom att utreda hur styrmedel påverkar föroreningar som förekommer i avloppsslam och föroreningarnas spridning, samt hur gällande styrmedel förhindrar att negativa effekter för samhälle och miljö uppkommer. Målsättningen var att kunna bidra till den pågående slamdebatten genom att utreda styrkor och svagheter hos gällande styrmedel som reglerar traditionell användning av avloppsslam i Sverige.

Det kan inledningsvis poängteras att problemställningen för studien baserades på den felaktiga uppfattningen att syftet med lagstiftningen är att reducera mängden föroreningar i avloppsslam. Det är alltså inte fallet. Lagstiftningen anger istället vilken kvalitet slammet minsta ska ha (haltgränsvärden för sju grundämnen), samt hur en korrekt hantering av slammet ska gå till för att avloppsslammet ska få användas i jordbruket. Det övergripande målet är att förhindra att negativa effekter för människa eller miljö uppkommer.

Bedömningen är att lagstiftningen för avloppsslam (som den är utformad) inte heller reducerar mängden föroreningar i avloppsslam. Lagstiftningen reducerar dock risken för att människan exponeras för föroreningar genom att ändra riktning för spridningen av de föroreningar som förekommer i avloppsslam – avloppsslam med lägst föroreningshalter används på åkermark, och övrigt slam på andra platser. På så sätt reduceras risken för att negativa hälsoeffekter uppkommer. Vad gäller negativa effekter på miljö är risken lika överhängande oavsett var slammet placeras, men risken för att just jordbruksmark får sämre produktionsförmåga reduceras till följd av lagstiftningen.

Studien visar även att dagens totala spridning av kadmium och nonylfenol kan orsaka negativa effekter för människa och miljö och att spridningen av dessa två föroreningar måste begränsas. Studien visar vidare att andra gödselmedel än avloppsslam innehåller mindre mängd föroreningar. Vid användning av andra gödselmedel minskar därför spridningen av föroreningar och därmed även risken för att negativa effekter uppkommer. Att använda avloppsslam som gödselmedel i förhållande till andra gödselmedel ökar därför den sammanlagda risken för att negativa effekter på samhälle och miljö uppkommer. Det enda sättet att långsiktigt förhindra risken för att negativa effekter uppkommer till följd av avloppsslamsanvändningen är därför att reducera den totala mängden föroreningar i avloppsslammet och på så sätt även reducera spridningen av föroreningar.

Lagstiftningens övergripande mål, att förhindra att negativa effekter uppkommer till följd av avloppsslamsanvändningen, uppfylls därför inte med ovanstående som bakgrund. Lagstiftningen reducerar dock, som ovan nämnts, risken för att negativa effekter för människor eller i jordbruksmark uppkommer.

Studien visar att det istället är annan lagstiftning som i huvudsak förhindrar att föroreningar når avloppsreningsverken, vilket på sikt förbättrar slamkvaliteten samt förhindrar att negativa effekter uppkommer till följd av avloppsslamsanvändningen. Det är exempelvis av avgörande betydelse med både nationella, europeiska och internationella åtgärder för att kunna minska mängden kadmium och nonylfenol i avloppsslam. Sådana åtgärder, som stärkt kemikalielagstiftning eller krav på rökgasrening, kan av olika skäl vara svåra att genomföra.

Trots att användningen av avloppsslam inom jordbruket innebär negativa effekter för samhälle och miljö finns det andra problem som kan berättiga användningen.

Naturvårdsverket menar att dagens enkelriktade näringsflöde mellan jordbruk och stad inte är hållbart, utan att kretsloppet bör slutas så att näringsämnen i städerna förs tillbaka till jordbruket. Att sluta kretsloppet på detta sätt kan även reducera användningen av mineralgödsel, vilken är förknippad med många olika miljöproblem. Enligt beräkningar kan avloppsslam ersätta nästintill hälften av mineralgödselanvändningen i Sverige. Tillsammans med rötresten från biogasproduktion, finns ännu större potential för att minska mineralgödselanvändningen.

Fördelar med avloppsslamsanvändningen måste sättas i relation till slammets innehåll av föroreningar. Är nyttan och miljöproblemen som undviks vid slamspridning i jordbruket så pass omfattande att avloppsslamsanvändningen och dess spridning av föroreningar kan berättigas? En avvägning mellan de två alternativen var inte avsikten med denna studie. Följande ståndpunkt är dock enligt studiens resultat befogad: På grund av dagens innehåll av kadmium och nonylfenol, vilket kan innebära risker för människa och miljö, bör slamspridning enbart berättigas om mängden föroreningar i slammet samtidigt reduceras.

Det styrmedel som långsiktigt förhindrar att negativa effekter på samhälle och miljö uppkommer är det frivilliga certifieringssystemet REVAQ. Skälet är att reglerna även reducerar mängden oönskade ämnen i avloppsslammet, vilket på sikt minskar spridningen av föroreningarna och slutligen även att människa och miljö exponeras för föroreningarna. Det övergripande ansvaret för att kunna förbättra slamkvaliteten, har således hamnat hos organisationen REVAQ samt REVAQ-certifierade avloppsreningsverk, samt övriga avloppsreningsverk som bedriver uppströmsarbete. Ansvaret kommer fortsättningsvis enbart att åvila dessa aktörer så länge som Sverige har svårigheter att nationellt begränsa luftutsläpp eller förekomsten av produkter och kemikalier som innehåller farliga ämnen.

Samtidigt pekar mycket på att det kan vara svårt för avloppsreningsverken att ytterligare reducera mängden inkommande föroreningar – punktutsläpp är åtgärdade och återstående åtgärder resurskrävande. Trots detta är bedömningen att det råder stor potential att förbättra slamkvaliteten genom att arbeta med föroreningar uppströms från avloppsreningsverken. Det beror dels på att REVAQ skapar ett strukturerat arbetssätt för arbetet med miljögifter, och dels på att det saknas andra rimliga åtgärder.

Det kan avslutningsvis understrykas att uppströmsarbetet går hand i hand med målen i miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö eftersom åtgärderna leder till att avgifta samhället. Arbetet med REVAQ kan därför ge kommuner en betydelsefull utgångspunkt i arbetet med miljö kvalitetsmålet. En annan positiv effekt är att uppströmsarbetet bidrar till en kunskapsinhämtning som samtidigt kan bidra till en målinriktad kemikaliepolitik i Sverige. Arbetet med REVAQ bör därför betraktas som ett handlingskraftigt sätt att avgifta samhället och rekommendationen är därför att stötta avloppsreningsverkens uppströmsarbete.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>FÖRORD</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>iii</b>
<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>v</b>
<b>FÖRKORTNINGAR &amp; DEFINITIONER</b>	<b>ix</b>
<b>1. INLEDNING</b>	<b>1</b>
<b>1.1 SYFTE &amp; MÅL</b>	<b>2</b>
<b>2. METOD &amp; MATERIAL</b>	<b>3</b>
<b>3. BAKGRUND &amp; FÖRUTSÄTTNINGAR</b>	<b>5</b>
<b>3.1 NATURVÅRDVERKETS AKTIONSPLAN</b>	<b>6</b>
3.1.1 DET LÅNGSIKTIGA MÅLET	6
3.1.2 REKOMMENDERADE STUDIER OCH INSATSER	8
<b>3.2 NATURVÅRDSVERKETS REVIDERADE AKTIONSPLAN</b>	<b>9</b>
3.2.1 DET LÅNGSIKTIGA MÅLET	9
3.2.2 REKOMMENDERADE STUDIER OCH INSATSER	10
<b>4. STYRMEDEL</b>	<b>11</b>
<b>4.1 MILJÖMÅL</b>	<b>12</b>
<b>4.2 LAGSTIFTNING</b>	<b>13</b>
4.2.1 ANVÄNDNING AV AVLOPPSSLAM	14
4.2.2 SMITTSKYDD	15
4.2.3 METALLER	16
4.2.4 ORGANISKA FÖRORENINGAR	17
4.2.5 SLAMPRODUCENTENS ANSVARSOMRÅDEN	18
<b>4.3 REVAQ</b>	<b>18</b>
4.3.1 PRODUKTION AV AVLOPPSSLAM	20
4.3.2 SMITTSKYDD	22
4.3.3 METALLER	22
4.3.4 ORGANISKA FÖRORENINGAR	23
4.3.5 SLAMPRODUCENTENS ANSVARSOMRÅDEN	25
<b>5. FÖRORENINGAR SOM EXEMPEL</b>	<b>27</b>
<b>5.1 KADMIUM</b>	<b>27</b>
5.1.1 FÖREKOMST I GÖDSELMEDEL	28
5.1.2 FÖREKOMST I MARK, GRÖDA OCH MILJÖ	31
5.1.3 TOXIKOLOGI OCH EXPONERING	34
5.1.4 YTTERLIGARE STYRMEDEL	35
5.1.5 SPRIDNINGSVÄGAR FÖR KADMIUM	36
<b>5.2 NONYLFENOL</b>	<b>39</b>
5.2.1 FÖREKOMST I GÖDSELMEDEL	40
5.2.2 FÖREKOMST I MARK OCH MILJÖ	40
5.2.3 TOXIKOLOGI OCH EXPONERING	41
5.2.4 YTTERLIGARE STYRMEDEL	42
5.2.5 SPRIDNINGSVÄGAR FÖR NONYLFENOL	43
<b>5.3 FALLSTUDIE I MALMÖ STAD</b>	<b>44</b>
5.3.1 KADMIUM	45
5.3.2 NONYLFENOLER	46
5.3.3 YTTERLIGARE STYRMEDEL	46
5.3.4 DET FÖREBYGGANDE ARBETET	48
<b>6. DISKUSSION</b>	<b>51</b>
<b>7. SLUTSATSER</b>	<b>57</b>
<b>8. REKOMMENDATIONER</b>	<b>59</b>
<b>REFERENSER</b>	<b>61</b>
<b>BILAGA 1</b>	<b>65</b>



# FÖRKORTNINGAR & DEFINITIONER

A-verksamhet	En klassning av verksamhet enligt förordning (SFS 1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. Med A-verksamhet avses de mest miljöstörande verksamheterna och är tillståndspliktiga. Se även B- respektive C-verksamhet.
ABVA	Enligt vattentjänstlagen (SFS 2006:412 23§) får en VA-huvudman meddela föreskrifter: Allmänna bestämmelser för brukande av kommuns allmänna vatten- och avloppsanläggning (ABVA)
AF	Alkylfenol
AFE	Alkylfenoletoxilater
ARV	Avloppsreningsverk
B-verksamhet	En klassning av verksamhet enligt förordning (SFS 998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. Med B-verksamhet avses mindre störande verksamheter än A-verksamheter och är tillståndspliktiga. Se även A- respektive C-verksamhet.
BAT	Best Available Techniques, bästa tillgängliga teknik enligt IPPC-direktivet
C-verksamhet	En klassning av miljöfarlig verksamhet enligt förordning (SFS 1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. C-verksamheter är mindre störande än A- och B-verksamheter och kräver inte tillstånd, men är anmälningspliktiga. Se även B- respektive C-verksamhet.
EEA	European Environment Agency, Europeiska miljöbyrån
EFSA	European Food Safety Authority, Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Point, ett verktyg inom livsmedelsbranschen för att främja produktsäkerheten
Hushållspillvatten	Avloppsvatten från hushåll (bad-, disk- och tvättvatten samt klosettwater)
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control, Rådets direktiv 96/61/EG av den 24 september 1996 om samordnade åtgärder för att förebygga och begränsa föroreningar (IPPC-direktivet)
Klosettwater	Urin och fekalier tillsammans med spolwater från toalett
LRTAP	Long Range Transport of Airborne Pollutants, en internationell konvention om att begränsa långväga luftföroreningar
LRF	Lantbrukarnas Riksförbund
NF	Nonylfenol
NFE	Nonylfenoletoxilater
P-märkning	Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (SP) eget kvalitetsmärke
PRIO	Prioriterade riskminskningsämnen och utfasningsämnen enligt Kemikalieinspektionens prioriteringsguide, kallad PRIO

Pe	Personekvivalenter, antalet personekvivalenter beräknas som kvoten mellan den tillståndsgivna föroreningsbelastningen med avseende på BOD <sub>7</sub> (biokemisk syreförbrukning mätt under 7 dygn) och den specifika föroreningsmängden, 70 g BOD <sub>7</sub> /person och dygn
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals, Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1907/2006 av den 18 december 2006 om registrering, utvärdering, godkännande och begränsning av kemikalier (REACH)
REVAQ	Certifieringssystem för kvalitetssäkring och återföring av växtnäring med avloppsslam, systemet ägs av Svenskt Vatten
RoHS	Restriction of Hazardous Substances, Europaparlamentets och rådets direktiv 2002/95/EG av den 27 januari 2003 om begränsning av användningen av vissa farliga ämnen i elektriska och elektroniska produkter (RoHS-direktivet)
SCB	Statistiska Centralbyrån
SFNS	Statens Naturvårdverks föreskrifter
SFS	Svensk författningssamling
Slamförordningen	Naturvårdsverkets (2010a) förslag till ny förordning som ska reglera avloppsfractioner på mark
Slamkungörelsen	Kungörelse (SNFS 1994:2) med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket
Slamparti	Ett slamparti är enligt REVAQ en avgränsad mängd slam med likartad sammansättning, som producerats under en specifik tid och är högst 5000 ton, men bör inte vara större än 1000 ton
Slamöverenskommelsen	Tidigare har, utöver svensk lagstiftning, slamhantering reglerats av denna överenskommelse mellan LRF, VAV (numera Svenskt Vatten) och Naturvårdsverket
SLU	Sveriges Lantbruksuniversitet
SP	Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Spillvatten	Avloppsvatten, utom drän- och dagvatten
Svenskt Vatten	En branschorganisation som företräder vattentjänstföretagen i Sverige
TS	Torrsubstans, torrsubstansen i slam är den torra delen av slammet som blir kvar efter torkning. TS-halten mäts genom att dela vikten av det torra slammet med det våta slammet ( $TS (\% \text{ av våtvikt}) = \text{torrvikt/våtvikt} \cdot 100 \%$ ).
VA SYD	Ett kommunalförbund bestående av Burlövs, Eslövs, Lunds och Malmös kommuners VA-verksamheter
VAV	Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen, numera Svenskt Vatten, är en branschorganisation som företräder vattentjänstföretagen i Sverige

# 1. INLEDNING

Lantbrukarnas Riksförbund (LRF) rekommenderade sina medlemmar för första gången år 1988 att sluta använda avloppsslam som gödselmedel på svensk åkermark (Naturvårdsverket 2003, s.5ff). Ett decennium senare, trots idogt arbete som resulterat i förstärkta gränsvärden och riktvärden för slam, rekommenderade LRF återigen att upphöra med slamspridningen (ibid.). Numera rekommenderar LRF (2010) sina medlemmar att enbart använda slam som är certifierat i enlighet med REVAQ. Likt en tioårig cykel blossade kritiken och debatten kring användningen av avloppsslam på nytt upp i slutet av 2000-talets första årtionde.

Under de tre senaste åren har flera tidningsartiklar publicerats runt om i Sverige med en kritisk inställning till avloppsslam som gödselmedel. Våren år 2009 publicerades debattartikeln ”Avloppsslam en cancerfara som förgiftar våra åkrar” i Dagens Nyheter (Jarlöv *et al.*, 2009). Artikeln, som var en uppmaning till alla som är delaktiga i slamspridningen att ompröva sitt ställningstagande, undertecknades av ett fyrtiotal forskare, politiker, tjänstemän samt representanter från naturvårdsföreningar. Enligt debattartikeln utgör slamspridning ”ett systematiskt och irreversibelt spridande av gifter i vår miljö”. Som potentiella gifter framhålls kadmium, läkemedelsrester, PAH och andra svårnedbrytbara kemikalier. Kritik riktades även mot REVAQ och författarna hävdade att ”certifiering av va-verken enligt det så kallade REVAQ-systemet antas plötsligt förvandla slammet från giftigt avfall till acceptabelt gödselmedel” (Jarlöv *et al.*, 2009).

Andra artiklar som publicerats är ”Mot allt sunt förnuft att säga ja till rötslam” (Wilson 2010) och ”Förstör inte åkrarna med kadmium” (Jarlöv *et al.*, 2010) i Göteborgs-Posten under våren år 2010. Samma år publicerades artikeln ”Medicinska skäl mot spridning av avloppsslam på åkermark” i Läkartidningen (Fagerberg *et al.*, 2010). En intensiv debatt har även pågått i tidningen Dagens Samhälle<sup>1</sup>, kommunernas och landstingens tidning. Bakom många artiklar ligger dock representanter från initiativet *Ren åker ren mat* eller från *Sveriges konsumenter i samverkan*, intresseorganisationer som arbetar mot slamspridning på svensk åkermark.

Många artiklar har fått genmälen. Som replik på artikeln ”Förstör inte åkrarna med kadmium” publicerades artikeln ”Nödvändigt att återföra fosfor via avloppsslam” (Mattson och Davidsson, 2010), författad av anställda på Gryaab AB, bolaget som ansvarar för reningen av avloppsvattnet i Göteborgsregionen. Ett annat exempel är debattartikeln ”Avloppsslam en cancerfara som förgiftar våra åkrar” i Dagens Nyheter, som bland annat fick genmäle i nyhetssändningen Dagens eko, då Jan Eksvärd (2009) som är miljöansvarig hos LRF avfärdade kritiken.

Föreläsare vid den miljövetenskapliga utbildningen på Lunds universitet har tagit olika sidor i slamdebatten. Vissa föreläsare har uttalat sig i slamfrågan med största försiktighet, andra har talat om näringsåterföring genom spridning av slam som en naturlig del av kretsloppssamhället, medan ett par föreläsare visat tydligt att de är mot spridning av avloppsslam på åkermark.

Efter LRF:s slamstopp i slutet av 1990-talet, fick Naturvårdsverket i uppdrag att utreda frågorna kring miljö- och hälsoskyddsaspekter vid användning och spridning av avloppsslam. Syftet var även att formulera ett miljömål för fosforåterföring (Naturvårdsverket, 2010a, s.9). Ett fördjupat arbete kring avloppsslamfrågorna tog fart och ett flertal underlagsrapporter

---

<sup>1</sup> Se bland annat artikeln ”Förbränning av slam är ingen lösning” av Finnson och Ekmark (2009).

utarbetades. År 2002 presenterades resultatet genom huvudrapporten *Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp*. Åtta år senare utkom även en revidering och uppdatering av aktionsplanen. Avsikten med revideringen var att öka återföringen av fosfor samt att utifrån rådande kunskapsläge analysera olika system och metoder för återföring av näring ur avlopp (Naturvårdsverket, 2010a, s.8).

## **1.1 SYFTE & MÅL**

Målsättningen med denna studie är i huvudsak att bidra till debatten kring avloppsslam genom att utreda styrkor och svagheter hos gällande styrmedel som reglerar traditionell användning av avloppsslam i Sverige. Avsikten är att granska de styrmedel som reglerar avloppsslam genom att utreda hur de påverkar föroreningar som förekommer i avloppsslam och dess spridning, samt hur de förhindrar att negativa effekter på samhälle och miljö uppkommer.



## 2. METOD & MATERIAL

Det inledande kapitlet presenterar bakgrund och förutsättningar för dagens användning av avloppsslam, samt slammets potential som fosforkälla inom jordbruket, för att få förståelse för varför avloppsslam kan vara viktigt att använda i jordbruket. Även viktigare slutsatser i Naturvårdsverkets aktionsplan, samt slutsatser från revideringen av samma aktionsplan, presenteras i detta kapitel. Skälet är att utformningen av gällande styrmedel bygger på de två rapporterna och en tolkning av gällande styrmedel måste således göras utifrån dessa. Studien är sedan uppdelad i två huvudkapitel: *Styrmedel* samt *Föroreningar som exempel*.

Som namnet antyder, behandlar kapitlet *Styrmedel* de miljömål, lagar och regler samt frivilliga överenskommelser som på något sätt reglerar avloppsslam eller användningen av slammet. För att läsaren ska erhålla en fördjupad förståelse för de styrmedel som huvudsakligen reglerar avloppsslam (slamkungörelsen och REVAQ) beskrivs de i nästintill sin helhet. Därför behandlas exempelvis regler för smittskydd, trots att de inte är av avgörande betydelse för studien. De styrmedel som presenteras i detta kapitel analyseras sedan med hjälp av det efterföljande kapitlet, *Föroreningar som exempel*.

Inom ramen för denna studie fanns inte möjlighet att behandla alla föroreningar i avloppsslam. Två olika typer av föroreningar har därför valts ut för att illustrera och exemplifiera styrkor och svagheter hos gällande styrmedel – en tungmetall och en organisk förorening. Tungmetallen som behandlas i studien är kadmium, och valdes med hänsyn till den kritik som under de senaste tre åren har riktats mot avloppsslam. För att kunna utvärdera gällande styrmedel utreds problematik kring kadmium, med avseende på förekomst, toxikologi och spridningsvägar.

Den organiska föroreningen som behandlas i studien är nonylfenol, en annan förorening som också lyfts fram i slamdebatten. Med anledning av frånvaron av styrmedel för specifika organiska föroreningar kommer nonylfenol att behandlas i mindre utsträckning än kadmium. Organiska föroreningar regleras framförallt genom certifieringssystemet REVAQ, med fokus på uppströmsarbete.

Kapitlet *Föroreningar som exempel* avslutas med en fallstudie som beskriver arbetet med avloppsslam vid Malmö stads två avloppsreningsverk. Avloppsreningsverken drivs av VA SYD, ett kommunalförbund som består av Burlövs, Eslövs, Lunds och Malmös VA-verksamheter. Tanken bakom fallstudien är att få ytterligare förståelse för styrkor och svagheter hos gällande styrmedel genom att studera hur de implementeras i slamproducentens verksamhet.

I *Diskussion* respektive *Slutsatser* diskuteras och sammanfattas avslutningsvis de konklusioner som kan dras utifrån de tre kapitlen om avloppsslammets förutsättningar, styrmedel och föroreningar. I kapitlet som benämns *Diskussion* presenteras reflektioner och synpunkter kring gällande styrmedel för avloppsslam. I det sista kapitlet, i *Slutsatser*, summeras de slutsatser som kan dras kring hur gällande styrmedel påverkar föroreningar i avloppsslam och dess spridning, samt hur de förhindrar att negativa effekter på samhälle och miljö uppkommer. I det sista kapitlet, *Rekommendationer*, har några sista rekommendationer sammanställts, vilka baseras på de två föregående kapitlen.

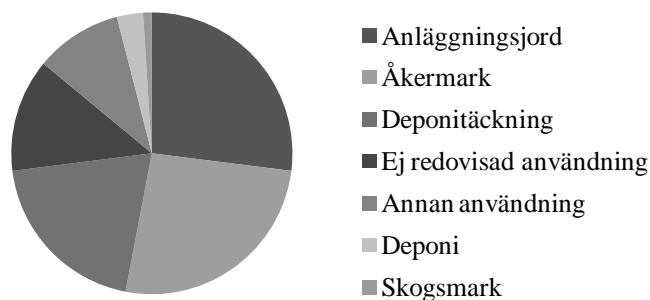
Det återföringssystem för fosfor som analyseras i denna studie är traditionell slamhantering före användning på åkermark, d.v.s. stabilisering - avvattning - spridning, eftersom metoden

dominerar dagens slamhantering. Avloppsslam kan även användas för andra ändamål än som gödselmedel på åkermark. Med anledning av miljömålet om återföring av fosforföreningar, varav minst hälften till åkermark, samt att debatten framförallt berör slamspridning på åkermark, är studien avgränsad till att främst behandla styrmedel vid användning av avloppsslam i jordbruk. Studiens slutsatser bör dock även kunna tillämpas för avloppsslam som ännu användas för andra ändamål.

Studien har baserats på kvalitativa litteraturstudier. Vetenskapliga artiklar har använts i så stor utsträckning som möjligt för att försöka erhålla objektiva bedömningar kring avloppsslam. Till övervägande del har offentligt tryck använts. Skälet är att publikationerna vanligtvis representerar den uppfattning som råder i svenska myndigheter, vilket lägger grunden för hur myndigheterna agerar och vilka lagar som stiftas. I de fall där det varit möjligt, har både offentligt tryck och vetenskapliga artiklar använts som litteratur. Det kan även noteras att den forskning som har bedrivits är till övervägande del på uppdrag av Naturvårdsverket, vilka verkar för fortsatt spridning av avloppsslam. Utgångspunkten har varit Naturvårdsverkets aktionsplan (2002) och revideringen av aktionsplanen (2010a). Jan Eriksson vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) i Uppsala är en av få personer i Sverige som har studerat föreningar i avloppsslam i Sverige och är en ständigt återkommande referens i offentligt tryck. Överlag har kadmium och nonylfenol studerats i mycket begränsad omfattning i Sverige och under svenska förhållanden. Fallstudien om slamproducentens arbete i kapitlet *Föreningar som exempel* baseras delvis på en intervju med miljöingenjören Agneta Leander, som arbetar med avloppsslam och certifieringssystemet REVAQ på VA SYD.

### 3. BAKGRUND & FÖRUTSÄTTNINGAR

I Sverige produceras årligen omkring 220 000 ton TS potentiellt användbart avloppsslam (Naturvårdsverket, 2002, s.48). År 2008 var genomsnittet för användning av avloppsslam på åkermark 26 % av den totala slamproduktionen i Sverige (SCB, 2010a), vilket motsvarar cirka 57 000 ton TS avloppsslam. Skåne län använde störst andel av sitt avloppsslam på åkermark, 61 % av slammet användes i jordbruket. År 2008 var även första gången på många år som slamspridning på åkermark utgjorde en av de största användningskategorierna för avloppsslam i Sverige. Slam till anläggningsjord och deponitäckning var två andra stora användningsområden, se figur 1.



**Figur 1: Användningsområden för producerat avloppsslam i Sverige år 2008. Anläggningsjord och spridning av avloppsslam på åkermark utgör de största användningsområdena, tätt följda av slam till deponitäckning (SCB, 2010a).**

Fosforinnehållet i avloppsslam ligger kring 2,8 % av vikten i torrsubstans (TS) (SCB, 2010a). Det innebär att Sveriges totala slamproduktion teoretiskt kan bidra med cirka 6000 ton fosfor till svensk åkermark. År 2006 gödslades cirka 1,5 miljoner hektar åkermark med sammanlagt 33 000 ton fosfor, vilket i genomsnitt motsvarar 22 kg P/ha (SCB, 2008). Vid antagandet att allt producerat slam klarar uppsatta gräns- och riktvärden, kan Sveriges totala slamproduktion maximalt täcka cirka 18 % av fosforanvändningen (baserat på 2006 års värden). Av de 22 kg P/ha som tillfördes åkermarken år 2006, utgjordes cirka 8 kg P/ha av mineralgödsel och resterande mängd av stallgödsel (SCB, 2008). Om enbart mineralgödsel ersätts med avloppsslam skulle hälften av fosformängden kunna ersättas med fosfor från avloppsslam<sup>2</sup>.

Fosforföreningarna i avloppsslam betraktas ofta som de viktigaste att återföra till åkermark, men slammet innehåller även andra viktiga växtnäringsämnen (Naturvårdsverket, 2002, s.50f). Av makronäringsämnen (N, P, K, Ca, Mg, S), d.v.s. de näringsämnen som växter behöver i stora mängder, underskrider avloppsslam växternas behov av kalium och kväve. Slamspridning måste därför kompletteras med annat gödselmedel. Vad gäller mikronäringsämnen i avloppsslam (Cl, Fe, Mn, B, Zn, Cu, Ni, Mo) finns dessa i tillräckliga mängder för att täcka växternas behov – koppar, järn och nickel i överskott. Avloppsslam innehåller även organiskt material som bidrar till att markens kolhalt ökar och ger upphov till uppbyggd humushalt (Naturvårdsverket, 2002, s.51).

<sup>2</sup> Ytterligare beräkningar finns i Naturvårdsverkets aktionsplan (2002, s.48ff).

### 3.1 NATURVÅRDVERKET'S AKTIONSPPLAN

Inledningsvis bör framhållas att Naturvårdsverket i aktionsplanen bedömer att det är ”av stor vikt” (2002, s.11) med fosforåterföring ur avlopp och ur andra potentiella fosforkällor. Motivet är miljö- och resursproblem i samband med gruvbrytning av fosfatmineral och att mineralet är en ändlig naturresurs. Även miljöproblem förknippade med gödselmedelstillverkning och övergödning anges som skäl. Naturvårdsverket hämtar också stöd för återföring av fosfor hos den så kallade avfallshierarkin<sup>3</sup> samt hos miljöbalkens hushållnings- och kretsloppsprinciper (Naturvårdsverket, 2002, s.68-69).

#### 3.1.1 Det långsiktiga målet

Naturvårdsverket har i sitt arbete med aktionsplanen kommit fram till ett övergripande och långsiktigt mål, som även är utgångspunkten för den struktur och utformning av strategier och åtgärder som genomsyrar planen. Målet, eller tillståndet i framtiden, är att ”näringen i avlopp återförs till mark, där näringen behövs, utan risk för hälsa eller miljö” (2002, s.9). Detta ska enligt Naturvårdsverket (2002, s.9) innebära att:

- avloppsfraktionerna har en sådan kvalitet, med avseende på renhetsgrad, att de kan återföras utan risk för hälsa eller miljö,
- näringen i avlopp kan återföras både till åkermark och annan mark där näring behövs,
- användning av andra gödselmedel ersätts

Naturvårdsverket har bedömt att även andra näringsämnen än bara fosfor är viktiga att återföra till mark (Naturvårdsverket, 2002, s.11). Därför formuleras det långsiktiga målet att *näringen* i avlopp ska återföras till mark. De näringsämnen som framhävs framförallt svavel, kväve och kalium.

Den första punkten ovan, att avloppsfraktionerna ska ha en sådan kvalitet att de kan återföras ”utan risk för hälsa eller miljö” (Naturvårdsverket, 2002, s.68) omfattar att spridning av metaller, organiska föroreningar och smittämnen bör minimeras<sup>4</sup>. Enligt Naturvårdsverket rymmer uttrycket även att andra risker ska undvikas, exempelvis övergödning och negativ påverkan på den biologiska mångfalden.

Även de två sista punkterna preciseras. Bedömningen är att näringen i avlopp framförallt bör återföras till åkermark i framtiden, Naturvårdsverket skriver att ”på lång sikt kan man anta att detta i praktiken innebär åkermark” (Naturvårdsverket, 2002, s.12.) Uppfattningen är även att näringen från avlopp bör användas så att mineralgödsel ersätts. Motivet är att försöka sluta kretsloppet för näringsämnen.

För att nå ovanstående mål lyfts tre typer av åtgärder fram, vilka ska vara avgörande för möjligheten att nå det långsiktiga målet: Att främja en ökad återföring av fosfor, att

<sup>3</sup> Enligt Naturvårdsverket (2002, s.69) medför Sveriges nationella avfallshierarki att av ”olika avfallshanteringsmetoder ska återanvändning av material prioriteras högst. Därefter följer materialåtervinning och energiutvinning. Materialåtervinning är prioriterat framför energiutvinning när detta är miljömässigt motiverat. Deponering är en sista utväg för avfall som inte kan hanteras på annat sätt”, vilket bygger på Regeringens skrivelse 1998/99:63.

<sup>4</sup> Naturvårdsverket preciserar uttrycket ”utan risk för hälsa eller miljö” i ett omfattande kapitel som behandlar metaller, organiska föroreningar samt smittskydd, dessa slutsatser kommer att presenteras under de kapitel som behandlar föroreningar, se kapitel 5.

arbeta för minskad mängd tillförda föroreningar till åkermark och avlopp samt att arbeta mot en minskad risk för smittspridning (Naturvårdsverket, 2002, s.10).

För att genomföra de tre ovanstående åtgärderna, och uppnå aktionsplanens långsiktiga mål, har fem olika arbetsområden utformats (Naturvårdsverket, 2002, s.17):

- Stegvis utveckling mot målet
- Kontinuerlig uppföljning, utvärdering och revidering
- Successivt höjda mål för återföring och skärpta regelverk
- Utveckling av system och metoder
- Genomförande av kompletterande åtgärder

Den första punkten, en stegvis utveckling mot målet, visar ambitionen att arbetet ska karaktäriseras av delmål, mål och strategier som ger stegvisa framsteg (Naturvårdsverket, 2002, s.17). Vid denna typ av utveckling, menar Naturvårdsverket, befinner vi oss i ett tillstånd som kräver att ”samhället under en period tillåter en balansgång mellan ökad återföring och minskad mängd föroreningar och minskad risk för smittspridning” (Naturvårdsverket, 2002, s.71). Naturvårdsverket har därför, förutom det långsiktiga målet, utarbetat ett första delmål i aktionsplanen. Enligt delmålet ska år 2015 minst 60 % av fosfor i avlopp återföras till produktiv mark, varav minst hälften bör återföras till åkermark. Delmålet har blivit en del av miljö kvalitetsmålet God bebyggd miljö, se kapitel 4.1 om miljömål.

Punkt två belyser vikten av att arbetet även omfattar uppföljning, utvärdering och revidering så att uppställda mål utvecklas, ny kunskap tas tillvara samt att en acceptans för fosforanvändning kvarstår (Naturvårdsverket, 2002, s.71). Naturvårdsverket gör därmed bedömningen att aktionsplanen borde revideras kring år 2008. En revidering av aktionsplanen utkom år 2010 (Naturvårdsverket, 2010a).

Tredje punkten, att successivt höja mål för återföring och att skärpa regelverk, ska syfta till att minska tillförseln av föroreningar och minska risken för smittspridning samt att öka återföringsgraden (Naturvårdsverket, 2002, s.72). Det ska innebära att kraven på lång sikt ska ha skärpts så pass att avloppsfraktioner inte tillför mer föroreningar än miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö tillåter. Som första steg ger aktionsplanen förslag på en ny förordning<sup>5</sup>, med bland annat skärpta gränsvärden och högre krav på smittskydd.

Fjärde punkten, utveckling av system och metoder, belyser vikten av inhämtning av ny kunskap, både för befintliga och nya typer av avloppssystem samt för behandlingsmetoder av avloppsfraktioner (Naturvårdsverket, 2002 s.72). Naturvårdsverket anser att minst tre fosforutvinnande system skall ha testats innan år 2008 och att minst hälften av Sveriges kommuner då skall ha antagit avloppsplaner.

Den sista punkten belyser vikten av kompletterande åtgärder av generell karaktär (Naturvårdsverket, 2002, s.73). Naturvårdsverket menar att dialog mellan aktörer, informationsspridning samt att verka för avloppsplanering är viktiga åtgärder inom detta arbetsområde. Även åtgärder inom arbetet med miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö omfattas av denna punkt.

---

<sup>5</sup> Förslaget till förordning uppdaterades genom revideringen av aktionsplanen, se vidare kapitel 4 om styrmedel.

Ansvar för arbetet med det långsiktiga målet ligger enligt Naturvårdsverket (2002, s.73) på alla aktörer. Samtliga aktörer bör därför verka för att föroreningar och smittämnen minskar i avloppsfraktionerna. Naturvårdsverket menar även att arbetet på både internationell och europeisk nivå är avgörande. Delvis för att minska mängden föroreningar i produkter, som slutligen hamnar i avloppsfraktioner, men även för att minska nedfallet av föroreningar som också belastar åkermarken (Naturvårdsverket, 2002, s.14).

Kommunerna ska ansvara för att arbetet med avloppsplanering sker inom ramen för regler och det långsiktiga målet (Naturvårdsverket, 2002, s.73). Naturvårdsverket framhåller även att kommunerna har möjlighet att påverka kvaliteten hos avloppsfraktionerna. Kommunerna uppmanas därför att fortsätta påverka verksamheter som är anslutna till avlopps nätet så att utsläpp av vissa föroreningar minskar eller upphör. Som stöd för kommunerna har en särskild avfallshierarki framarbetats i aktionsplanen, vilken bygger på Sveriges nationella avfallsplan (Naturvårdsverket, 2002, s.11):

- I första hand välja en hantering som ger återföring av näringen.
- I andra hand välja en hantering där åtminstone energin eller materialet utnyttjas.
- I sista hand välja att låta avloppsfraktionen gå till kvittblivning, där varken näringen, energin eller materialet utnyttjas.

Naturvårdsverket (2002, s.11) påpekar dock att det både på lång och kort sikt kan vara så att näringsämnen inte kommer att kunna återföras, med anledning av lokala eller regionala förhållanden. Om alternativ även är ekonomiskt oskäliga eller miljömässigt oacceptabla får alternativ lägre ner på hierarkin väljas.

### **3.1.2 Rekommenderade studier och insatser**

För att system för återföring av fosfor i framtiden ska kunna uppnå det långsiktiga målet i aktionsplanen, samt vara förenligt med miljökvalitetsmålet Giftfri miljö, omnämns förslag på flera studier och insatser.

Naturvårdsverket (2002, s.12f) skriver i aktionsplanen att dagens avloppsfraktioner inte är förenligt med miljökvalitetsmålet Giftfri miljö, med tanke på nuvarande innehåll av föroreningar. Om de åtgärder som presenteras i aktionsplanen vidtas, bedömer dock Naturvårdsverket, att slamspridning bör kunna fortsätta, men skriver att ”förutsättningarna för att uppnå dessa kvaliteter varierar och det råder därför osäkerhet om i vilken omfattning traditionell slamhantering kan utvecklas för att nå målen” (Naturvårdsverket, 2002, s.14). Behovet av forskning och teknikutveckling inom området betonas därför på ett flertal ställen i planen. Exempelvis måste system för återföring av fosfor, enligt Naturvårdsverket (2002, s.15), utvecklas och testas i full skala.

Att utarbeta och utveckla avloppsplaner bedömer Naturvårdsverket (2002, s.16,75) kunna vara ett viktigt styrmedel för att uppnå planering och utbyggnad av långsiktigt hållbara avloppssystem. Som första mål vill därför Naturvårdsverket att minst hälften av Sveriges kommuner har en avfallsplan senast år 2008.

Naturvårdsverket (2002, s.12) framhäver även vikten av att studera det totala fosforflödet i samhället. Naturvårdsverket menar att detta kan bidra till identifieringen av andra potentiella fosforkällor (bland annat livsmedelsavfall och slaktavfall) samt även bidra till bättre hushållning med fosfor. Aktionsplanen betonar även att det generellt behövs fler studier av föroreningsflöden i samhället (ibid., s.16).

Ovanstående krav och förslag på åtgärder och arbetsområden ska lägga grunden för att kunna definiera mer långsiktiga krav på kvaliteten hos avloppsfraktioner i framtiden, framförallt vad avser minskad tillförsel av föroreningar, något som Naturvårdsverket anser vara viktigt (Naturvårdsverket, 2002, s.13).

## **3.2 NATURVÅRDSVERKETS REVIDERADE AKTIONSPLAN**

Som tidigare nämnts var syftet med revideringen av aktionsplanen att öka återföringen av fosfor samt att utifrån rådande kunskapsläge analysera olika system och metoder för återföring av näring (istället för traditionell slamavvättning på mark). Det största ämnesområdet som behandlas i revideringen är därför olika metoder för att nyttiggöra näring ur avlopp. Detta område behandlas inte i någon större utsträckning i denna studie, och presenteras därför inte nedan.

Övriga områden som uppdaterats är förordningsförslaget, tillgång och kvalitet på fosfor samt miljö- och hälsoskyddsaspekter. Förordningsförslaget presenteras i kapitel 4 om styrmedel. Slutsatser kring tillgång och kvalitet på fosfor samt miljö- och hälsoskyddsaspekter presenteras framförallt i det kapitel som behandlar föroreningar, se kapitel 5. De slutsatser som återstår är de som berör Naturvårdsverkets grundläggande ställningstaganden samt Naturvårdsverkets förslag på vidare studier.

### **3.2.1 Det långsiktiga målet**

Att det finns behov av fosforåterföring från avlopp, samt att även andra näringsämnen än fosforföreningar från avlopp bör återföras till åkermark, är slutsatser som kvarstår i Naturvårdsverkets revidering (Naturvårdsverket, 2010a, s.8). Att återföring av fosfor på lång sikt framförallt bör ske till åkermark och att främst mineralgödsel bör ersättas, är ställningstaganden som också kvarstår. Naturvårdsverket menar vidare att miljöarbetet inom EU och internationellt även fortsättningsvis är avgörande för att kunna erhålla renare avloppsfraktioner.

Som tidigare konstaterats i aktionsplanen, nämner Naturvårdsverket (2010a, s.12) att spridning av avloppsfraktioner på åkermark inte är långsiktigt förenligt med miljö-kvalitetsmålet Giftfri miljö på grund av slammets rådande innehåll av föroreningar. Därför kvarstår förslaget om en ny förordning, nedan kallad *slamförordningen*, vilken även har uppdaterats i samband med revideringen. Naturvårdsverket menar vidare att arbetet med miljö-kvalitetsmålet Giftfri miljö och skärpt kemikalielagstiftning samverkar med den nya slamförordningen så att den långsiktiga användningen av avloppsfraktioner kan bli förenligt med miljö-kvalitetsmålet Giftfri miljö i framtiden. Naturvårdsverkets hållning förblir därför att ”avloppsfraktioner kan återföras till på åkermark på såväl kort som lång sikt med acceptabel risk vad avser tillförda metaller och organiska föroreningar samt smittskydd” (Naturvårdsverket, 2010a, s.12).

Vad gäller system för återföring av fosfor har inga större framsteg åstadkommits enligt revideringen. Enligt aktionsplanen skulle senast år 2008 minst tre olika fosforutvinnande system ha testats i full skala, vilket inte har förverkligats (Naturvårdsverket, 2010a, s.16). Samtidigt kvarstår Naturvårdsverkets tveksamhet kring huruvida traditionell slamhantering kan utvecklas för att klara uppsatta mål och miljökvalitetsmål. Därför vidhåller Naturvårdsverket uppfattningen att det krävs ytterligare forskning och teknikutveckling, samt att olika system bör utvecklas, byggas och utvärderas i större skala innan en allmän introduktion sker (ibid., s.9).

Avloppsplaner lyfts fortfarande fram som ett viktigt strategiskt styrmedel (Naturvårdsverket, 2010a, s.12). Målet enligt den tidigare aktionsplanen, att minst hälften av Sveriges kommuner senast år 2008 skulle ha antagna avloppsplaner eller strategier för återföring av näringsämnen i avloppet, har dock inte realiserats.

### 3.2.2 Rekommenderade studier och insatser

Naturvårdsverket (2010a, s.19) skriver i revideringen av aktionsplanen att den nya slamförordningen kan behöva omprövas när bättre underlag finns tillhanda, samt att:

Vår sammantagna bedömning är också att det ur miljösynpunkt finns tid för ytterligare överväganden de närmaste åren, och då kopplat till utvärderingar och omprövningar inom miljömålsarbetet, i detta fall Giftfri Miljö. Besluten bör då basera sig på den ökade övervakning och screening som vi föreslår, uppföljningen av långliggande fältförsök, genomslaget för de åtgärder som beslutats utifrån REACH, resultatet av Kemikalieinspektionens regeringsuppdrag avseende kadmium, arbetet med framtagande av ett nytt slamdirektiv inom EU samt utvärderingar av teknikutvecklingen.

Naturvårdsverket (2010a, s.37) belyser vikten av ett fortsatt arbete med miljökvalitetsmålet Giftfri miljö, vilket även ska bidra till uppfyllelse av återföringsmålet för fosfor. Att fortsätta driva på EU för en stärkt kemikalielagstiftning är också viktigt enligt Naturvårdsverket, där arbetet med framförallt REACH ska ha avgörande betydelse. Påtryckningar på EU bör framförallt vidtas för de ämnen som identifierats som problematiska genom screening och övervakning av slam. Naturvårdsverket anser också att uppströmsarbete är högprioriterat och att kommuner måste fortsätta påverka verksamheter som är anslutna till avlopps nätet så att utsläpp av prioriterade ämnen minskar eller upphör.

Andra förslag på utredningar, som enligt Naturvårdsverket behövs, är bland annat att undersöka möjligheten att förbjuda kopparledningar vid nybyggnation (Naturvårdsverket, 2002, s.33). Att utreda behovet av att ytterligare begränsa användning av avloppsslam på åkermark, baserat på markbeskaffenhet (pH, ler- eller mullhalt) är ett annat förslag. Naturvårdsverket vill även utreda möjligheter att införa krav på kommunala avloppsplaner (ibid., s.58).

Avslutningsvis kan nämnas att Naturvårdsverket, liksom i aktionsplanen, konstaterar att ökad kunskap generellt behövs av föroreningars flöden i samhället samt deras effekter (Naturvårdsverket, 2002, s.12). 4.



## 4. STYRMEDEL

I samband med Sveriges inträde i EU år 1995 implementerades *Rådets direktiv (86/278/EEG) om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket* i svensk lagstiftning. Föreskrifterna, som togs fram av Naturvårdsverket, gäller än idag och samlades i *Kungörelse (SNFS 1994:2) med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket*, nedan kallad *slamkungörelsen*.

Under remissbehandlingen av slamkungörelsen ingicks även en överenskommelse om slamanvändning i jordbruket mellan LRF, VAV (numera Svenskt Vatten) och Naturvårdsverket (Naturvårdsverket, 1996, s.12). Uppgörelsen var resultatet av flera års förhandlingar, sedan LRF år 1989 rekommenderat sina medlemmar att sluta använda slam på sina åkrar. Syftet med överenskommelsen var att stimulera användningen av kvalitetssäkrat slam (Naturvårdsverket, 2002, s.45), och parterna enades bland annat om vilka gränsvärden för metaller som skulle gälla (Naturvårdsverket, 1996, s.13).

Efter ytterligare en rekommendation om slamstopp från LRF:s sida år 1999, samt behov av tekniska underlag som möjliggjorde miljömålskommitténs önskan om delmål för återföring av fosfor ur avlopp, fick Naturvårdsverket i uppdrag att utreda frågorna om miljö- och hälsoskydds krav för avloppsslam (Naturvårdsverket, 2002, s.35). Uppdraget redovisades till regeringen år 2002 genom rapporten *Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp*. De styrmedel som aktionsplanen föreslår är en ny förordning för reglering av slamspridning i Sverige, samt ett förslag till delmål inom miljökvalitetsmålet God bebyggd miljö. Detta miljömål antogs år 2005 genom Regeringens proposition (2004/05:150) *Svenska miljömål – ett gemensamt uppdrag*.

LRF:s slamstopp år 1999, samt livsmedelsindustrins restriktiva hållning till avloppsslam, banade även väg för ett nytt samarbete mellan berörda aktörer, ett oberoende frivilligt certifieringssystem som idag kallas REVAQ (Kärrman *et al.*, 2007, s.9-10). Samarbetet initierades av ett antal VA-verksamheter tillsammans med livsmedelsindustrin och utgick till viss del från livsmedelsindustrins slampolicy. Syftet med samarbetet var att erhålla ett slam som är tillräckligt bra för att skapa acceptans för användning i jordbruket (*ibid.*). Certifieringssystemet ägs av Svenskt Vatten. I samband med att REVAQ vunnit mark de senaste åren, har den tidigare överenskommelsen mellan LRF, VAV (numera Svenskt Vatten) och Naturvårdsverket upphört att gälla.

Lagstiftning som berör slamanvändning kommer troligtvis att förändras inom nästkommande år. Det utkast till förordning som presenterades i Naturvårdsverkets aktionsplan från år 2002, omarbetades i samband med revideringen av aktionsplanen. Förordningen har varit ute på remiss och förväntades träda i kraft 1 januari år 2012, men vid utgången av år 2011 hade ännu ingen proposition avlämnats. EU-kommissionen bedriver även ett utredningsarbete om att uppdatera slamdirektivet från år 1986 (Naturvårdsverket, 2010b, s.40).

## 4.1 MILJÖMÅL

Delmål om att återföra fosfor till produktiv mark är en konkretisering av delmål 5 som behandlar avfall under miljö kvalitetsmålet God bebyggd miljö. Delmålet utarbetades i samband med Naturvårdsverkets aktionsplan och lyder enligt följande (Miljömålsrådet, 2008, s.202):

Senast år 2015 skall minst 60 procent av fosforföreningarna i avlopp återföras till produktiv mark, varav minst hälften bör återföras till åkermark.<sup>6</sup>

För att klara återföringsmålet av fosfor bedömer Naturvårdsverket (2002, s.14) i aktionsplanen att det samtidigt är viktigt att arbeta med miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö. Dels på grund av att måluppfyllelse även förutsätter förbättrad kvalitet på slammet, dels på grund av att användning av dagens avloppsfraktioner inte är förenligt med miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö. Naturvårdsverket skriver i aktionsplanen att ”Det krävs dock väsentliga kvalitetsförbättringar för merparten av dagens slam för att långsiktigt uppnå målet Giftfri miljö” (Naturvårdsverket, 2002, s.14).

Miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö bedöms dock vara ett av de mål som är svårare att uppnå. Miljömålsrådet skriver i den senaste uppföljningen av Sveriges miljö mål att ”Den diffusa spridningen av farliga ämnen från varor och processer är svår att få kontroll över” (Miljömålsrådet, 2009). Det övergripande syftet med miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö är att miljön ska vara fri från ämnen och metaller som skapats eller utvunnits av samhället och som kan hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden.

För att uppnå miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö, och på så sätt även få möjligheten att uppnå återföringsmålet av fosforföreningar, anser Naturvårdsverket (2002, s.12,38) att det finns behov av en rad åtgärder. De åtgärdsförslag som presenteras är exempelvis att prioritera arbetet med REACH, samt att driva på EU om stärkt kemikalielagstiftning, framförallt för de ämnen som genom en övervakning av slam och avloppsvatten upptäckts vara problematiska.

Det kan slutligen framhållas att Naturvårdsverkets aktionsplan utgår från visionen om en framtid där utvecklingen är hållbar och miljö kvalitetsmålen är uppnådda. Det innebär enligt Naturvårdsverket följande<sup>7</sup> (Naturvårdsverket, 2002, s.67):

- att miljön är fri från ämnen och metaller som skapats i eller utvunnits av samhället och som kan hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden, detta betyder även att halterna av naturfrämmande ämnen i miljön är nära noll och att halterna av ämnen som förekommer naturligt i miljön är nära bakgrundsnivåerna,
- att halterna av gödande ämnen i mark och vatten inte har någon negativ inverkan på människors hälsa, förutsättningarna för biologisk mångfald eller möjligheterna till allsidig användning av mark och vatten,
- att användningen av energi, vatten och andra naturresurser sker på ett effektivt, resursbesparande och miljöanpassat sätt.

---

<sup>6</sup> Delmål kommer troligtvis att ersättas av etappmål i framtiden och eventuellt kommer det att förändra formuleringen (Miljömålsrådet 2008). Miljömålsrådet har föreslagit ”Minst 60 procent av fosforföreningarna i avlopp utnyttjas som växtnäring. Minst hälften återförs till åkermark” (ibid., s.206).

<sup>7</sup> I enlighet med miljö kvalitetsmålen Giftfri miljö, Ingen övergödning respektive God bebyggd miljö.

## 4.2 LAGSTIFTNING

Enligt Miljöbalken 9 kap. (SFS 1998:808) och förordning om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (SFS 1998:899) är spridning av avloppsslam på mark en miljöfarlig verksamhet. Verksamheter som hanterar avloppsslam berörs därför av hela miljöbalken och bestämmelser om tillsyn och ansvar finns i 26 och 29 kap i miljöbalken samt i förordning (SFS 2011:13) om miljötillsyn.

Naturvårdsverket har, enligt förordningen om miljöfarlig verksamhet (SFS 1998:899 47§), meddelat föreskrifter för användning av avloppsslam i jordbruk. Föreskrifterna finns samlade i slamkungörelsen, *Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket* (SNFS 1994:2). Det är i huvudsak slamkungörelsen som reglerar avloppsslam. Det övergripande målet med föreskrifterna är att ”reglera användningen av avloppsslam inom jordbruket på ett sådant sätt att skadliga effekter på mark, vegetation, djur och människor hindras, samtidigt som en riktig användning av avloppsslam uppmuntras” (SNFS 1994:2 1§).

Tanken var att den nya förordning som ska reglera avloppsfraktioner på mark, här kallad *slamförordningen*, skulle träda i kraft 1 januari år 2012 (Naturvårdsverket, 2010a, s.85). Vid utgången av år 2011 hade dock ännu ingen proposition avlämnats. I samband med ikraftträdandet av en ny förordning upphör slamkungörelsen att gälla. De större förändringarna är att alla typer av avloppsfraktioner<sup>8</sup> berörs, samt att användningen av fraktionerna även regleras på annan typ av mark än jordbruksmark. Slamförordningen skärper även regler kring smittskydd och vissa metaller, se nedan under respektive kapitel. Genom en ny slamförordning, samt med miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö och kemikalielagstiftning, är bedömningen i Naturvårdsverkets revidering av aktionsplanen att avloppsfraktioner kan återföras med en ”acceptabel risk” både på kort och på lång sikt (2010a, s.12).

Förutom ovanstående lagstiftning<sup>9</sup> berörs slamproducenten av *Lag om allmänna vattentjänster* (SFS 2006:412), kallad *vattentjänstlagen*. Enligt denna lag (SFS 2006:412 23§) får en VA-huvudman meddela föreskrifter, vilka ofta benämns som *Allmänna bestämmelser för brukande av kommuns allmänna vatten- och avloppsanläggning* (ABVA). ABVA innehåller vanligtvis detaljerade bestämmelser för hur avloppsanläggningen ska användas och är bindande för anslutna fastighetsägare. Svenskt Vatten<sup>10</sup> (2009) har även sammanställt en vägledning, *Råd vid mottagande av avloppsvatten från industri och annan verksamhet*, som delvis bygger på vattentjänstlagen och som ska fungera som stöd för kommunerna i uppströmsarbetet och i att utforma ABVA. Hur råd och lagstiftning kan tillämpas för uppströmsarbete kommer att behandlas i kapitel 5.3, i fallstudien om Malmö stads arbete med föreningar i avloppsslam.

---

<sup>8</sup> Därav användningen av ordet avloppsfraktioner istället för avloppsslam.

<sup>9</sup> Notera att Naturvårdsverkets allmänna råd 90:13 om *Slam från kommunala avloppsreningsverk* upphävdes år 2002 (Naturvårdsverket, 2002, s.106).

<sup>10</sup> Svenskt Vatten är en branschorganisation som företräder vattentjänstföretagen i Sverige.

#### 4.2.1 Användning av avloppsslam

Enligt slamkungörelsen får avloppsslam inte spridas på betesmark eller på åkermark som ska användas för bete (SNFS 1994:2 7§). Avloppsslam får inte heller användas på mark som är avsedd för odlingar av bär, potatis, rotfrukter, grönsaker eller frukt (avser inte frukt på träd). Vissa användningsrestriktioner (karenstider) finns även vid slamspridning på åkermark med vallfodergrödor, samt för kommande odlingar av bär, potatis, rotfrukter eller grönsaker som är i direkt kontakt med jorden och i normalfallet konsumeras råa (SNFS 1994:2 7§). Se bild 1 för hur slamspridning kan gå till på jordbruksmark.

Om den nya slamförordningen implementeras kommer, som ovan nämnts, användningen av avloppsfraktioner även att regleras på annan typ av mark än jordbruksmark. Användningen av avloppsslam definieras i den nya förordningen som ”spridning av avloppsfraktioner över marken eller annan användning av avloppsfraktioner på eller i marken” (Naturvårdsverket, 2010a, s.81). Denna formulering leder till att även anläggningsjord och skogsmark omfattas av den nya förordningen. Det har varit oklart om energigrödor omfattas av tidigare lagstiftning, och definitionen har därför breddats till att också omfatta energigrödor (Naturvårdsverket, 2010a, s.20).



**Bild 1: Slamspridning på jordbruksmark någonstans i Skåne. Foto: Agneta Leander.**

## 4.2.2 Smittskydd

Enligt slamkungörelsen (SNFS 1994:2 6§) ska avloppslammet ha behandlats<sup>11</sup> innan det används i jordbruket. Obehandlat avloppsslam får också användas, men då ska slammet brukas ned inom ett dygn från spridningen.

Den nya slamförordningen (Naturvårdsverket, 2010a, s.82ff) kommer att skärpa reglerna om smittskydd. Krav kommer att finnas på att alla typer av avloppsfraktioner ska behandlas före användning på mark. I en bilaga till förordningen beskrivs behandlingsmetoder och respektive parametrar som ska uppfyllas, se tabell 1.

**Tabell 1: Behandlingsmetoder enligt ny slamförordning (Naturvårdsverket, 2010a, s.87-88), uppdelade på klasserna A och B. Temperaturer, pH och tider är givna som minimivärden (ibid.).**

Klass	Behandlingsmetod	Parametrar som ska uppfyllas	Förutsättningar
A	Termisk torkning	Temp. 80°C under 10 min.	Allt material ska uppnå angiven temp. Fuktighet < 10 %
A	Pastörisering	Temp. 70°C under 60 min.	Allt material ska uppnå angiven temp.
A	Termofil rötning och våtkompostering	a. Temp. 52°C under 10 h b. Temp. 55°C under 6 h b. Temp. 60°C under 2,5 h	Allt material ska uppnå angiven temperatur. Minsta hydrauliska uppehållstid <sup>1</sup> : 7 dygn vid minst 52°C
A	Kalkbehandling (osläckt kalk)	pH 12 samt 55°C under 2 h	Allt material ska uppnå temp. och pH.
B	Kalkbehandling (släckt kalk)	pH 12 under 3 månader	Allt material ska uppnå pH
B	Behandling i vass- eller torkbädd	1 år utan tillförsel av nytt slam	-
B	Lagring	1 år utan tillförsel av nytt slam	-

<sup>1</sup> Hydraulisk uppehållstid motsvaras av den totala effektiva volymen delat med inpumpad volym per dygn. T.ex. om man matar med 10 m<sup>3</sup>/dygn och effektiv våtvolum är 200 m<sup>3</sup>, blir den hydrauliska uppehållstiden 20 dagar.

Hygieniseringsmetoderna tillhör två olika behandlingsklasser, klass A eller B. Nya och utökade användningsrestriktioner finns framförallt för de behandlingsmetoder som tillhör klass B, eftersom de är något enklare metoder (Naturvårdsverket, 2010a, s.22). Användningsrestriktioner gäller framförallt områden där människor kan komma i kontakt med de avloppsfraktioner som spridits. Naturvårdsverket kan utöver ovanstående metoder även godkänna alternativa behandlingsmetoder för att inte hämma en teknikutveckling.

Nytt i och med den nya slamförordningen är också att vissa mikroorganismer ska analyseras. För att kontrollera att behandlingsmetoderna enligt klass A fungerar ska enterokocker analyseras i avloppsfraktionerna (Naturvårdsverket, 2010a, s.88). Avloppsfraktionerna ska även innan användning på mark, oavsett klass, analyseras för förekomst av salmonella och E. coli.

<sup>11</sup> Slam som har behandlats biologiskt, kemiskt eller termiskt, lagrats under lång tid eller behandlats på annat sätt för att avsevärt minska risken för jäsnings- och hälsoriskerna i samband med användningen (Rådets direktiv 86/278/EEG).

### 4.2.3 Metaller

Nuvarande gränsvärden för metallhalter i avloppsslam som ska användas för jordbruksändamål finns inte i slamkungörelsen, utan i *Förordning (SFS 1998:944) om förbud m.m. i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter*. Dessa gränsvärden kommer att flyttas till den nya slamförordningen om denna träder i kraft.

I tabell 2 presenteras en sammanfattning över gällande gränsvärden för metallhalter i avloppsslam, samt de förslag till gränsvärden i aktionsplanen från år 2002 och de gränsvärden som eventuellt kommer att implementeras genom den nya slamförordningen.

**Tabell 2: Gällande gränsvärden för avloppsslam (fr.o.m. år 1998) som ska användas för jordbruksändamål, samt de förslag till nya gränsvärden som presenterades i aktionsplanen år 2002 och i ny slamförordning från revideringen av aktionsplanen (mg/kg TS).**

Metall	1998 <sup>1</sup> (gränsvärde)	2002 <sup>2</sup> (förslag)	2010 <sup>3</sup> (förslag)
Bly	100	100	100
Kadmium	2	1,7	1,3
Koppar	600	600	600
Krom	100	100	100
Kvicksilver	2,5	1,8	1
Nickel	50	50	50
Silver	-	15	8
Tenn	-	35	-
Zink	800	800	800

<sup>1</sup> Förordning om förbud m.m. i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter (SFS 1998:944), samt

<sup>2</sup> Förslag till gränsvärden enligt Naturvårdsverkets aktionsplan från år 2002, samt

<sup>3</sup> Förslag till gränsvärden i ny slamförordning enligt Naturvårdsverkets (2010a) revidering av aktionsplanen.

Nytt med slamförordningen är att ett gränsvärde för silver tillkommer, samt att gränsvärden för kadmium och kvicksilver skärps (Naturvårdsverket, 2010a, s.90). I aktionsplanen föreslogs även ett gränsvärde för tenn, men eftersom ”det visat sig att allt tenn i avloppsfraktioner kommer från människan via fekalier och urin” (Naturvårdsverket, 2010a, s.21) togs gränsvärdet bort av Naturvårdsverket vid revideringen.

Övriga gränsvärden för metallförekomsten i avloppsslam finns samlade i slamkungörelsen. Där finns ett gränsvärde för vilken metallmängd som högst får tillföras åkermark vid användning av avloppsslam (SNFS 1994:2 bilaga C). Kungörelsen innehåller även högsta tillåtna halter i åkermark för att avloppsslam skall få spridas på avsett område (SNFS 1994:2 bilaga B), se tabell 3. Om det finns anledning att anta att marken innehåller höga metallhalter har brukaren av åkermarken skyldighet att kontrollera markens metallhalt (SNFS 1994:2 11§).

**Tabell 3: Gränsvärden i slamkugörelsen från år 1994 respektive från förslag till ny förordning i Naturvårdsverkets (2010a, s.90) revidering av aktionsplanen.**

Metall \ År	Högsta tillåtna mängder till åkermark (g/ha och år)		Högsta tillåtna halter i åkermark (mg/kg TS)		Högsta tillåtna halter i avloppsfraktioner (mg/kg P)	
	1994 <sup>1</sup>	2010 <sup>2</sup>	1994	2010	1994	2010
<b>Bly</b>	25	25	40	40	-	3600
<b>Kadmium</b>	0,75	0,55 <sup>3</sup>	0,4	0,4	-	45
<b>Koppar</b>	300	300	40	40	-	21000
<b>Krom</b>	40	40	60	60	-	3600
<b>Kvicksilver</b>	1,5	0,8	0,3	0,3	-	35
<b>Nickel</b>	25	25	30	30	-	1800
<b>Silver</b>	-	6	-	-	-	290
<b>Zink</b>	600	600	100	100	-	29000

<sup>1</sup> Gränsvärden avser genomsnitt räknat över en sjuårsperiod, samt

<sup>2</sup> Gränsvärden avser genomsnitt räknat över en femårsperiod, samt

<sup>3</sup> Gränsvärde som kommer att sjunka till 0,45 g/ha år 2020 och till 0,35 g/ha år 2025.

Gränsvärdena för högsta tillåtna halter i åkermark för att få använda avloppsslam, förblir desamma i den nya slamförordningen. Helt nya krav i slamförordningen är gränsvärden för metallhalten i förhållande till avloppsfraktionens fosforinnehåll, se tabell 3. Som ovan nämnts reglerar den nya slamförordningen användning av avloppsfraktioner även på andra typer av mark än åkermark, gränsvärden för metallhalter kommer dock att gälla enbart på åkermark (Naturvårdsverket, 2010a, s.90).

#### 4.2.4 Organiska föroreningar

Organiska föroreningar i avloppsslam regleras inte av slamkugörelsen (SNFS 1994:2) eller av annan svensk lag. Riktvärden för vissa organiska indikatorämnen i avloppsslam fanns tidigare i den frivilliga överenskommelse som LRF, VAV (numera Svenskt Vatten) och Naturvårdsverket ingick år 1994, men har numera upphört att gälla (Naturvårdsverket, 2002, s.43).

Inte heller i den nya slamförordningen kommer organiska föroreningar att regleras (Naturvårdsverket, 2010a, s.12). Naturvårdsverket förordar istället att frivilliga styrmedel<sup>12</sup> utvecklas ytterligare och föreslår en mer regelbunden övervakning och kartläggning av både kända och mindre kända organiska föroreningar. Den samlade övervakningen ska sedan ligga till grund för nya regleringar eller åtgärder som kan vidtas uppströms (Naturvårdsverket, 2010a, s.35).

<sup>12</sup> Bland annat genom certifiering, se kapitel 4.3 om REVAQ nedan.

#### 4.2.5 Slamproducentens ansvarsområden

Enligt slamkungörelsen (SNFS 1994:2 11§) är slamproducenten skyldig att ta ut representativa prover av avloppsslammet för analys med avseende på: torrsbstans och glödningsförlust, pH, bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink. Provtagning ska ske varje dag vid avloppsreningsverk som har mer än 20 000 pe anslutna och en analys av ett samlingsprov ska ske varje månad. Avloppsreningsverk med 200 - 2000 pe eller 2001 - 20 000 pe anslutna, ska genomföra analys en gång om året (provtagning sker varannan vecka) respektive en gång i halvåret (provtagning sker en gång i veckan).

Huvudmannen för ett avloppsreningsverk som saluhåller slam eller överlåter för användning inom jordbruket, ska en gång per år lämna ovanstående uppgifter till ansvarig tillsynsmyndighet (SNFS 1994:2 14§). Huvudmannen ska även lämna uppgifter om den totala mängden avloppsslam som producerats och mängden slam som levererats för användning i jordbruk, samt vilken behandling som slammet genomgått. Producenten av avloppsslam ska även föra register över slamanvändarna samt de platser där avloppsslammet använts (SNFS 1994:2, 13§).

Nytt i och med den nya slamförordningen är att analyser av silver tillkommer, samt analyser av vissa mikroorganismer, vilka också redovisas i innehållsdeklarationen (Naturvårdsverket, 2010a, s.81ff). En informationsplikt vid spridning av avloppsfraktioner kan även komma att införas. Informationsplikten innebär att kommunen ska upplysas av den som avser att använda avloppsfraktioner på åkermark senast två veckor innan spridningstillfället. Detta ska dock inte gälla om avloppsfraktionen kommer från en producent vars avloppsslam har certifierats (med t.ex. REVAQ) (Naturvårdsverket, 2010a, s.23-24).

#### 4.3 REVAQ

Som komplement till gällande styrmedel har den frivilliga överenskommelsen REVAQ utvecklats av Svenskt Vatten. Det är ett certifieringssystem som tillämpas av svenska avloppsreningsverk med syftet att förbättra uppströmsarbetet och kvaliteten hos producerat avloppsslam<sup>13</sup> (REVAQ, 2011a, s.5). I dagsläget är REVAQ den enda frivilliga överenskommelsen som används. Tidigare har, utöver svensk lagstiftning, slamhantering även styrts av en överenskommelse mellan LRF, VAV (numera Svenskt Vatten) och Naturvårdsverket, nedan kallad *slamöverenskommelsen*.

---

<sup>13</sup> Certifieringen avser enbart avloppsslam i dagsläget, men kan komma att omfatta alla typer av avloppsfraktioner i framtiden (REVAQ, 2011a, s.5).



Syftet med slamöverenskommelsen var att stimulera användningen av kvalitetssäkrat slam (Naturvårdsverket, 1996, s.12f). Parterna åtog sig bland annat att arbeta för minskning av oönskade organiska ämnen i slam, genomföra informationsåtgärder samt följa utvecklingen och vidta relevanta åtgärder. Genom överenskommelsen framarbetades även riktvärden för organiska ämnen, se tabell 4. Våren år 2010 bedömdes dock överenskommelsen ha spelat ut sin roll, till fördel för certifieringssystemet REVAQ (Finnson, 2010).

**Tabell 4: Tidigare riktvärden för organiska ämnen i avloppsslam för jordbruksändamål enligt slamöverenskommelsen. Källa: Naturvårdsverket, 1996, s.28; 2002, s.44 (mg/kg TS).**

Ämne	1994-1996 (riktvärde)	1997-2010 (riktvärde)
<b>Nonylfenol</b>	100	50
<b>Toluen<sup>1</sup></b>	5	5
<b>Summa PAH (polyaromatiska kolväten, 6 föreningar)</b>	3	3
<b>Summa PCB (polyklorerade bifenyl, 7 föreningar)</b>	0,4 <sup>2</sup>	0,4 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Riktvärde för toluen upphörde att gälla från och med år 1999.

<sup>2</sup> Ett årsmedelvärde, men enstaka prov får maximalt innehålla 1,0 mg/kg TS. Vid 12 prover per år får maximalt 3 prover ha en halt mellan 0,4 - 1,0 mg/kg TS. Över tiden får halttenden (årsmedelvärdet) inte vara stigande.

Även en produktmärkning, så kallad P-märkning, av slam har funnits, vilket är Sveriges Tekniska Forskningsinstitutets (SP) eget kvalitetsmärke. P-märkningen för slam innebar exempelvis att lagkrav och mål i slamöverenskommelsen skulle uppfyllas (SP, 2010, s.5). Enligt Anders Finnson (2010) på Svenskt Vatten fick produktmärkningen dock aldrig genomslag och ersätts numera också av REVAQ.

Tanken med REVAQ (2010a, s.5) var, och är fortfarande, att minska tveksamheter mot avloppsslam som gödselmedel. Det ska uppnås genom att utveckla certifieringssystemet i nära samråd med aktörer, intressenter och andra engagerade, samt genom kommunikation och öppenhet. Syftet med certifieringssystemet är ”att säkra” (REVAQ, 2011a, s.5):

- att vara såväl en nationell som lokal drivkraft för en fortlöpande ytterligare förbättring av kvaliteten på det till reningsverken inkommande avloppsvattnet och därmed på växtnäringen från slammet. En allt bättre kvalitet på avloppsvattnet in till reningsverken kommer också att ha stor betydelse för den framtida miljöbelastningen på våra sjöar, vattendrag och kustområden.
- att certifieringssystemet ska erbjuda alla aktörer en öppen och transparent information om hur slammet producerats och om dess sammansättning
- att växtnäring från avloppsfractioner produceras på ett ansvarsfullt sätt och att kvaliteten uppfyller fastställda krav

Det långsiktiga målet med REVAQ är att halter av metaller och oönskade organiska ämnen i avloppsvattnet som kommer in till reningsverken inte överstiger halterna i klosettwater (REVAQ, 2011a, s.6). Målet på lång sikt är även att halter av icke-essentiella metaller inte ska öka i jordbruksmark, utan att balans mellan tillförsel och bortförsel ska råda<sup>14</sup>. Inte heller essentiella metaller ska, enligt REVAQ, ackumuleras till en sådan grad att grödor och makroorganismer riskerar att påverkas negativt.

<sup>14</sup> Formuleringen är hämtad från Naturvårdsverkets aktionsplan från år 2002 .

Antalet avloppsreningsverk (ARV) eller VA-bolag som blivit certifierade enligt REVAQ växer. År 2010 var tjugotvå ARV certifierade, vilka enligt uppgift tillsammans ska representera 40 % av Sveriges totala slamproduktion (Naturvårdsverket, 2010a, s.57). Vid början av år 2011 hade antalet slamproducenter som certifierats vuxit till trettiofyra stycken (Svenskt Vatten, 2011). Ytterligare tio slamproducenter skall vid samma tidpunkt ha ansökt om en certifiering.

Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (SP) är i dagsläget enda certifieringsorgan<sup>15</sup> för REVAQ (Svenskt Vatten, 2011). Certifieringsorganet ska ha en fortlöpande kontroll på slamproducentens organisation, kravuppfyllelse, praktiska tillämpning av styrande rutiner, samt på kvalitets- och förbättringsarbete (REVAQ, 2011a, s.9-11). Revisionen bör genomföras årligen och extra kontroller av slamproducent, eller av enskilt slamparti, kan genomföras om certifieringsorganet anser det befogat. Uppfylls inte kraven i certifieringsreglerna kan certifikatet återkallas (ibid., s.23-25).

Genom en certifiering har slamproducenten åtagit sig att säkerställa att producerat avloppsslam uppfyller fastställda kvalitetskrav, samt att ett fortlöpande arbete bedrivs för att uppnå en ständig förbättring av slammets kvalitet (REVAQ, 2011a, s.1). I det medföljande tolkningsunderlaget till certifieringsreglerna är bedömningen att det kan ta lång tid för slamproducenterna att fullständigt uppnå alla ställda krav i reglerna (REVAQ, 2011b, s.1). Eftersom det är ständiga förbättringar som ska leda mot målet kan fokus inledningsvis läggas på nedanstående fem punkter (REVAQ, 2011a, s.6):

- verksamheten genomförs på ett strukturerat och systematiskt sätt
- spårbarhet och hög kvalitet uppnås i den praktiska hanteringen
- systematiskt förbättringsarbete bedrivs
- slammets uppfyller specificerade krav gällande t.ex. hygienisering
- relevant redovisning av sammansättning ges

Enligt tolkningsunderlaget kan första besiktningen således ”koncentreras på ambitioner och grundläggande ordning och reda” samt att slamproducenten klarar av fastställda kvalitetskrav (REVAQ, 2011b, s.1). Vid de återkommande besiktningarna läggs fokus istället på hur slamproducenten lever upp till dessa ambitioner. I slutändan ska slamproducentens verksamhet ha utvecklats och mätbara förbättringar av kvaliteten hos avloppsslammet ska kunna observeras.

#### 4.3.1 Produktion av avloppsslam

Den verksamhet som är certifierad ska identifiera och styra alla aktiviteter inom den egna organisationen som på något sätt kan påverka möjligheten att använda avloppsslam som gödselmedel (REVAQ, 2011a, s.19-20). Slamproducenten ska genomföra kontroller under slamproduktionen, i den omfattning som krävs för att kraven i reglerna uppnås. En provtagningsplan bör upprättas, som ska innehålla provtagningsutförande och kontrollpunkter. Slamproducenten ska även känna till sammansättningen på de insatskemikalier som används under slamproduktionen, samt redovisa hur effekten på slamkvaliteten har beaktats vid inköp av insatskemikalierna.

---

<sup>15</sup> Certifieringsorganet skall uppfylla kraven enligt SS-EN 45011: Certifieringsorgan - Allmänna krav vid certifiering av produkter (ISO/IEC Guide 65:1996), och SWEDAC är ackrediteringsorgan (REVAQ, 2011a, s.6).

Slamproducenten ska sedan kontrollera att ett färdigt slamparti<sup>16</sup> uppfyller gällande lagkrav och certifieringsregler (REVAQ, 2011a, s.20). Därför ska även en provtagningsplan för slutkontroll av den färdiga produkten upprättas, där respektive slamparti kan identifieras. Provtagning av färdig produkt ska minst omfatta pH och ett negativt salmonellaprov. Slamproducenten skall även övervaka ett sextiototal spårelement (grundämnen) i avloppsslammet vilka anges i en rapport från Naturvårdsverket (2001), detta behandlas i kapitel 4.3.3.

Produkten ska underkännas om den inte uppfyller specificerade krav i certifieringsreglerna (REVAQ, 2011a, s.21). De produkter som har underkänts ska avlägsnas och får inte användas eller levereras som en certifierad produkt. Konstaterade avvikelser ska även utredas och dokumenteras. Därefter ska åtgärder vidtas som förhindrar att liknande avvikelser uppkommer igen. Slamproducenten av avloppsslam ska även ansvara för att transport, mellanlagring och spridning av slammet sker på ett ”korrekt och förtroendeingivande” tillvägagångssätt (REVAQ, 2011a, s.15). Det är därför slamproducentens ansvar att se till att näringsläckage undviks genom att optimera användningen av slammet så att växtnäring och organiska material utnyttjas maximalt.

Det är också slamproducentens ansvar att en fullständig spårbarhet av slammet är möjlig (REVAQ, 2011a, s.15). För att kunna spåra ett specifikt slamparti under produktion, lagring och spridning, så ska det märkas. Vid leverans av avloppsslammet ska märkningen även åtföljas av en bifogad produktinformation. Produktinformationen ska innehålla tydliga upplysningar om mängd, produktionsperiod, sammansättning, samt ett daterat och negativt salmonellaprov (REVAQ, 2011a, s.11, 29, 33). Även en framräknad giva för spridningstillfället ska anges i produktinformationen, vilken ska vara baserad på den avsedda markens fosforhalt och grödans näringsbehov.

Innan ett slamparti används på åkermark, ska viss dokumentation finnas till hands (REVAQ, 2011a, s.33). Exempelvis ska ett jordprov med den avsedda markens kadmium- och fosforhalt redovisas. Om det finns misstanke om att ett specifikt ämne kan ha förhöjda värden i marken, ska även en jordanalys bifogas.

REVAQ har också ett fåtal regler som anger hur spridningen ska gå till och dokumenteras. Exempelvis ska spridningen ske jämnt över skiftet och skyddsavstånd ska finnas vid vattendrag och vattenbrunnar. Efter spridningen av avloppsslammet ska mängden avloppsslam som använts, tidpunkt och faktisk fosforgiva dokumenteras av slamproducenten (REVAQ, 2011a, s.34). Mark gödslad med avloppsslam ska även redovisas på en digital karta med information om vilket slamparti som använts, dess mängd, samt datum för leverans och spridning av slammet (ibid., s.15).

När en sammanställning senare krävs av exempelvis en miljöförvaltning, ska slamproducenten kunna bifoga en förteckning över var slamspridningen ägt rum (REVAQ, 2011a, s.34). Slamproducenten ska även kunna ange mängden tillförda metaller, tillförd mängd fosfor och kväve, samt den volym avloppsslam som använts. Även en kadmiumbalans skall kunna anges, med tillförd kadmiummängd, samt uppskattad bortförsel.

---

<sup>16</sup> Ett slamparti är en avgränsad mängd slam med likartad sammansättning och som producerats under en specifik tid (REVAQ, 2011a, s.7). Ett slamparti får maximalt vara 5000 ton, men bör inte vara större än 1000 ton eftersom vissa analyser kräver att slampartier är 1000 ton (ibid., s.7, 30).

### 4.3.2 Smittskydd

Allt avloppsslam som ska användas som växtnäring skall vara stabiliserat och hygieniserat enligt vissa krav för att undvika att patogener sprids (REVAQ, 2011a, s.30). Kraven innefattar att allt slam ska vara behandlat med en accepterad metod och vara salmonellafritt innan leverans till jordbruk. Oavsett hygieniseringsmetod så ska en salmonellakontroll göras, högst två månader innan spridningstillfället. Om salmonella påvisats ska det avsedda slampartiet avskiljas eller behandlas ytterligare.

Metoder som kan användas för hygienisering enligt certifieringsreglerna, är ”t.ex. pasteurisering, termofil rötning med minst två timmars uppehållstid för allt slam, kalkning (bränd eller släckt kalk) och långtidslagring under minimum 6 månader” (REVAQ, 2011a, s.30). Andra behandlingsmetoder kan också godkännas, men det krävs att producenten visar för certifieringsorganet vid tre olika tillfällen då salmonella påvisats innan behandling, att smittämnen inte finns kvar efter att behandlingsmetoden använts. Om den nya slamförordningen implementeras med nya krav på smittskydd, kommer förordningen att utgöra minimikrav (REVAQ, 2011b, s.3).

### 4.3.3 Metaller

Reglering av metaller i REVAQ baseras till stor del på uttrycket ackumuleringshastighet. Med ackumuleringshastighet menas den årliga procentuella ökning av metallhalter i marken, som kan uppkomma när avloppsslam tillförs åkermarken (utan annan till- eller bortförsel) (REVAQ, 2011a, s.6). En ackumuleringshastighet på 0,2 % innebär att halten av ett ämne fördubblats efter 500 år.

Beräkningar av ackumuleringshastighet i REVAQ utgår från metallhalter i den matjord (medelvärden för Sverige) som beskrivs i en rapport av Naturvårdsverket (2001). För att kunna beräkna korrekta ackumuleringshastigheter vid användning av avloppsslam, krävs det egentligen att beräkningarna tar hänsyn till metallhalter i den avsedda marken för avloppsslammet, samt till annan tillförsel och bortförsel av metaller (REVAQ, 2011b, s.2). I tolkningsunderlaget konstateras emellertid att det råder brist på sådana data och att syftet med detta verktyg är att lätt kunna upptäcka vilka spårelement som kräver extra uppmärksamhet, beräkningarna måste därför inte vara genomförda i detalj.

Innan certifiering ska slamproducenten vid tre tillfällen mäta och analysera sitt avloppsslam på de sextio spårelement (grundämnen) vilka också omnämns i rapporten från Naturvårdsverket (2001) (REVAQ, 2011a, s.12). Om det visar sig att några icke-essentiella spårelement kan ha högre ackumuleringshastighet i åkermarken än 0,2 % vid användning av slammet, ska de benämnas prioriterade spårelement och behandlas i en särskild handlingsplan. Även kadmium, samt de spårelement vars halt i det analyserade slammet som överstiger minst hälften av lagstadgade gränsvärden, ska prioriteras och finnas med i handlingsplanen (REVAQ, 2011a, s.12). Vad handlingsplanen ska innehålla sammanfattas nedan, i kapitel 4.3.5 om slamproducentens ansvarsområden.

De grundämnen som betraktas som essentiella spårelement är enligt REVAQ: B, F, I, Fe, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Se och Zn och ”makroämnen” är Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S och Si (REVAQ, 2011a, s.12). Det är inte krav på att dessa spårelement ska

prioriteras om ackumuleringshastigheten överstiger 0,2 %, utan en enskild bedömning genomförs för aktuellt spårelement.

Alla prioriterade spårelement ska sedan fortsättningsvis analyseras med samma frekvens som reglerade metaller i slamkunggörelsen<sup>17</sup> (REVAQ, 2011a, s.12). Övriga spårelement ska enligt reglerna analyseras minst var tredje år.

REVAQ har utefter de långsiktiga målen som omnämnts tidigare, även formulerat delmål. Det första delmålet är att ackumuleringshastigheten av icke-essentiella spårelement inte ska överstiga 0,2 % per år senast år 2025 (REVAQ, 2011a, s.6). Ett särskilt delmål för kadmium är även utformat – att ingen ackumulering skall ske från och med år 2025.

För att uppnå dessa delmål reduceras därför årligen den godkända mängden icke-essentiellt spårelement som maximalt får tillföras åkermark (g/ha och år) (REVAQ, 2011a, s.13). Mängden minskar linjärt fram till och med år 2025. Dessa fallande riktvärden finns angivna i en medföljande tabell till REVAQ-reglerna, vilken finns bifogad i bilaga 1 nedan. Slamproducenten ska följa förbättringen av slammets kvalitet och kunna observera en nedåtgående trend av mängden spårelement i avloppsslammet. Om ingen reduktion kan iakttas under 36 månader, ska orsaken utredas.

Det är utifrån spårämnets halt i avloppsslammet, tillsammans med avloppsslammets fosforinnehåll, samt med den antagna fosforgivan 22 kg/ha och år (REVAQ, 2011a, s.13), som mängden spårämne som tillförs åkermark kan beräknas. Om mängden spårelement visar sig vara högre än vad som är tillåtet för det specifika året, får inte slammet spridas på åkermark. Som illustration kan kadmium användas. Enligt den bifogade tabellen får max 0,75 g Cd/ha och år tillföras åkermark år 2011. Detta riktvärde sjunker linjärt årligen fram till år 2025, då max 0,37 g Cd/ha och år istället gäller.

För att få bli certifierad finns, utöver dessa riktvärden, även en maximal tillåten haltkvot för kadmium i förhållande till avloppsslammets fosforinnehåll (REVAQ, 2011a, s.12). Kadmiumfosforkvoten får efter certifiering inte överstiga ett årsmedelvärde på 34 mg Cd/kg P, år 2025 får denna kvot inte vara högre än 17 mg Cd/kg P<sup>18</sup>. Slamproducenten ska ha en särskild handlingsplan för kadmium, som ska beskriva hur målen skall kunna uppnås till år 2025.

#### 4.3.4 Organiska föroreningar

I REVAQ-reglerna står det att innehållet av ”oönskade organiska ämnen i slammet ska minimeras” (REVAQ, 2011a, s.14). För att uppnå detta ska slamproducenten bedriva uppströmsarbete och kartlägga användning, produktion och utsläpp av organiska ämnen hos anslutna industrier och verksamheter och därefter vidta åtgärder<sup>19</sup>.

---

<sup>17</sup> Varje månad vid avloppsreningsverk med mer än 20 000 pe anslutna. Avloppsreningsverk med 200 - 2000 pe samt 2001 - 20 000 pe anslutna ska genomföra provtagningar en gång om året respektive en gång i halvåret.

<sup>18</sup> Dessa två gränsvärden bygger på, och stämmer överens med, de gränsvärden för mängden kadmium som högst får tillföras åkermark (g Cd/ha) med den antagna fosforgivan 22 kg P/ha.

<sup>19</sup> Att riktvärden för vissa organiska ämnen saknas i certifieringsreglerna, motiveras med följande (enligt tidigare utgåva av tolkningsunderlag till reglerna): ”Att mäta innehåll av specifika organiska föreningar i slam är svårt

Kartläggningen går till på så sätt att slamproducenten ska begära in kemikalieförteckningar från anslutna verksamheter (REVAQ, 2011a, s.14). Förteckningen ska upplysa om vilka kemiska ämnen och produkter som används, samt den uppskattade mängd som kan inkomma till slamproducenten via avloppsvattnet. Om de anslutna verksamheterna använder kemikalier som innehåller något av de ämnen som klassificeras som utfasningsämne enligt Kemikalieinspektionens prioriteringsguide, PRIO<sup>20</sup>, ska slamproducenten ställa krav på att verksamheten upprättar en handlingsplan (REVAQ, 2011a, s.14). Handlingsplanen ska redovisa hur ämnet ska fasas ut eller beskriva hur verksamheten förhindrar att det aktuella ämnet når slamproducenten.

Enligt certifieringsreglerna ska alla A-verksamheters kemikalieanvändning vara inventerade innan certifiering kan ges (REVAQ, 2011a, s.14). Alla B-verksamheter vara kartlagda inom 2 år och alla C-verksamheter inom 5 år från certifiering. Slamproducenten ska upprätta och uppdatera en egen kemikalielista över de PRIO-ämnen som tillförs via anslutna verksamheter.

Verksamheter som tillverkar läkemedelssubstanser ska också sammanställa en förteckning över substanser, samt bedöma den mängd av respektive substans som kan tänkas inkomma via avloppsvattnet till slamproducenten (REVAQ, 2011a, s.14f). Verksamheterna ska upprätta en handlingsplan för hur de avser att minska mängden läkemedelsrester i avloppsvattnet. Slamproducenten ska även kartlägga andra verksamheter som har ett avloppsvatten som innehåller läkemedel och som väsentligt skiljer sig från hushållsvatten.

I certifieringsreglerna konstateras också att lakvatten från deponier har en komplex sammansättning. Att det därtill saknas kunskaper om innehållet i deponierna leder till osäkerheter kring lämpligheten att tillåta en anslutning av lakvatten när slammet senare ska användas på åkermark (REVAQ, 2011a, s.35). För certifiering krävs därför att det finns ett beslut fattat om att lakvattnet ska bortkopplas inom en given tidsram. Om det genom analyser går att påvisa att lakvattnet efter kompletterande reningssteg är harmlöst, kan anslutning av lakvattnet godkännas i särskilda undantagsfall.

Vad gäller hushållens kemikalieanvändning så ska slamproducenten upprätta en handlingsplan med åtgärder som bidrar till att hushållens kemikalieanvändning och hantering förbättras (REVAQ, 2011a, s.15). I tolkningsunderlaget till certifieringsreglerna står det att hushållens kemikalieanvändning inte går att kontrollera, men att det genom informationsåtgärder går att påverka hushållens hantering av kemikalier (REVAQ, 2011b, s.3). Att påverka den lokala handeln genom att föreslå att de framhäver miljömärkta produkter i sortimentet är ett annat förslag till åtgärd. I tolkningsunderlaget fastslås även att det behövs nationella insatser, eftersom det enbart är på denna nivå som det går att ”hantera spänningen mellan konsumentens rätt att använda de produkter som får saluföras och önskvärdheten av ’rena’ restprodukter i samhället” (REVAQ, 2011b, s.3). I samband med ovanstående uppströmsarbete skall det beslutas om vilka organiska ämnen som särskilt ska uppmärksammas och om mätningar av dessa ämnen ska genomföras (REVAQ, 2011a, s.14).

---

och många ämnen ligger under detektionsgränserna. En mer praktisk väg är att inventera de kemikalier som används och eventuellt produceras vid industrier och verksamheter i verksamhetsområdet” (REVAQ 2010b, s.2).  
<sup>20</sup> Prioriterade riskminskningsämnen och utfasningsämnen enligt Kemikalieinspektionens prioriteringsguide, kallad PRIO.

### 4.3.5 Slamproducentens ansvarsområden

Slamproducenten ska ha en god bild över avloppsvattnets härkomst (REVAQ, 2011b, s.3). Därför ska mängden inkommande vatten mätas så att slamproducenten kan beräkna och uppskatta inkommande massflöden från hushåll, verksamheter och dagvatten (REVAQ, 2011a, s.14, 19). Mätningarna ska vara tillräckliga för att kunna upptäcka avvikelser och bedriva förbättringsarbete, samt för att kunna påvisa dessa förbättringar. Sammansättning och volym på det dricksvatten som används av hushåll och anslutna verksamheter ska också vara känt och kartlagt av slamproducenten.

Enligt tolkningsmaterialet bör mängden tillförda näringsämnen och metaller mätas och sedan relateras till antalet anslutna fysiska personer (REVAQ, 2011b, s.3). Innehållet ska jämföras med typiska värden för hushållspillvatten<sup>21</sup>. Om högre värden än normala detekteras, kan det behövas en utredning. Analyser av sammansättning hos inkommande vatten från verksamheter som kan vara av betydelse ska mätas vid källan.

Eftersom slamproducenten skall kunna styrka att denne lever upp till ställda krav i certifieringen, ska denne genom dokumenterade rutiner bevara relevanta mätningar, dokument och journaler (REVAQ, 2011a, s.16, 21). Dokumentationen ska även redovisa både avvikelser och de åtgärder som vidtagits, efter att en avvikelse upptäckts i samband med mätningar, egenkontroll och övervakande kontroll. Som tidigare nämnts innebär en certifiering att slamproducenten åtagit sig att se till att producerat avloppsslam uppfyller fastställda kvalitetskrav, samt att arbeta för en ständig förbättring av slammets kvalitet. Den ständiga förbättringen ska kunna påvisas genom mätbara förbättringar i kvaliteten hos producerat avloppsslam och verksamheten ska dessutom fortlöpande utvecklas för att möjliggöra en kvalitetsförbättring (REVAQ, 2011b, s.1).

Enligt reglerna ska ”all produktion och hantering av slam” bedrivas på ett ”systematiskt och strukturerat” tillvägagångssätt (REVAQ, 2011a, s.12ff). Verksamheten ska uppnå detta genom att upprätta ett system för egenkontroll, vilket ska finnas beskrivet i en kvalitetsmanual<sup>22</sup>. Krav finns även på att styrande dokument och journalföring ska upprättas, samt att HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) ska beaktas (REVAQ, 2011a, s.16). Arbetet med egenkontroll ska bidra till ett strukturerat förbättringsarbete som medverkar till att certifieringskraven uppfylls.

HACCP är ett verktyg inom livsmedelsbranschen för att främja produktsäkerheten (REVAQ, 2011a, s.36). Syftet är att använda HACCP i arbetet med egenkontroll, och på så sätt erhålla en slutprodukt som uppfyller alla gällande lagkrav och som inte äventyrar slutkonsumentens hälsa. Verktyget finns kort presenterat i certifieringsreglerna och omfattar framförallt att processerna kartläggs, identifieringen av kritiska styrpunkter (CCP) samt att upprätta ett system för övervakning och rutiner.

Ledningen ansvarar sedan för att en årlig dokumenterad genomgång av egenkontrollen genomförs (REVAQ, 2011a, s.17). Ledningen ansvarar också för att det finns en kvalitetspolicy som beskriver ambitionen för slamkvalitet, samt att en handlingsplan utarbetas. Målet med handlingsplanen är att slammets kvalitet ständigt ska förbättras.

---

<sup>21</sup> För typiska värden för hushållspillvatten föreslår certifieringsreglerna skriften: Jönsson, H., A. Baky, U. Jeppsson, D. Hellström & E. Kärman (2005): *Composition of urine, faeces, greywater and bio-waste - for utilisation in the URWARE model Urban Water*. Rapport 2005:6. Finns att hämta på [www.urbanwater.org](http://www.urbanwater.org).

<sup>22</sup> Kvalitetsmanualen kan enligt certifieringsreglerna införlivas i ett ledningssystem (REVAQ, 2011a, s.16).

Planen ska därför innehålla mätbara mål, planerade åtgärder, tidplan, ansvarsfördelning och resursbehov. Även hur redovisning av resultat och uppföljning bedrivs ska beskrivas. Vilka områden som ska omfattas i en handlingsplan sammanfattas lista 1.

**Lista 1: Sammanfattning av de områden som ska behandlas i en handlingsplan enligt REVAQ-regler (REVAQ, 2011a).**

<b>Prioriterade spårelement:</b>
Icke-essentiella spårelement med högre ackumuleringshastighet än 0,2 %
Spårelement vars halt överstiger hälften av lagstadgade gränsvärden Kadmium
<b>Övrigt:</b>
Förbättring av hushållens kemikalieanvändning

Det är slamproducenten som ansvarar för att ”ackumulationen av metaller och oönskade organiska ämnen på slamgödslad mark minimeras” (REVAQ, 2011a, s.15). I detta arbete framhävs förebyggande åtgärder. Slamproducenten ska beskriva vilka förebyggande åtgärder som ska vidtas för att minska förekomsten av oönskade ämnen, samt för att förebygga smitta och andra olägenheter (ibid., s.21). Åtgärderna kan omfatta uppströmsarbete (t.ex. kartläggning av kemikalier), åtgärder inom reningsverket för att undvika kvalitetsbrister samt åtgärder för att undvika förorening av färdigbehandlat slamparti. Slamproducenten ska upprätta en dokumenterad rutin för hur det förebyggande arbetet ska gå till (fastställande, genomförande och uppföljning). Troligtvis ska det förebyggande arbetet behandlas i ovan beskrivna handlingsplan.

På flertalet ställen i certifieringsreglerna omnämns krav på dokumentering eller att en dokumenterad rutin krävs. I lista 2 följer en översikt över vilken dokumentation eller vilka dokumenterade rutiner som krävs enligt reglerna.

**Lista 2: En översikt över den dokumentation, eller dokumenterade rutiner, som krävs enligt REVAQ (2011a).**

Kontinuerlig inhämtning av omvärldens krav och förväntningar
Insatser och resultat vid informationsspridning
Praktisk hantering av slammet
Kalibrering, kontroll, justering och underhåll av kvalitetspåverkande utrustning
Metoder för provtagning och provberedning
Inköp av insatskemikalier
Lagring av avloppsslammet
Spridning av avloppsslam
Avvikelse och reklamationshantering
Märkning av slamprodukt
Förebyggande arbete
Tillräcklig dokumentation för att erhålla spårbarhet
Dokumentation som beskriver internrevision av egenkontroll
Dokumentation som beskriver revision av underleverantörer
Rutiner för uppdatering av styrande dokument
Rutiner för identifiering, förvaring och arkivering av redovisande dokument



## 5. FÖRORENINGAR SOM EXEMPEL

### 5.1 KADMIUM

Kadmium är skadligt för människan och klassas därför som en särskilt farlig metall och som ett utfasningsämne enligt PRIO (Kemi, 2011e). Kemikalieinspektionens rekommendation är att ersätta sådana ämnen så långt som möjligt eller använda sig av alternativa metoder.

I Naturvårdsverkets aktionsplan (2002, s.13) och i revideringen av samma aktionsplan (2010a, s.12), konstateras att dagens kadmiumintag innebär negativa effekter på människans hälsa. Resultat visar tydligt, enligt Naturvårdsverket, att intaget av kadmium bör begränsas i möjligaste mån (Naturvårdsverket, 2002, s.18). Därför föreslås förstärkta gränsvärden för kadmium i avloppsslam som gradvis kommer att sänkas, med målet att det i framtiden råder balans mellan till- och bortförel av kadmium till mark. För åkermark bör balans vara uppnådd senast år 2025 (ibid., s.14).

Naturvårdsverket menar samtidigt att avloppsslammets bidrag till människans kadmiumintag är begränsat, och att det finns andra åtgärdsalternativ som har större potential att reducera intaget (Naturvårdsverket, 2002, s.14). Därför anser Naturvårdsverket att det finns behov av en samlad nationell strategi för minskat kadmiumintag. Exempel på åtgärder som kan finnas med i en sådan strategi, menar Naturvårdsverket, är utredningar som behandlar hur tillförel av kadmium till samhället och åkermark kan reduceras och hur kadmium kan bortföras från mark (ibid., s.118). Andra åtgärdsstrategier som föreslås är utredningar om möjligheten att förhindra eller begränsa upptag av kadmium i växter och livsmedel, samt hur förändrade kostvanor kan reducera människans kadmiumintag.

Naturvårdsverket ger även exempel på mer direkta åtgärder för en nationell strategi, såsom att sätta gränsvärden för kadmiumhalten i livsmedel, haltkrav på skördepartier eller att ställa krav på markens pH-värde och lerhalt vid odling av livsmedel (Naturvårdsverket, 2002, s.119). Naturvårdsverket betonar dock att många åtgärdsförslag kräver genomslag på EU-nivå för att kunna implementeras i Sverige.

Den viktigaste åtgärden, enligt Naturvårdsverket, för att minska tillföreln av kadmium till åkermark är via deposition – vilket motsvarar den övervägande delen av tillföreln av kadmium till svensk åkermark (Naturvårdsverket, 2002, s.119). Nedfallet ska årligen bidra med cirka 800 kg kadmium, medan mineralgödsel ska bidra med ungefär 175 kg och djurfoder med cirka 150 kg. Motsvarande mängd för avloppsslam, är enligt Naturvårdsverket 20 kg per år. Naturvårdsverket menar därför att Sverige bör driva på det internationella arbetet för minskat kadmiumnedfall. Sverige bör framförallt förespråka att reduktionsmålen för kadmium förstärks i den internationella konventionen LRTAP (Long Range Transport of Airborne Pollutants) (Naturvårdsverket, 2002, s.120).

Sedan förslaget om en samlad nationell strategi för minskat kadmiumintag i aktionsplanen år 2002, har två rapporter utkommit med snarlika syften. Jan Eriksson (2009), vid Institutionen för mark och miljö på SLU, publicerade år 2009 *Strategi för att minska kadmiumbelastningen i kedjan mark - livsmedel - människa*. Kemikalieinspektionen (Kemi, 2011a) har på regeringens uppdrag även framarbetat en riskbedömning för hälsa och miljö med avseende på kadmium. Rapporten publicerades år 2011 och uppdraget bestod även av att utreda behovet av sänkt nationellt gränsvärde för kadmium i mineralgödsel.

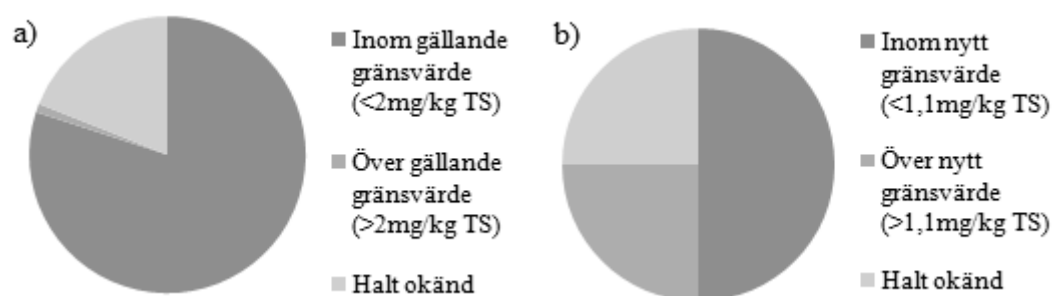
Kemikalieinspektionen (Kemi, 2011b) har också på uppdrag av regeringen nyligen utarbetat en handlingsplan för en giftfri vardag som gäller mellan år 2011 och 2014. Målsättningen för kadmium i handlingsplanen är att halten i åkermark på sikt ska minska (ibid., s.17). Det ska enligt handlingsplanen uppnås genom ett skärpt gränsvärde för kadmium i mineralgödsel, samt att Sverige verkar för att gränsvärdet införs på EU-nivå.

I handlingsplanen (Kemi, 2011b) står det även att det kan bli aktuellt med fler kadmiumförbud i EU-lagstiftning för att kunna minska förekomsten av kadmium i mark. Det bör därför tas fram underlag för förbud mot kadmium i konstnärsfärger, som sedan kan användas i arbetet med REACH. Andra åtgärder är att utreda och identifiera de kadmiumkällor som förorenar svensk åkermark och vilka ytterligare åtgärder som kan vidtas för att kadmiumtillförseln till åkermark ska påtagligt begränsas.

### 5.1.1 Förekomst i gödselmedel

Mellan år 1998 och 2008 var kadmiumhalten i genomsnitt 1,1 mg/kg TS i den totala mängd avloppsslam som producerades i Sverige (SCB, 2010a, s.15-16). Halten har gradvis minskat under denna period, med ett lägsta värde år 2008 på 0,8 mg/kg TS. År 2008 hade 80 % av producerat avloppsslam en kadmiumhalt under nuvarande gränsvärde på 2 mg/kg TS. Av resterande mängd avloppsslam hade 1 % av producerat avloppsslam en kadmiumhalt över gällande gränsvärde och för resterande 19 % var halten okänd, se figur 2a. I medeltal har kadmiumhalten i svenskt avloppsslam befunnit sig under gränsvärdet 2 mg/kg TS sedan slutet av åttiotalet (Naturvårdsverket, 2008, s.22).

Om den nya slamförordningen implementeras i svensk lagstiftning kommer gränsvärdet att sjunka till 1,3 mg/kg TS (Naturvårdsverket, 2010a, s.90). År 2002 hade cirka hälften av totalt 400 avloppsreningsverk i Sverige kadmiumhalter i producerat avloppsslam som låg under 1,1 mg/kg TS (SCB, 2004, s.19), vilka således också skulle klara det nya gränsvärdet. Av resterande 200 avloppsreningsverk, hade ungefär hälften högre kadmiumhalt än 1,1 mg/kg TS och för övriga var halten okänd, se figur 2b. Kadmiumhalten har dock minskat under sedan år 2002, vilket betyder att fler slamproducenter borde kunna hamna under kommande gränsvärde.



Figur 2: a) Andel av mängden producerat avloppsslam som under år 2008 inföll inom gällande gränsvärde för kadmium (2 mg/kg TS). b) Andel av antalet avloppsreningsverk som år 2002 inföll inom det nya gränsvärdet (1,1 mg/kg TS). Notera att nytt gränsvärde egentligen är 1,3 mg/kg TS och att tillgänglig data är 10 år gammal.

En annan relevant beräkning är hur mycket kadmium avloppsslam innehåller i relation till fosforhalten (kadmiumfosforkvot, mg Cd/kg P). För att erhålla en låg kvot, krävs att avloppsslammets kadmiumhalt är låg samtidigt som fosforhalten är hög. Denna kvot har i genomsnitt under de senaste tio åren legat kring 39 mg/kg P<sup>23</sup> (SCB, 2010a, s.15). Kvoten varierar under denna period, med en topp år 2006 på 47 mg/kg P och ett lägsta värde år 2008 på 29 mg/kg P, se tabell 5 (ibid.).

Om den nya slamförordningen träder i kraft, kommer det att införas ett gränsvärde för kadmiumfosforkvoten på 45 mg/kg P (Naturvårdsverket, 2010a, s.90). Om en slamproducent är REVAQ-certifierad gäller redan idag att slammet ska ha en lägre kvot än 34 mg/kg P, ett värde som år 2025 ändras till 17 mg/kg P (REVAQ, 2011a, s.12), se tabell 5 för en översikt.

**Tabell 5: Översikt över kadmiumfosforkvoter i avloppsslam mellan åren 1998 och 2008 i relation till gällande och ny lagstiftning samt bestämmelser i REVAQ. Sist visas även kadmiumfosforkvoter i andra gödselmedel samt klosettvattnen.**

<b>Kadmiumfosforkvoter i gödsel (mg Cd/kg P)</b>	
Avloppsslam år 1998-2008	39
Avloppsslam år 2006	47
Avloppsslam år 2008	29
Mineralgödsel år 1975	150
Mineralgödsel år 1995	25
Mineralgödsel år 2011	6
Stallgödsel	12
Klosettvattnen	13-19
<b>Kadmiumfosforkvoter i styrmedel (mg Cd/kg P)</b>	
Gällande lagstiftning för avloppsslam	-
Ny slamförordning för avloppsslam	45
REVAQ	34
REVAQ år 2025	17
Gällande lagstiftning för mineralgödsel	100

Även andra gödselmedel innehåller kadmium. Vid jämförelser gödselmedel emellan används ofta kadmiumfosforkvoten, eftersom det är fosforbehovet som avgör hur mycket kadmium som slutligen tillförs åkermarken. I medeltal ska svenskt stallgödsel ha kadmiumfosforkvoten 12 mg/kg P, se tabell 5 (Eriksson, 2001, s.29-30). Gödsel från olika djur, exempelvis från svin och mjölkkor, har dock vanligen olika kadmiumhalter. Variationen ska bland annat bero på att djuren äter olika typer av foder (ibid.).

Kadmiumfosforkvoten för mineralgödsel som används i Sverige ligger numera kring cirka 6 mg/kg P (Kemi, 2011a, s.7). I mitten på nittioalet var denna kvot cirka 25 mg/kg P (SCB 2010b, s.206). När kadmiumtillförseln från mineralgödsel var som störst, i mitten på sjuttioalet, tillfördes årligen cirka 3,3 g/ha och kadmiumfosforkvoten var cirka 150 mg/kg P (Kemi, 2011a, s.40). Anledningen till att kadmiumhalten har minskat så drastiskt i mineralgödsel är att dagens brytning fokuserar på råfosfat

<sup>23</sup> Kadmiumfosforkvoten beräknas genom att dividera avloppsslammets kadmiumhalt med fosforhalten.

förorenat med låga kadmiumhalter (Naturvårdsverket, 2010a, s.17; Kemi, 2011a, s.40). Kadmiumfosforkvoten förväntas därför öka igen, i takt med att fosfatmineralresurser utarmas (Naturvårdsverket, 2010a, s.17). I dagsläget finns det ett gränsvärde för kadmiumfosforkvoten hos mineralgödselmedel som överläts eller saluförs i Sverige, detta gränsvärde är 100 mg/kg P (Kemi, 2011a, s.18).

Det långsiktiga målet med REVAQ är att metallhalter i avloppsslam inte ska skilja sig väsentligt från halterna i klosettavlopp (REVAQ, 2011a, s.6). Detta bygger på ett förslag i Naturvårdsverkets aktionsplan från år 2002, att klosettavlopp kan vara ett möjligt kvalitetsmått för avloppsslam (Naturvårdsverket, 2002, s.124). Enligt beräkningar ligger kadmiumfosforkvoten för klosettavlopp mellan 13 - 19 mg/kg P, se tabell 5 (Eriksson, 2001, s.15). Även om alla externa källor till slam elimineras går det således i dagsläget inte att erhålla lägre kadmiumfosforkvoter (Eriksson, 2001, s.15).

I nuvarande lagstiftning finns ett gränsvärde för hur mycket kadmium som i genomsnitt över en sjuårsperiod får tillföras åkermark per år, vilket är 0,75 g/ha (SNFS 1994:2 bilaga B), se tabell 6. Högst får således 5,25 g/ha tillföras åkermark med avloppsslam under sju år. Om detta gränsvärde överskrids eller underskrids beror dels på kadmiumfosforkvoten, samt dels på hur mycket fosfor som ska tillföras marken. Den genomsnittliga fosforgivan i Sverige är i dagsläget 22 kg P/ha och år (SCB, 2008). Om gränsvärdet 0,75 g/ha ska uppfyllas, får kadmiumfosforkvoten alltså högst vara 34 mg Cd/kg P (i genomsnitt över en sjuårsperiod). Slamanvändaren måste därför ha bra övervakning på kadmiumhalt och fosforhalt i tillfört gödselmedel, samt på kadmiumfosforkvoten i de slampartier som används.

Om den nya slamförordningen träder i kraft kommer mängden kadmium som får tillföras åkermark att sjunka till 0,55 g/ha och år (Naturvårdsverket, 2010a, s.90). Sjuårsperioden är även förkortad till en femårsperiod. Detta gränsvärde kommer enligt slamförordningen fortsättningsvis att sjunka, till 0,45 g/ha år 2020 och 0,35 g/ha år 2025. Liknande regler återfinns i REVAQ (2011a, s.13), max 0,75 g/ha och år får högst tillföras åkermark efter certifiering. Detta värde sjunker linjärt fram till år 2025, då högst 0,37 g/ha och år istället gäller. Se tabell 6 för en översikt och de kadmiumfosforkvoter som krävs i genomsnitt varje år för att inte överskrida kadmiumtillförseln med avloppsslam (beräknat med fosforgivan 22 kg P/ha).

**Tabell 6: Översikt över gällande och kommande gränsvärden, samt gränsvärden i REVAQ för högsta tillåten mängd tillförd kadmium till åkermark. Kolumnen till höger visar den kadmiumfosforkvot som krävs för att inte överskrida mängden tillförd kadmium, baserad på den genomsnittliga fosforgivan 22 kg P/ha. De kadmiumfosforkvoter som presenteras inom parentes i den högra kolumnen är de egentliga kvoterna som tillåts enligt respektive styrmedel.**

	Högsta tillåten mängd till åkermark (g/ha och år)	Kadmiumfosforkvot (mg Cd/kg P)
<b>Gällande lagstiftning<sup>1</sup></b>	0,75	34 (-)
<b>Ny slamförordning<sup>2</sup></b>	0,55	25 (45)
<b>Ny slamförordning, år 2020<sup>2</sup></b>	0,45	20 (45)
<b>Ny slamförordning, år 2025<sup>2</sup></b>	0,35	16 (45)
<b>REVAQ år 2011<sup>3</sup></b>	0,75	34 (34)
<b>REVAQ år 2025</b>	0,37	17 (17)

<sup>1</sup> Gränsvärde avser genomsnitt per år räknat över en sjuårsperiod.

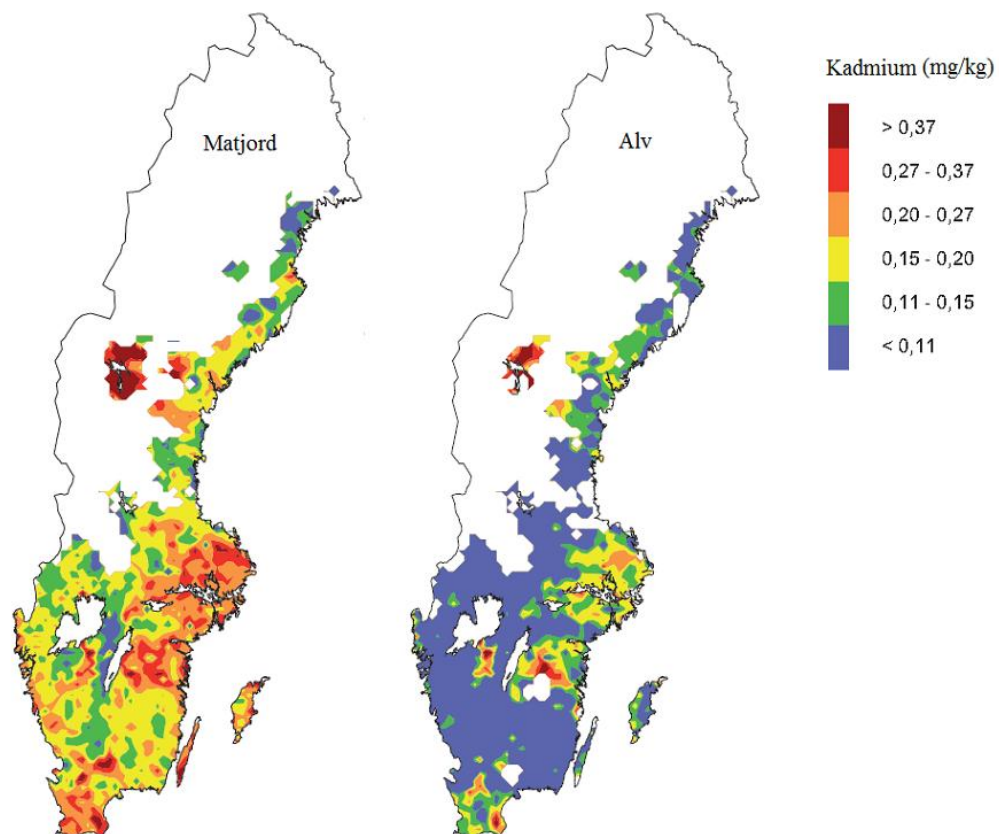
<sup>2</sup> Gränsvärde avser genomsnitt per år räknat över en femårsperiod.

<sup>3</sup> Gränsvärdet sjunker linjärt varje år fram till år 2025, se bilaga 1.

### 5.1.2 Förekomst i mark, gröda och miljö

Kadmiumhalten i svensk matjord varierar. Högre halter finns i Skåne och på Öland, samt i Östergötland, Södermanland och Uppland (Eriksson, 2001, s.12). I dessa regioner ligger halten vanligast mellan 0,20 - 0,27 mg/kg TS. Vissa områden kan ha högre koncentrationer, mellan 0,27 - 0,37 mg/kg TS och ibland däröver, se figur 3. Kring Storsjön i norra Sverige återfinns det största området med höga halter, med halter över 0,37 mg/kg TS. Resterande mark har vanligtvis en kadmiumhalt mellan 0,15 - 0,20 mg/kg TS (ibid.).

För att avloppsslam ska tillåtas användas som gödselmedel, får åkermarken som högst ha kadmiumhalten 0,4 mg/kg TS (SNFS 1994:2). Haltgränsvärdet kommer att vara detsamma om den nya slamförordningen implementeras i svensk lag (Naturvårdsverket, 2010a, s.90). I dagsläget finns inte riktvärden för vilken kadmiumhalt som mark högst bör ha. Naturvårdsverket bedömer att det är i stort behov, framförallt för åkermark, att det i samband med arbetet med miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö framarbetas sådana riktvärden (Naturvårdsverket, 2002, s.122). Naturvårdsverket menar att sådana riktvärden skulle underlätta för ett mer målinriktat arbete mot föroreningar i mark.



Figur 3: Kadmiumhalter i svensk matjord och alv (mg/kg). Källa: Eriksson, 2001, s.12

Enligt Eriksson (2001, s. 11) påverkas inte jordlagret under matjorden, alven, av kadmiumtillförsel till åkermark. Att alven ibland har höga halter av kadmium beror istället på den underliggande berggrunden<sup>24</sup>. Där alven har höga halter av kadmium, påträffas ofta höga kadmiumhalter i matjorden. Enligt Eriksson (2009, s.11) påverkar

<sup>24</sup> Exempelvis på grund av alunskiffer som bidragit till de högre kadmiumhalterna i matjorden kring Storsjön (Eriksson 2009, s.11).

således alven matjordens kadmiumhalt. Höga kadmiumhalter i mark är därför inte enbart orsakade av mänskliga aktiviteter, utan även av naturliga.

Eriksson (2009, s.11) menar vidare att skillnaden mellan matjordens och alvens kadmiumhalt kan åskådliggöra i vilken omfattning som människan har påverkat matjordens innehåll av kadmium. I medeltal är kadmiumhalten i alven 0,14 mg/kg TS och i matjord 0,23 mg/kg TS. Människan ska således i genomsnitt ha orsakat en förhöjning på 0,9 mg/kg TS, vilket motsvarar en ökad halt med cirka 60 %. En del av kadmiumhaltens förhöjning står dock naturliga orsaker bakom, men en stor del ska människan ha orsakat, menar Eriksson (2009).

Vad gäller grödor tillämpar Sverige EU:s gränsvärden för kadmiumhalter i djurfoder och livsmedel (Eriksson, 2001, s.29). De livsmedel som det finns gränsvärden för är bland annat grönsaker, kött, ris och sojaböner. Exempelvis är gränsvärdet för spannmål på 0,1 mg/kg (vete 0,2 mg/kg). Svenskt Sigill och större spannmålsföretag har därtill ofta egna riktvärden för kadmiuminnehåll, vilket vanligen är 0,08 mg/kg för spannmålsgrödor. Riktvärdet för vete är ofta 0,1 mg/kg (Eriksson, 2001, s.30). Enligt Eriksson är det enbart en liten mängd spannmål i Sverige som överskrider dessa riktvärden.

Ett slamspridningsförsök<sup>25</sup> i Skåne visar att grödors kadmiumupptag är ungefär lika oavsett om mineralgödsel eller avloppsslam har använts som gödselmedel (Andersson, 2009). Under spridningsförsöket var odlingsmarkens kadmiumhalt nästintill oförändrad (cirka 30 mg/kg TS). Kadmiumupptaget varierar dock mellan år och olika grödor.

Eriksson drar liknande slutsatser. Han menar att kadmium, till skillnad från många andra metaller, lätt upptas av grödor (Eriksson, 2001, s.15). Erikssons studie visar därutöver att det finns ett samband mellan kadmiuminnehållet i grödor och markens kadmiumhalt, även om det inte alltid är fallet. Eriksson skriver ”Generellt innebär dock hög halt i marken en större risk att halterna i grödan blir höga” (Eriksson, 2001, s.15).

Anledningen till att likartade grödor inte alltid upptar lika mängd kadmium ska enligt Eriksson bero på platsspecifika faktorer som medför att kadmium blir mer eller mindre växttillgängligt (Eriksson, 2001, s.15-16). Växttillgänglighet hos kadmium ska bland annat bero på väderlek, jordart och pH. Lerjordar och jordar med högt innehåll av organiskt material binder kadmium, så även om totalhalten kadmium i är högre än genomsnittet i dessa jordar (vilket ofta är fallet), innebär dessa förhållanden ofta låga halter i grödor. Lågt pH bidrar generellt till att mer kadmium blir växttillgängligt, sura jordar orsakar därför ofta högre kadmiuminnehåll i grödor. Ovanstående faktorer varierar även mellan grödor och olika växtsorter (ibid.).

Eriksson (2009, s.16) menar vidare att lite är känt om hur haltökningen i marken kan ha påverkat grödornas upptag av kadmium. Han refererar till en analys<sup>26</sup> av arkiverade veteprover av en specifik lantvetesort som antyder att kadmiumhalten har fördubblats mellan åren 1920 och 1980. En mer närliggande studie tar vid där ovanstående studie avslutas, och påvisar samma kadmiumhalter i grödor på åttiotalet. Kadmiumhalten hos

---

<sup>25</sup> Denna studie bedöms ha en rad brister varför spridningsförsöket inte presenteras närmare. Exempelvis anges inte kadmiumfosforkvot för det mineralgödsel som använts.

<sup>26</sup> Samma material har analyserats i två olika studier av olika författare, med ungefär lika resultat, enligt Eriksson (2009, s.16-17).

de analyserade grödorna ska sedan ha avtagit. Eriksson påpekar att de höga halterna i de undersökta grödorna, sammanfaller med den period då människan tillförde störst mängd kadmium till åkermark via deposition och mineralgödsel under sjuttioalet (Eriksson, 2001, s.18).

Dessa studier indikerar, enligt Eriksson, att högre växtupptag av kadmium snarare kan bero på en ökning av tillfört växttillgängligt kadmium (deposition och mineralgödsel) och inte nödvändigtvis på att totalhalten i marken ökat genom ackumulation (Eriksson, 2001, s.18). Studierna visar nämligen att när kadmiumtillförseln genom deposition och mineralgödsel minskat, minskar även kadmiumhalten i grödorna inte långt därefter.

Data från mitten av åttiotalet och framåt visar inte lika tydliga trender som ovanstående studier, utan kadmiumhalten i grödor varierar numera från år till år utan signifikanta trender (Eriksson, 2001, s.18). Sammanfattningsvis drar dock Eriksson slutsatsen att ”Rimligtvis borde ökningen av halterna i matjorden generellt ha påverkat upptaget” (Eriksson, 2001, s.19).

Bortförsel av kadmium från åkermark sker genom grödupptag eller utlakning. Enligt Erikssons (2009, s.15) beräkningar<sup>27</sup> visas en antydning mot att balans mellan till- och bortförsel av kadmium råder på svensk åkermark i dagsläget. Det avser de jordar som är gödslade med mineralgödsel som i medeltal har en kadmiumfosforkvot på 6 mg/kg P. Större tillförsel av kadmium kommer därför att ske vid användning av stallgödsel eller avloppsslam som vanligtvis har högre kadmiumfosforkvoter. Eriksson (2009, s.15) menar vidare att till följd av en förväntad ökning av kadmiumhalten i mineralgödsel, samt med anledning av en strävan att använda avloppsslam och stallgödsel, krävs det en ytterligare reducering av deposition av kadmium.

Naturvårdsverket (2002, s.111) bedömde i aktionsplanen att balans mellan till- och bortförsel troligen kommer att kunna uppnås vid tillförsel av 0,35 g/ha år 2020 (motsvarar kadmiumfosforkvoten 16 mg/kg P, jämför tabell 5). Detta bedöms vara fallet på marker med hög bortförsel av kadmium. På marker med lägre bortförsel ska ytterligare restriktioner behövas. Oavsett regionala förhållanden bör balans mellan till- och bortförsel av kadmium råda senast år 2025, enligt Naturvårdsverket.

Kadmium som utlakas ur marken hamnar delvis i vattendrag och hav. Kadmiumbelastningen på sjöar ska i dagsläget vara låg (Kemi, 2011a, s.45f). Det har det skett en markant minskning av kadmiumutsläpp, både från deposition, från punktkällor till luft och från användning av gödselmedel i jordbruket. Därtill har kadmiumhalten i avloppsvatten från olika punktkällor, däribland avloppsreningsverk, reducerats. Kadmiumhalterna i havsvatten kring Sveriges kuster visar dock inte samma trend. Belastningen har i vissa områden sjunkit, medan kadmium i andra avrinningsområden stagnerat eller också ökat. Sedan 1990-talet har de totala kadmiumutsläppen från svensk mark till hav legat omkring samma nivåer (Kemi, 2011a, s.45). Dagens kadmiumhalter i hav bedöms bland annat påverka vissa vattenlevande organismer. Människans hälsa ska dock inte påverkas nämnvärt av kadmiuminnehållet i fisk, då fisk generellt innehåller lite kadmium (ibid., s.21).

---

<sup>27</sup> Eriksson (2009, s.15) påpekar att det är beräknat utifrån lokala förhållanden och att det finns många ”osäkra poster”.

### 5.1.3 Toxikologi och exponering

Som tidigare nämnt har Kemikalieinspektionen nyligen genomfört en riskbedömning för miljö och hälsa med avseende på kadmium. En hälsoeffekt som redan är allmänt accepterad är risken för nedsatt njurfunktion. Kadmium ackumuleras i njurarna, vilket bland annat kan leda till nedsatt filtrering av urinen (Kemi, 2011a, s.27). Risk för nedsatt njurfunktion kan uppkomma vid en kadmiumhalt i urinen som ligger kring 1 µg Cd/g kreatinin, men nyare studier har visat att effekterna kan uppkomma redan vid lägre halter.

En annan negativ hälsoeffekt som lyfts fram i riskbedömningen är benskörhet och benvävsuppmjukning, som kan leda till frakturer (Kemi, 2011a, s.28). Denna typ av hälsoeffekter kan uppkomma redan vid låga koncentrationer i urin – en ökad risk vid 0,5 µg/g kreatinin. Andra möjliga hälsoeffekter är ökad risk för cancer och diabetes samt nedsatt reproduktionsförmåga och hjärtkärlsjukdom, men studierna där dessa risker påtalas anses inte tillräckligt omfattande (ibid., s.29).

Den svenska befolkningens kadmiumhalt i urin har legat på samma nivåer under det senaste decenniet, kring medianvärdet 0,12 - 0,67 (min - max 0,01 - 3,6) µg/g kreatinin (Kemi, 2011a, s.30). Med ökad risk för benskörhet och benvävsuppmjukning redan vid 0,5 µg/g kreatinin och nedsatt njurfunktion vid 1 µg Cd/g kreatinin, är Kemikalieinspektionens bedömning att den svenska befolkningen lider ökad risk för negativa hälsoeffekter (ibid., s.32). EFSA (Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet) rekommenderar i dagsläget att kadmiumhalten i urin inte ska överstiga 1 µg/g kreatinin (Kemi, 2011a, s.32), se tabell 7 för en översikt.

**Tabell 7: Förteckning över kadmiumhalter i urin (µg/g kreatinin), när risker uppstår, den svenska befolkningens kadmiumhalter, samt EFSA:s rekommendation.**

	<b>Kadmiumhalt (µg/g kreatinin)</b>
Risk för nedsatt njurfunktion	1,0
Risk för benskörhet och benvävsuppmjukning	0,5
Medianvärde, svensk befolkning	0,12 - 0,67
Min	0,01
Max	3,6
EFSA:s rekommendation	1,0

EFSA har även en rekommendation för det maximala kadmiumintaget under en vecka, 2,5 µg/kg kroppsvikt (Naturvårdsverket, 2010a, s.29). Det nuvarande intaget ligger kring 2,3 µg/kg kroppsvikt för en genomsnittlig svensk, för vegetarianer kring 5,4 µg/kg kroppsvikt och vecka (Kemi, 2011a, s.26). Kemikalieinspektionen gör den slutliga bedömningen att befolkningens kadmiumexponering måste reduceras på grund av de negativa hälsoeffekter som kan uppstå i relation till dagens exponering (ibid., s.32).

Kemikalieinspektionen anser att det framförallt är via livsmedel som kadmiumintaget bör reduceras, eftersom kosten är den huvudsakliga källan till dagens kadmiumintag (Kemi, 2011a, s.21). Även vissa yrken och rökning, ska utgöra en större del av exponeringen (ibid., s.27-28). Upptaget av kadmium i människokroppen beror dels på järnstatus, och dels på vilken typ av kost som intas. Låg järnstatus, fiberrik och vegetarisk kost, samt kost som baseras på skaldjur leder oftast till högre kadmiumintag (Kemi, 2011a, s.28).



Kemikalieinspektionen bedömer att det främst är spannmål (framförallt vete) och potatis som är den huvudsakliga källan till kadmiumintag i svensk kost, eftersom vår kost till en stor del baseras på dessa födoämnen (Kemi, 2011a, s.21-22). Grönsaker och ris ska också bidra till kadmiumintaget. Kött, fisk, mjölk och ägg har lägre kadmiumhalter och bidrar därför endast i begränsad omfattning till kadmiumintaget. Skaldjur, fröer och svamp kan i vissa fall innehålla höga halter, men konsumeras inte lika ofta som annan kost. Dricksvatten ska inte leda till någon större exponering för kadmium, endast cirka 0,2 % av det totala kadmiumintaget. Som tidigare nämnts finns gränsvärden för kadmium i vissa livsmedel. Dessa gräns- och riktvärden är dock av mindre betydelse eftersom de inte i huvudsak grundar sig på toxikologiska bedömningar, se kapitel 5.1.2 om kadmiumförekomst i grödor (Kemi, 2011a, s.21).

Även vattenlevande organismer, däggdjur och fåglar ska påverkas negativt av dagens kadmiumexponering, medan uppmätta kadmiumhalter i njure hos älg, gris och ko inte ska orsaka några negativa effekter (Kemi, 2011a, s.52). Vad gäller ekotoxikologiska effekter i mark menar Naturvårdsverket att studier inte har kunnat påvisa att dagens spridning av avloppsslam har någon större negativ påverkan (Naturvårdsverket, 2002, s.109). Undersökningar ska enligt Naturvårdsverket visa att det är vid en fördubbling av den svenska medianhalten i mark som en negativ effekt på mikroorganismer riskerar att uppstå, vid cirka 0,4 mg Cd/kg TS matjord<sup>28</sup>. Enligt Kemikalieinspektionens riskbedömning ska effekter på mikroorganismer först uppstå vid kadmiumhalten 1,2 mg Cd/kg TS matjord (Kemi, 2011a, s.51).

#### 5.1.4 Ytterligare styrmedel

Det är framförallt EU-lagstiftning som begränsar spridningen av kadmium i samhälle och miljö. IPPC-direktivet<sup>29</sup>, direktivet om stora förbränningsanläggningar<sup>30</sup> och avfallsförbränningsdirektivet<sup>31</sup> är exempel på sådan lagstiftning. IPPC-direktivet syftar till att begränsa föroreningar från industrier och jordbruk och anger vissa grundläggande krav vid tillståndsprovning, t.ex. krav på bästa tillgängliga teknik (Kemi, 2011a, bilaga 2). Direktivet om stora förbränningsanläggningar och avfallsförbränningsdirektivet innehåller krav på utsläppsbegränsning av stoft, vilket bidrar till minskade utsläpp av partikelbundna tungmetaller. Denna typ av lagstiftning bidrar indirekt till att kadmiumtillförsel begränsas, framförallt genom deposition. EU-lagstiftningen kommer troligtvis snart att förändras och krav skärpas ytterligare (Naturvårdsverket, 2011).

Det har tidigare funnits ett nationellt förbud mot kadmium i produkter (Kemi, 2011a, bilaga 2). Numera gäller REACH och tillsammans med annan EU-lagstiftning begränsas förekomsten av kadmium i bland annat batterier, fordon, plaster, förpackningsmaterial och färger. För elektriska och elektroniska produkter gäller RoHS-direktivet som har ett gränsvärde för kadmium, gränsvärdet är 0,01 viktprocent i homogent material (Europaparlamentets och rådets direktiv 2002/95/EG). Enligt ett

---

<sup>28</sup> Medianvärdet är cirka 0,18 mg Cd/kg TS matjord (Naturvårdsverket 2010c, s.40).

<sup>29</sup> Rådets direktiv 96/61/EG av den 24 september 1996 om samordnade åtgärder för att förebygga och begränsa föroreningar (IPPC).

<sup>30</sup> Europaparlamentets och rådets direktiv 2001/80/EG av den 23 oktober 2001 om begränsning av utsläpp till luften av vissa föroreningar från stora förbränningsanläggningar.

<sup>31</sup> Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/76/EG av den 4 december 2000 om förbränning av avfall.

särskilt EU-direktiv för batterier (batteridirektivet), förbjuds användning av nickelkadmiumbatterier i konsumentprodukter, dock med vissa undantag<sup>32</sup> (Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/66/EG).

Luftutsläpp av kadmium omfattas av konventionen LRTAP. De länder som har ratificerat konventionens protokoll om utsläpp av tungmetaller, förbinder sig att reducera kadmiumutsläppen till nivåer vid år 1990 (UNECE, 2011). Syftet med protokollet är framförallt att minska luftföroreningar från industri, förbränningsanläggningar, transporter och avfallsförbränning genom högsta tillåtna utsläppsvärden för partikelutsläpp. Det finns även krav på bästa tillgängliga teknik (BAT) i LRTAP.

Andra direktiv som kan vara av betydelse är ramdirektivet för vatten<sup>33</sup>, även kallat *vattendirektivet*. Kadmium och kadmiumföroreningar benämns som prioriterade farliga ämnen i vattendirektivet, och åtgärder ska vidtas för att begränsa förekomsten av sådana ämnen i vattendrag (Kemi, 2011a, bilaga 2). Som tidigare nämnts finns även annan EU-lagstiftning med haltgränsvärden för dricksvatten, livsmedel och för material som kan komma i kontakt med livsmedel. I svensk lagstiftning finns det även ett gränsvärde för kadmiumhalten i gödselmedel.

### 5.1.5 Spridningsvägar för kadmium

Kadmium ökar kontinuerligt i människans omgivning på grund av vulkanutbrott, förbränning av oljeprodukter och utvinning av mineraler och stenkol (Kemi, 2011a, s.33). De sistnämnda naturresurserna innehåller kadmium i låga koncentrationer, men eftersom stora mängder utvinns blir kadmiumtillförseln till samhället och miljön stor.

Kadmium tillförs åkermark främst genom gödsel och deposition. Den övervägande delen av kadmiumtillförseln till svensk åkermark sker i dagsläget genom deposition, till följd av kadmiumutsläpp både i Sverige och i övriga världen (Kemi, 2011a, s.34). Deposition av kadmium motsvarar idag 87 % av totala tillförseln av kadmium till åkermark vid användning av mineralgödsel. Motsvarande siffror för stallgödsel och avloppsslam är 56-71 % respektive 37-59 % (beroende på kadmiumhalten och platsspecifika förhållanden) (ibid., s.37). Under förra århundradet ska kadmiumhalten i åkermarken ha ökat med cirka 30 % (Eriksson, 2001, s.12). Till skillnad mot dagens situation där deposition bidrar mest till kadmiumtillförseln, är det mineralgödsel som till övervägande del har orsakat denna förhöjda kadmiumhalt.

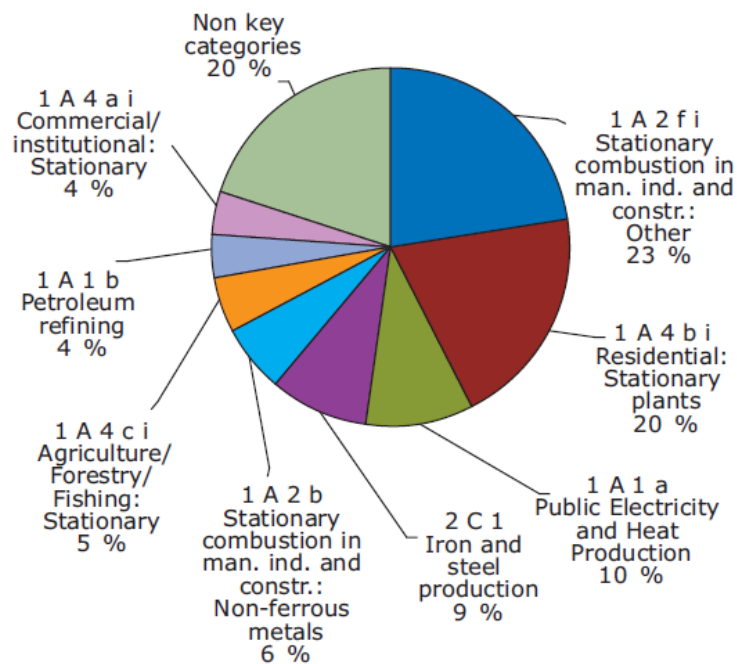
Idag släpper inhemska punktutsläpp ut cirka 213 kg kadmium till luft varje år (Kemi, 2011a, s.35). Pappers- och träindustri står för ungefär hälften och metall- och mineralindustrin för en tredjedel av utsläppen. Inhemska punktutsläpp motsvarar dock bara 5 % av depositionen på svensk mark, den totala depositionen är beräknad till cirka 4 ton per år (Kemi, 2011a, s.37). Depositionen har minskat kraftigt under senare år, från cirka 1,7 g/ha till 0,2 g/ha per år.

---

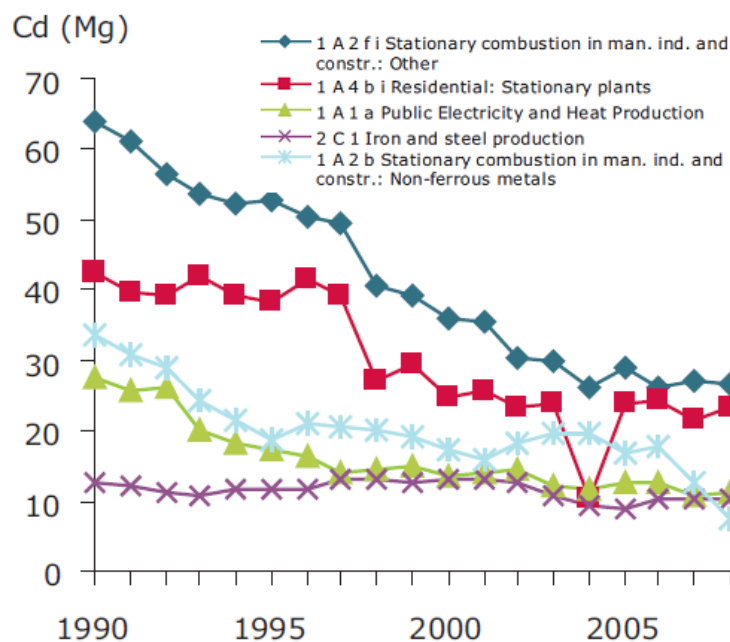
<sup>32</sup> Undantagen är nød- och alarmsystem, medicinsk utrustning, sladdlösa elektriska handverktyg samt användning i industriella och militära applikationer.

<sup>33</sup> Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område.

År 2008 släppte Europas länder sammanlagt ut 19 ton kadmium till luft (EEA, 2010, s.47). Den största delen av utsläppen kommer från tillverkningsindustrins förbränningsanläggningar. Stora kadmiumutsläpp orsakas även av småskaliga förbränningsanläggningar i bostäder, kraftvärmeverk samt järn- och stålindustrin, se figur 4. Enligt EEA (European Environment Agency) beror minskade kadmiumutsläpp framförallt på förbättrade reningstekniker vid förbränningsanläggningar och vid metall- och smältindustri (ibid.), se figur 5.



Figur 4: Nyckelkategoriernas andel av kadmiumutsläpp i EU-27 under år 2008. Källa: EEA, 2010, s.47.



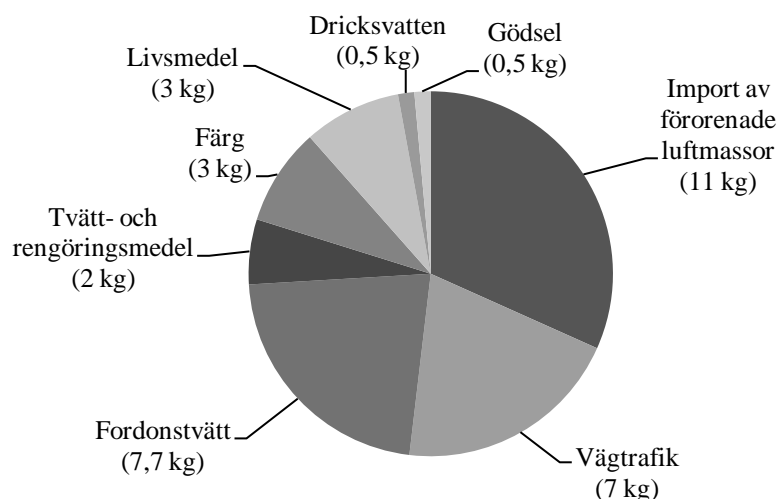
Figur 5: Trend för luftutsläpp av kadmium till luft från de fem största nyckelkategorierna i EU-27 mellan åren 1990-2008. Källa: EEA, 2010, s.47.

I genomsnitt uppsamlas cirka 240 kg<sup>34</sup> kadmium i avloppsslam varje år i Sverige. Om miljömålet uppnås, om att 60 % av producerat avloppsslam används på åkermark, sprids således cirka 145 kg kadmium på den svenska åkermarken varje år. Idag sprids cirka 60 kg kadmium till följd av användning av avloppsslam i jordbruket.

Spridningsvägar för kadmium in till avloppsreningsverk är till viss del kända, men i Naturvårdsverkets aktionsplan (2002, s.53) uppges att 40 % av källorna troligtvis fortfarande är okända. De spridningsvägar som ofta omnämns är deposition, fordonstvättar, vägtrafik, livsmedel, konstnärsfärger, tvätt- och rengöringsmedel, dricksvatten och gödsel (Stockholm stad, 2011; Naturvårdsverket, 2002, s.53).

Enligt Naturvårdsverket har mycket arbete tidigare lagts ner på att minska mängden tungmetaller i inkommande avloppsvatten vid de kommunala avloppsreningsverken (Naturvårdsverket, 2002, s.52). Främst har åtgärder vidtagits för att reducera antalet industriella punktutsläpp. Kadmiumhalterna i avloppsslam har också sjunkit under de senaste decennierna. Från slutet av sextio-talet till slutet av nittio-talet sjönk kadmiumhalten i avloppsslam med 87 %. Den radikala haltreduceringen planades ut under periodens senare del, vilket ska bero på att många punktutsläpp är åtgärdade och att den största delen utsläpp numera beror på diffusa utsläpp (ibid., s.53).

Dagvatten bedöms föra med sig stora mängder kadmium in till avloppsreningsverken varje år (Kemi, 2011a, s.41), framförallt på grund av deposition och vägtrafik<sup>35</sup> (Stockholm stad, 2011). Även vissa zinkhaltiga byggnadsmaterial avger kadmium till dagvatten, eftersom tungmetallen ofta förekommer som förorening i zink. Enligt en substansflödesanalys genomförd i Stockholm består mer än hälften av det utgående kadmiumflödet (likställs här med att detta flöde inkommer till avloppsreningsverken) av kadmium från vägtrafik och ”import av förorenade luftmassor”, se nedan figur 6 (Stockholm stad, 2011).



**Figur 6: Flöden av kadmium enligt en substansflödesanalys genomförd åt Stockholm stad år 2003. Källa: Stockholm stad, 2011.**

<sup>34</sup> Baserat på 220 000 ton TS avloppsslam med kadmiumhalten 1,1 mg/kg TS (medeltal år 1998-2008).

<sup>35</sup> Kadmium ska finnas i låga halter i bland annat bränsle, däck, bromsbelägg och vägbeläggning (Stockholm Stad 2011).

Övriga verksamheter som kan bidra med kadmiumutsläpp till avloppsreningsverk är fordonstvättar, se figur 6. Det är oklart varför bilar avger mycket kadmium vid tvätt, spekulationer finns att det kan vara vissa bildelar, smuts eller rengöringsmedel (Kemi, 2011a, s.33). Enligt Stockholm stad (2011) går trenden mot att kadmiumflödet från fordonstvättar sjunker. Att tvätt- och rengöringsmedel innehåller kadmium beror på innehållet av fosfater (Stockholm stad, 2011). I takt med att förbud utvidgas mot fosfater i tvätt- och rengöringsmedel bör mängden kadmium i inkommande avloppsvatten delvis sjunka. Från hushåll bör kadmiumflödet redan ha sjunkit något, i samband med fosfatförbudet i tvättmedel.

Hushåll och andra verksamheter bidrar med kadmium till avloppsreningsverket genom livsmedel och konstnärsfärger. Under år 2003 beräknades konstnärsfärger sålda i Stockholmsområdet sammanlagt innehålla 41 kg kadmium, men försäljningen av konstnärsfärger som innehåller kadmium ska ha minskat efter år 2003. Även dricksvatten innehåller kadmium.

Metalliskt kadmium erhålls som biprodukt vid zinkframställning och används bland annat till nickelkadmiumbatterier (Kemi, 2011a, s.33). På grund av förbud mot nickelkadmiumbatterier i konsumentprodukter (batteridirektivet) har försäljningen av denna typ av batterier i Sverige sjunkit från 325 ton/år i slutet på 90-talet till 75 ton/år år 2006. Kadmium används även vid ytbehandling (plätering), i legeringar och som pigment och stabilisatorer i PVC (ibid.).

Användning av kadmium som stabilisator (förlänger livslängden) i PVC och som pigment begränsas numera genom REACH (Kemi, 2011a, s.33). Det ska dock finnas många produkter kvar i vår omgivning som producerats när kadmiumanvändning i plast och pigment fortfarande var tillåten (Stockholm stad, 2011). Enligt en uppskattning ska totalt 80 ton kadmium finnas runt om i Stockholm, varav hälften återfinns i gamla produkter (Stockholm stad, 2011). Resterande kadmiummängd ska finnas i nickelkadmiumbatterier och zinkhaltiga byggnadsmaterial, vilket har uppskattats till 20 ton vardera. Stockholm stad påpekar att uppskattningen är mycket osäker .

## 5.2 NONYLFENOL

Nonylfenol (NF) tillhör gruppen alkylfenoler (AF), vilka är kemiska föreningar bestående av ett visst antal alkylkedjor bundna till en fenol (Kemi, 2011c). De vanligaste alkylfenolerna är butylfenol, oktylfenol, dodecylfenol samt nonylfenol, där prefixet åsyftar på hur många alkylkedjor som är bundna till fenolen. AF används oftast för att framställa olika derivat, alkylfenoletoxilater (AFE), exempelvis nonylfenoletoxilat (NFE), som sedan används i olika industriella processer. Nonylfenol används också i ren form av industri, se nedan kapitel 5.2.5 om spridningsvägar för nonylfenol.

Även om det är olika AFE som används i industriella processer, bryts föreningarna snabbt ned till AF som är svårnedbrytbara och bioackumulerbara (Kemi, 2011c). I avloppssammanhang är i regel det ämne som diskuteras nonylfenol, vilken både är klassificerad som mycket giftig för vattenlevande organismer och kan orsaka skadliga långtidseffekter på vattenmiljön, men även andra alkylfenoler har liknande klassificering.

I dagsläget finns inga gräns- eller riktvärden för AF (eller andra organiska föroreningar) i gällande styrmedel för avloppsslam. Bedömningen i revideringen av Naturvårdsverkets aktionsplan (2010a, s.36ff) är att det inte finns skäl att reglera kända organiska föroreningar via begränsningsvärden. Istället bör nationell övervakning fortsätta. Andra förslag är att följa upp långliggande slamspridningsförsök, att driva på EU för skärpt kemikalielagstiftning samt fortsätta uppströmsarbetet vid kommunala avloppsanläggningar via REVAQ och ABVA.

Enligt REVAQ ska slamproducenten kartlägga användning, produktion och utsläpp av organiska föreningar hos anslutna industrier och verksamheter för att sedan vidta relevanta åtgärder. Om en verksamhet släpper ut något av de ämnen som klassificeras som utfasningsämne enligt Kemikalieinspektionens PRIO-guide ska slamproducenten ställa krav på att verksamheten upprättar en handlingsplan för hur ämnet ska fasas ut eller förhindras nå slamproducenten. Se kapitel 4.3.4 för en utförligare beskrivning om hur organiska föroreningar ska hanteras enligt REVAQ-reglerna.

NF är inte klassificerat som utfasningsämne enligt Kemikalieinspektionens PRIO-guide, och anslutna verksamheter som släpper ut NF måste därför inte upprätta en handlingsplan. Det finns dock vissa föreningar av NF som innehåller utfasningsämnen kadmium och bly, vilket medför att föreningen klassificeras som ett utfasningsämne. Nonylfenol är istället klassificerat som ett prioriterat riskminskningsämne. Kemikalieinspektionens rekommendation för prioriterade riskminskningsämnen är att användaren bör överväga substitution på grund av ämnets farliga egenskaper (Kemi, 2011c). Användare av NF uppmanas även att tänka på hur ämnet hanteras.

### **5.2.1 Förekomst i gödselmedel**

NF tillförs i första hand åkermark när avloppsslam används, eftersom föroreningen normalt inte förekommer i stallgödsel och mineralgödsel. Till följd av ett tidigare riktvärde för NF i avloppsslam har halten länge övervakats. Under en åttaårsperiod, mellan år 1995-2003, har den genomsnittliga halten mer än halverats, från 47 mg/kg TS till 17 mg/kg TS (SCB, 2004, s.18). Halterna fortsätter att minska, men från och med år 2002 i långsammare takt (SCB, 2010a, s.15).

De allra flesta avloppsreningsanläggningar i Sverige har under de senaste tio åren nonylfenolhalter i slammet som ligger under det tidigare riktvärdet på 50 mg/kg TS. Enbart 1-2 % av anläggningarna har halter över riktvärdet (SCB, 2010a, s.17). Totalt uppsamlas omkring 3000 kg NF i avloppsslam årligen, baserat på genomsnittshalten 15 mg/kg TS i 220 000 ton slam.

### **5.2.2 Förekomst i mark och miljö**

Målsättningen med miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö är att tillförsel och ackumulering av oönskade kemiska ämnen ska begränsas. Enligt den reviderade aktionsplanen (Naturvårdsverket, 2010a, s.35) är det framförallt svårnedbrytbara organiska föroreningar som behöver begränsas vid användning av avloppsfraktioner på åkermark, eftersom lätt nedbrytbara föroreningar inte ackumuleras i marken (ibid.). AF är dock

varken svår- eller lättnedbrytbara föreningar, utan hamnar någonstans mitt emellan (Stockholm stad, 2008, s.15).

Till skillnad från PCB och PAH, som knappt bryts ned i marken, ska NF/NFE brytas ned snabbare men inte i tillräckligt hög takt för inte ackumuleras i miljön. Enligt Naturvårdsverket (2010a, s.35) ska dock engelska och franska fältstudier ha visat att halterna i mark efter slamspridning ska vara under de nivåer då negativa effekter uppträder. Naturvårdsverket menar även att en norsk studie som värderat miljö- och hälsorisker med avseende på NF/NFE, kom fram till att användning av slam inte innebär någon signifikant risk för vattenmiljön.

Förekomst av NF i mark och vattendrag är starkt korrelerade med antropogen aktivitet (Soares *et al.*, 2008, s.1036ff). NF i mark och jord är studerat i mindre omfattning än i vattendrag, men förhöjda halter av NF ska ha identifierats i mark som mottagit avloppsslam i stora mängder (1400 - 1600 µg/kg jord) i motsats till mark som inte mottagit avloppsslam (0,01 - 0,98 µg/kg jord). NF binds hårt till jordpartiklar och enligt en studie återfanns 99 % av tillförd NF kvar inom 30 cm från markytan efter två år (Soares *et al.*, 2008, s.1038). Nedbrytningshastigheten i mark ska bland annat vara beroende av tillgång på syre. I vattendrag förekommer ofta nonylfenol i högre halter i sediment än som löst i vatten (*ibid.*). I sediment är halveringstiden för nedbrytning av nonylfenol mer än 60 år.

Nonylfenol förekommer även i atmosfären, vilket också är direkt kopplat till antropogen aktivitet (Soares *et al.*, 2008, s.1039). I första hand sprids NF till luft genom aerosoler som alstras vid luftning av avloppsvatten. Nonylfenol faller sedan som våtdeposition till vatten eller mark. Även i inomhusluft och damm har NF påträffats, ofta i högre halter än utomhus. I en undersökning av inomhusluften i 120 hus påträffades NF i samtliga hus som studerades och var en av de organiska föroreningarna (av totalt 89 studerade) som fanns i rikligast mängder.

Studier om uppmätta halter av AF i samhälle och miljö är få, men NF har påträffats i grundvatten, dagvatten, lakvatten och spillvatten från industriområden (Andersson och Sörme, 2007, s.8). I två skilda screeningstudier genomförda under år 2003 påträffades AF/AFE i de flesta prover i mark, luft, sediment, vatten, avloppsslam och fisk (i en av studierna enbart i två provtagningar av fisk), varav nonylfenol var den vanligaste alkylfenolen. Resultaten indikerar att AF är vitt spridda i samhället och miljön (*ibid.*).

### 5.2.3 Toxikologi och exponering

Nonylfenol är som tidigare nämnts klassificerat som mycket giftig för vattenlevande organismer och kan orsaka skadliga långtidseffekter på vattenmiljön. Föreningen misstänks även vara hormonstörande och kunna orsaka nedsatt fertilitet och fosterskador, eftersom den kemiska uppbyggnaden liknar östrogen (Kemi, 2011c). Giftverkan har påvisats hos fisk och musslor och störningar på könsfunktioner har observerats hos bland annat hanfiskar (Andersson och Sörme, 2007, s.7). Flertalet studier visar att nonylfenol bioackumuleras i miljön, framförallt hos fisk och alger, men även hos fåglar som lever i vattenområden (*ibid.*).

Den hormonstörande effekten av NF på människan är oklar, men ämnet kan spåras i provtagningar av människoblod. Att AF kan ha östrogen påverkan påvisades för första gången år 1938 (Soares *et al.*, 2008, s.1040). Hormonstörande ämnen hämmar förekomsten av naturliga hormoner genom att hindra dess produktion (eller på annat sätt störa hormonsystemet) och kan i låga koncentrationer fungera synergistiskt tillsammans med andra hormonstörande ämnen. I en riskbedömning som EU har genomfört för NF, uttrycks behov av fler studier för att kunna bedöma risker för hälsa och miljö (Andersson och Sörme, 2007, s.8).

Enligt en litteraturgenomgång genomförd av Soares *et al.* (2008) menar vissa forskare att nonylfenol i miljön inte innebär några hälsorisker på grund av de låga koncentrationerna. Att det även är många olika variabler som spelar in (t.ex. genetik, ålder, kön etc.) försvårar bedömningen av hormonstörande ämnens hälsoeffekter. Vissa studier har dock under senare år kunnat påvisa en försämrad spermakvalitet hos de män som exponerats för kända hormonstörande ämnen såsom vissa pesticider, lösningsmedel och trafikföroreningar (ibid.).

En annan toxikologisk effekt av NF som lyfts fram är en störd funktion hos celler och organ redan vid exponering för 10 µg NF/dag (Soares *et al.*, 2008, s.1041). Effekterna beräknas vara varierande och oförutsägbara på grund av förmågan att initiera olika typer av processer i celler och organ. Effekterna har framförallt studerats i hos organismer vattenmiljöer och vad som har kunnat observeras är bland annat att en rad olika faktorer såsom miljö, art och utvecklingsstadium vid exponering påverkar effekterna av NF, samt att effekternas typ skiftar.

Uppgifter om människors exponering för nonylfenol är svårfunna i litteraturen (Andersson och Sörme, 2007, s.8), och dessutom vara svårbedömda (Soares *et al.*, 2008). Några undersökningar visar att hantering av vanliga konsumentprodukter skulle kunna vara en källa till exponering, t.ex. förpackningsplast för livsmedel. Utöver förpackningsmaterial ska även förorenat dricksvatten och kost (t.ex. grönsaker samt mjölk- och köttprodukter) vara möjliga källor (Soares *et al.*, 2008, s.1043). NF förekommer i de flesta livsmedel, med en koncentration mellan 0,1-19,4 µg/kg livsmedel vilket ger en uppskattat genomsnittligt intag på cirka 7,5 µg/dag för en vuxen (ibid.).

Skälet till att livsmedel ofta förorenas med nonylfenol ska dels bero på förpackningsmaterialet, men även på de rengöringsmedel som används av livsmedelsindustrin samt på användning av pesticider och vaxlager på frukt och grönsaker. Olika typer av hudvårdsprodukter är också en möjlig källa för exponering av NF, se även kapitel 5.2.5 om spridningsvägar.

#### 5.2.4 Ytterligare styrmedel

Användningen av NF/NFE begränsas genom begränsningsregler i bilaga XVII till REACH (Europaparlamentets och rådets förordning [EG] nr 1907/2006) och vattendirektivet (Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG). Bilagan till REACH anger att NF/NFE inte får användas eller säljas i koncentrationer över 0,1 viktprocent för angivna ändmål, exempelvis för ”viss rengöring, textil-, läder- och metallbearbetning samt tillverkning av papper och pappersmassa” (Kemi, 2011d).



Begränsningen av NF/NFE gäller inte färdiga varor och produkter, med andra ord kan föroreningarna finnas i produkter som tillverkats utanför EU men säljs inom unionen.

NF omfattas även av detergentförordningen (Europaparlamentets och rådets förordning [EG] nr 648/2004), eftersom tvätt- och rengöringsmedel enligt förordningen enbart får innehålla lättnedbrytbara tensider (Kemi, 2011d). Således får NF/NFE inte förekomma i tvätt- och rengöringsmedel som används inom EU. NF/NFE är även ett prioriterat ämne enligt vattendirektivet, förekomsten av NF/NFE ska därför begränsas för att uppnå en god ytvattenstatus.

### 5.2.5 Spridningsvägar för nonylfenol

Förbrukning av NFE i Sverige har sjunkit från 3000 ton/år på 80-talet, till cirka 800 ton/år i mitten av nittioalet och till cirka 100 ton år 2008 (Andersson och Sörme, 2007, s.9). Antal produkter som innehåller NF/NFE har inte sjunkit i samma utsträckning utan ligger kring 600-800 produkter sedan nittioalet. Förbrukningen i USA ligger fortfarande på höga nivåer och ökar på vissa håll i Asien (ibid.). NF används framförallt för att tillverka NFE, men används även vid tillverkning av epoxiharts och flamskyddsmedel samt som stabilisator i plast och gummi (Kemi, 2011f).

NFE används inom industrin som detergenter (t.ex. rengöringsmedel och avfettningsmedel), emulgeringsmedel (t.ex. i kosmetiska produkter) och dispergeringsmedel (t.ex. i målarfärg) (Andersson och Sörme, 2007, s.6). NFE har länge använts som en universaltensid eftersom den både är billig och har bra egenskaper, men numera ersätts NFE vanligtvis av andra nonjontensider i Europa (Kemi, 2011g).

I Nederländerna och Storbritannien har NF/NFE påträffats i bland annat ”plastleksaker, pyjamasar för barn, sportskor, förpackningsmaterial för ost, madrasser och golvbeläggingsmaterial” (Andersson och Sörme, 2007, s.6). Även i Italien ska nonylfenol ha påträffats i både leksaker och kläder för barn (ibid.).

Eftersom begränsningen av NF i REACH inte gäller färdiga produkter kan ämnet förekomma i produkter som importerats till Sverige, exempelvis i textilier (Kemi, 2011d). Universitet i Kalmar har på uppdrag av Stockholm stad studerat spridningsvägar av NF/NFE till avloppsreningsverken (Månsson *et al.*, 2008). Studien visar att tvätt av textilier är den enskilt största källan till NF i avloppsvatten, uppskattat bidrag ligger kring 60 % eller mer (ibid., s.453). Den stora mängden NF på avloppsreningsverken i Stockholm har tidigare inte kunnat förklaras (Stockholm stad, 2008).

En annan viktig källa till nonylfenol ska enligt undersökningen vara rengöringsmedel, vilket uppskattas till kring 10 % av den totala tillförseln av NF till avloppsreningsverken (Månsson *et al.*, 2008, s.453). Mindre mängder nonylfenol kan härledas till hygieniska produkter och till lack- och målarfärger (sammanlagt >6 % av tillförseln till avloppsreningsverken). Bedömningen är även att teknisk industri, lim, betong och plast bidrar med NF/NFE till avloppsreningsverken, men i mycket små mängder (ibid.).

### 5.3 FALLSTUDIE I MALMÖ STAD

År 2008 bildades kommunalförbundet VA SYD mellan de två sydsvenska kommunerna Malmö och Lund med syftet att samordna VA-verksamheten (VA SYD, 2011). Burlövs kommun och Eslövs kommun ingår även i förbundet sedan årsskiftet år 2011 respektive år 2012 och VA SYD planerar att utöka samarbetet med fler kommuner i framtiden. Tanken med kommunalförbundet är att bättre hantera kommande förändringar och krav från myndigheter och intressenter. Målet är att bedriva ett ”långsiktigt regionalt samarbete som ökar vår uthållighet i ett längre perspektiv” (VA SYD, 2011).

Det är VA SYDs anläggningar Klagshamns och Sjölunda avloppsreningsverk (ARV) som är mottagare av Malmö stads avloppsvatten (VA SYD, 2008a, s.2). Slamhanteringen hos båda avloppsreningsverken är certifierade enligt REVAQ sedan år 2009 (VA SYD, 2011). Även avloppsvatten från några mindre grannkommuner är inkopplat till Sjölunda ARV (VA SYD, 2009b, s.9). Till Klagshamns ARV är även Vellinge kommun anslutet (VA SYD, 2008a, s.2). Det är framförallt de tre senaste miljörapporterna från Sjölunda ARV (VA SYD, 2007b; 2008b; 2009b) och Klagshamns ARV (VA SYD, 2007a; 2008a; 2009a) som har granskats nedan, om inget annat anges.

Till Sjölunda ARV inkom cirka 35 000 000 m<sup>3</sup> avloppsvatten år 2009, varav ungefär 75 % beräknades vara spillvatten. Även lakvatten från Spillepengens avfallsdeponi inkommer till Sjölunda. Samma år producerades cirka 25 000 ton avloppsslam med TS-halten 23 %, vilket motsvarar cirka 5800 ton TS slam. Antalet anslutna till Sjölunda beräknas vara 300 000 personer (i genomsnitt cirka 320 000 pe).

År 2008 inkom och behandlades ungefär 6 400 000 m<sup>3</sup> avloppsvatten från cirka 60 000 anslutna personer (i genomsnitt 44 300 pe) vid Klagshamns ARV. Nästintill hälften av avloppsvattnet inkommer från Vellinge kommun. Andelen dag- och dräneringsvatten är uppskattat till 23 % av den totala mängden avloppsvatten. Resterande mängd var således spillvatten från hushåll, industrier samt från offentliga och övriga verksamheter. Mängden slam som producerades samma år var cirka 5000 ton med TS-halten 24 %, vilket motsvarar 1200 ton TS avloppsslam.

Hälften av det producerade avloppsslammet vid Klagshamns ARV avsattes år 2007<sup>36</sup> på åkermark. Samma år avsattes ungefär 15 000 ton av Sjölundas avloppsslam på åkermark. Både Sjölundas och Klagshamns avloppsslam har spridits på åkermark för odlingar av fodergrödor, energigrödor och spannmål.

Sedan år 2009 är det entreprenören RagnSells som på uppdrag av VA SYD har hand om slammet från Sjölunda och Klagshamns ARV (Leander, 2011). Uppdraget omfattar bland annat lastning och borttransport, att beräkna givor utifrån den tilltänkta åkermarkens fosforhalt samt hantera dokumentation för spårbarhet (VA SYD, 2007a, s.38). Entreprenören ansvarar även för att krav i REVAQ som berör denna hantering uppfylls (Leander, 2011).

---

<sup>36</sup> Skälet till att inte senare statistik presenteras beror på REVAQs krav på hygienisering (i detta fall långtidslagring), vilket medförde att både Sjölunda och Klagshamn hade ett stort lager av slam vid utgången av år 2009, således kunde mindre mängd avloppsslam avsättas på åkermark.

### 5.3.1 Kadmium

Kadmiumhalten hos producerat avloppsslam vid Klagshamns ARV har sjunkit från cirka 12 mg Cd/kg TS på slutet av sjuttioalet till strax över 1 mg Cd/kg TS år 2007. En liknande utveckling visas på Sjölunda ARV, där halten har sjunkit från 16 mg Cd/kg TS till 1,6 mg Cd/kg TS. I början av nittiotalet planades den kraftiga reduceringen av kadmiumhalten ut (VA SYD, 2007b). Anledningen är, liksom för resten av Sverige, troligtvis att många punktutsläpp har åtgärdats<sup>37</sup> (Leander, 2011). Numera ska framförallt diffusa utsläpp av kadmium återstå i Malmöområdet (ibid.).

Klagshamns ARV producerade cirka 1200 ton TS slam år 2008. Årsmedelvärdet för kadmium var 1 mg Cd/kg TS samma år, vilket innebär att totalt 1,2 kg kadmium uppsamlats i avloppsslammet. Beräknad kadmiumtillförsel till Klagshamn blir 20 mg Cd/person och år (utan hänsyn till verksamheter eller dag- och dräneringsvatten).

Sjölunda ARV producerade istället cirka 5800 ton TS slam. Kadmiumhalten var detta år i genomsnitt 1,2 mg/Cd kg TS, vilket innebär att 7 kg kadmium fanns uppsamlat i avloppsslammet. Baserat på tidigare år då cirka 15 000 ton avloppsslam spreds på åkermark, skulle år 2009 inneburi att 4,5 kg kadmium återförts till åkermark. Beräknad kadmiumtillförsel till Sjölunda ARV är 24 mg Cd/person och år (utan hänsyn till verksamheter eller dag- och dräneringsvatten). Detta stämmer bra överens med tillförseln av kadmium per person i den studie som REVAQ-reglerna hänvisar till, se kapitel 4.3.5.

Både Sjölundas och Klagshamns miljörapporter från år 2009 redovisar kadmiumhalter per månadssamlingsprov från och med år 2007 och framåt. Sjölunda överskred nuvarande gränsvärde (2 mg Cd/kg TS) i fyra månadssamlingsprov mellan åren 2007 och 2009. Om den nya slamförordningen med gränsvärdet 1,3 Cd/kg TS hade implementerats redan år 2007, hade istället tjugo månadssamlingsprov överskridit gränsvärdet. Klagshamn överskred inte nuvarande haltgränsvärde för kadmium mellan åren 2007 och 2009. Om gränsvärdet istället hade varit 1,3 Cd/kg TS hade elva månadssamlingsprov överskridit gränsvärdet.

I Klagshamns handlingsplan, som upprättats i samband med REVAQ-certifieringen, finns några övergripande mål för kadmium uppställda<sup>38</sup>. Ett av målen baseras på REVAQ, och är att kadmiumfosforkvoten högst ska vara 17 mg Cd/kg P senast år 2025. Ett annat övergripande mål i handlingsplanen som kan beröra kadmium är att ”Fosfor ska vara begränsande vid åkermarksanvändning”. Även några specifika mål för kadmium finns, att samtliga månadspartier ska ha en kadmiumfosforkvot under 32 mg Cd/kg P och att årsmedelvärdet i avloppsslam högst ska vara 0,8 mg Cd/kg TS.

---

<sup>37</sup> Utöver åtgärder mot punktutsläpp, beror troligtvis den betydligt lägre kadmiumhalten på reducerad mängd deposition av kadmium, samt på grund av att gödselmedel numera har en lägre kadmiumhalt. Se kapitel 5.1.5 om spridningsvägar för kadmium.

<sup>38</sup> Denna handlingsplan har tillhandahållits av Agneta Leander som arbetar med REVAQ på VA SYD.

### 5.3.2 Nonylfenoler

Årsmedelvärdet för nonylfenolhalten i avloppsslam från Klagshamns ARV var omkring 23 mg/kg TS mellan åren 2004 till 2007. Halten och haltvariationer månader emellan har sedan dess reducerats. Nonylfenolhalten var i genomsnitt 16 mg/kg TS respektive 15 mg/kg TS under år 2008 och 2009. Liknande halttrender av nonylfenol påträffas vid Sjölunda ARV. De två senaste miljörapporterna redovisar en genomsnittlig nonylfenolhalt på 10-11 mg/kg TS, vilken tidigare låg omkring 25 mg/kg TS.

Årsmedelvärdet för nonylfenol var 16 mg/kg TS vid Klagshamns ARV år 2008, vilket innebar att totalt 19 kg nonylfenol uppsamlades i 1200 ton TS avloppsslam. Beräknad nonylfenoltillförsel till Klagshamn per person blir cirka 320 mg/år (utan hänsyn till verksamheter eller dag- och dräneringsvatten).

Vid Sjölunda ARV var nonylfenolhalten år 2008 i genomsnitt 11 mg/kg TS, vilket innebar att högst 64 kg nonylfenol uppsamlades i 5800 ton TS avloppsslam. Baserat på tidigare år, då cirka 15 000 ton avloppsslam användes på åkermark, innebär detta att 38 kg NF tillförts åkermark. Beräknad nonylfenoltillförsel till Sjölunda per person är 213 mg/år (utan hänsyn till verksamheter eller dag- och dräneringsvatten).

Det tidigare riktvärdet för nonylfenol enligt slamöverenskommelsen var 50 mg/kg TS. Riktvärdet har inte överskridits av Sjölunda ARV sedan år 2005. Det överskreds dock vid ett tillfälle på Klagshamns ARV för några år sedan. Det kan även tilläggas att det inte längre finns krav på att övervaka nonylfenolhalten i avloppsslam, eftersom slamöverenskommelsen har upphört.

I Klagshamns handlingsplan, som upprättats enligt REVAQ-regler, finns ett mål för PRIO-ämnena uppställt. Målet är att inga PRIO-ämnena ska förekomma i det inkommande avloppsvattnet. Detta mål specificeras genom ett annat mål, som är att inga A-verksamheter ska släppa ut PRIO-ämnena till reningsverket. Inga specifika mål och åtgärder förekommer för nonylfenol, se istället kapitel 5.3.4.

### 5.3.3 Ytterligare styrmedel

Som tidigare nämnt har Svenskt Vatten (2009) framtagit skriften *Råd vid mottagande av avloppsvatten från industri och annan verksamhet* för att ge kommuner stöd i uppströmsarbetet. I vägledningen beskrivs bland annat den lagstiftning som slamproducenten kan ha användning av i uppströmsarbetet. En av de lagar som omnämns är *Lag (SFS 2006:412) om allmänna vattentjänster*, nedan kallad *vattentjänstlagen*. Vägledningen ger även tips och råd kring olika miljöfarliga metaller och organiska föroreningar.

De regler som enligt vägledningen kan vara viktiga i vattentjänstlagen i samband med uppströmsarbete, är bland annat att slamproducenten inte är skyldig att koppla in en fastighetsägare<sup>39</sup>, eller fortsätta ha en fastighetsägare inkopplad, om dess VA-installation har väsentliga brister (SFS 2006:412 18§). En fastighetsägare får inte heller tillföra föroreningar som kan innebära att reningsverkets funktion nedsätts eller att krav enligt lagstiftning eller andra avtal kan bli svåra för slamproducenten att uppfylla (21§). Slamproducenten kan dock ingå avtal med en fastighetsägare och ange särskilda villkor, om dennes avloppsvatten skiljer sig väsentligt från avloppsvattnet i verksamhetsområdet (22§). Om fastighetsägaren försummat sina skyldigheter enligt vattentjänstlagen, har slamproducenten rätt att stänga av vattentillförseln (43§).

Enligt vattentjänstlagen (SFS 2006:412 23§) får en VA-huvudman också meddela föreskrifter, vilka ofta brukar benämnas *Allmänna bestämmelser för brukande av kommuns allmänna vatten- och avloppsanläggning* (ABVA). ABVA brukar innehålla detaljerade bestämmelser för hur avloppsanläggningen ska användas och är bindande för anslutna fastighetsägare. VA SYD har med ett flertal andra skånska kommuner tillsammans utarbetat ABVA, vilka gäller från och med år 2009 (VASAM, 2009). Denna gäller således för Sjölunda och Klagshamns ARV och för anslutna fastighetsägare.

I denna ABVA förtydligas vattentjänstlagens bestämmelser med att ”Huvudmannen är inte skyldig att ta emot spillvatten vars beskaffenhet i ej oväsentlig mån avviker från hushållspillvattens” (VASAM, 2009 7§). Om spillvattnet från en verksamhet skiljer sig från hushållsvatten, kan således avtal ingås och villkor anges för fastighetsägarna (13§).

Det fastställs också i ABVA, att om en fastighetsägare misstänker att dess verksamhet kan påverka avloppsvattnets sammansättning, är denne skyldig att anmäla detta till slamproducenten (VASAM, 2009 14§). Anmälan ska innehålla uppgifter som beskriver i vilken omfattning och på vilket sätt som avloppsvattnet kan påverkas (§13). Det är fastighetsägaren som ska bekosta de provtagningar och analyser som kan vara nödvändiga (14§). VA SYD kan även enligt ABVA kräva att abonnenten för journal över sin verksamhet och fortlöpande kontrollerar spill- eller dagvattnets sammansättning.

Det finns även tillägsbestämmelser till ABVA, som enbart gäller för VA SYDs anläggningar (VA SYD, 2010, s.3). Bestämmelserna anger kvalitetskrav vid utsläpp av avloppsvatten från industrier och andra yrkesmässiga verksamheter. Exempelvis anges vilken högsta metallhalt som tillåts i avloppsvattnet. För kadmium gäller att metallen inte bör förekomma i avloppsvatten, det står att ”Kadmium förekommer i normalt hushållspillvatten i låga halter, men får inte tillföras från industrier eller andra yrkesmässiga verksamheter” (ibid., s.5f). För organiska föroreningar gäller istället att enskilda bedömningar av ämne och halt genomförs för respektive verksamhets avloppsvatten. Generellt gäller dock att organiska ämnen som benämns särskilt farliga enligt REACH, eller finns på Kemikalieinspektionens PRIO-guide samt ämnen som finns med i Vattendirektivet inte får finnas i avloppsvatten från anslutna verksamheter (ibid.). Eftersom nonylfenoler omfattas av både REACH, PRIO och vattendirektivet, bör således fenoler inte finnas i avloppsvatten från industrier och andra verksamheter.

---

<sup>39</sup> Med fastighetsägare menas ”den som äger en fastighet inom en allmän va-anläggnings verksamhetsområde eller innehar sådan fast egendom med tomträtt, ständig besittningsrätt, fideikommissrätt eller på grund av testamenteriskt förordnande” (SFS 2006:412 2§).

Ovanstående krav i tilläggsbestämmelserna bygger till stor del på Svenskt Vattens (2009) vägledning *Råd vid mottagande av avloppsvatten från industri och annan verksamhet*. Vägledningen är dock tydligare kring vissa miljöfarliga ämnen och fastslår exempelvis att AFE inte får släppas ut till avloppsvatten (Svenskt Vatten, 2009, s.18). Rådet är att verksamheter omgående bör byta till mer miljöanpassade produkter. Det står även att rengöringsmedel med AFE inte är tillåtna eftersom de vanligtvis inte klarar kraven för lättnedbrytbara tensider. AFE bör vidare inte förekomma i processkemikalier och rengöringsmedel och verksamheter som enligt vägledningen särskilt bör uppmärksammas är färgindustri, måleriföretag och tvätterier (ibid., s.30,33). För kadmium gäller enligt vägledningen att slamproducenten bör ha uppsikt över kadmiumtillförsel från fordonstvättar, sjukhus, plåttak samt från verksamheter med kemisk rengöring eller rökgaskondensering.

I tilläggsbestämmelserna till ABVA har VA SYD också uppmärksammat att fordonstvättar kan tillföra kadmium till avloppsvatten. Detta bygger delvis på Svenskt Vattens vägledning, men bygger också till stor del på Naturvårdsverkets (2005) faktablad om fordonstvättar (samt på tidigare arbete inom kommunen). Liksom i Naturvårdsverkets faktablad, finns det i tilläggsbestämmelserna särskilda riktvärden för fordonstvättar, som anger hur mycket kadmium som högst tillåts tillföras avloppsvattnet (VA SYD, 2010, s.8). Tvättvatten från exempelvis motortvätt och detaljtvättar, klassas som farligt avfall, och mottas inte av avloppsreningsverk enligt tilläggsbestämmelserna.

I tilläggsbestämmelserna fastslås även att dagvatten är ett avloppsvatten och att fastighetsägare måste jobba med förebyggande åtgärder för att förhindra att föroreningar når avloppsvattnet (VA SYD, 2010, s.14). Tilläggsbestämmelserna hänvisar till en dagvattenstrategi som är framtagen för Malmö stad (2008), vilken till viss del bygger på Svenskt Vattens vägledning. I strategin fastslås att motortrafiken är den största källan till föroreningar såsom kadmium, men att även bostadsområden kan tillföra kadmium eftersom metallen ofta förekommer som föroreningar i byggnadsmaterial som innehåller zink. En åtgärd i strategin är därför att inte tillåta användning av förzinkade material vid nybyggnationer i Malmö (VA SYD, 2010, s.37f). Även fyrverkerier anges som en källa till kadmiumutsläpp, och att uppmana fyrverkeriförsäljare att inte sälja fyrverkerier innehållandes kadmium anges som en möjlig åtgärd. Andra mer generella åtgärder som ska begränsa tillförseln av föroreningar till dagvatten redovisas också i dagvattenstrategin. Inga specifika åtgärder anges för nonylfenoler.

### 5.3.4 Det förebyggande arbetet

Förebyggande arbete vid VA SYDs anläggningar har pågått sedan många år tillbaka och pågår fortlöpande. Enligt VA SYD<sup>40</sup> är den största möjligheten att begränsa inkommande föroreningar från industrier och verksamheter genom tillstånds- och anmälningsärenden (VA SYD, 2007b, s.40 och Leander, 2011). Uppströmsarbetet på Sjölunda och Klagshamns ARV bedrivs därför främst genom att VA SYD deltar aktivt vid sådana ärenden (VA SYD, 2009b, s.47).

---

<sup>40</sup> Övergripande uppströmsarbete bedrivs till viss del gemensamt av Sjölunda och Klagshamn. Miljörapporterna från Sjölunda och Klagshamn beskriver därför samma uppströmsarbete. En skillnad mellan reningsverken är att beslut har fattats om bortkoppling av lakvatten från Spillepengens avfallsdeponi till Sjölunda senast år 2012.

Enligt Svenskt Vattens vägledning *Råd vid mottagande av avloppsvatten från industri och annan verksamhet* hanteras tillståndsärenden av kommun eller länsstyrelse, men om spillvatten förväntas avledas till ett allmänt avloppsledningsnät ska verksamheten som söker tillstånd även samråda med VA-huvudmannen (Svenskt Vatten, 2009, s.7). Ett medgivande krävs således för att utsläpp kan ske på det kommunala avloppsledningsnätet. För Sjölunda och Klagshamn har detta inneburit att högre kadmiumhalter i avgående avloppsvatten från verksamheter, inte tillåts vid exempelvis omprovningar av tillstånd (Leander, 2011).

Uppströmsarbete bedrivs även genom att kontinuerligt uppsöka verksamheter tillsammans med Miljöförvaltningen i Malmö. Det förebyggande arbetet går ut på att besöka företag vars avloppsvatten leds till VA SYDs avloppsreningsverk, och ge information om vilka ämnen som inte får inkomma till avloppsreningsverket. Informationen berör även vad som får ledas ut på avloppsnätet, med då anges istället vilka mängder som högst tolereras. Även skriftliga råd utan besök kan förekomma. Under år 2007 och 2008 prioriterades framförallt företag som tillverkar läkemedel samt verksamheter som är kemikalieintensiva.

Enligt REVAQ ska en slamproducent bedriva uppströmsarbete genom att kartlägga kemikalieanvändningen i verksamhetsområdet. Enligt certifieringsreglerna ska alla A-verksamheters kemikalieanvändning vara inventerade innan certifiering kan genomföras<sup>41</sup> (REVAQ, 2011a, s.14). Alla B-verksamheter ska vara kartlagda inom två år och alla C-verksamheter inom fem år från certifiering. I Malmö finns sammanlagt nio tillståndspliktiga A-verksamheter och cirka femtio tillståndspliktiga B-verksamheter (Malmö stad, 2009, s.17). Det ska även finnas ungefär 300 C-verksamheter och lika många U-verksamheter. C-verksamheter är anmälningsskyldiga och U-verksamheter beräknas som övriga verksamheter med en miljöpåverkan.

Arbetet med att inventera kemikalieanvändning påbörjades av VA SYD år 2008 (VA SYD, 2008b, s.44). VA SYD har valt att lägga fokus på PRIO-ämnen, vattendirektivets ämnen samt på de ämnen som anses som särskilt farliga enligt REACH. Inledningsvis har cirka sjuttiofem A- och B-verksamheter kontrollerats, varav hälften inte var inkopplade till avloppsnätet (Leander, 2008, s.14,30ff). För resterande verksamheter upplevde VA SYD att det var svårt att erhålla tillfredsställande kemikalieförteckningar. Något färre än hälften av verksamheterna lämnade ingen eller ofullständiga listor.

Praktiskt taget alla verksamheter som trots bristande förteckningar ändå kunde granskas använde ett eller flera PRIO-ämnen (Leander, 2008, s.23f). Totalt upptäcktes användning av omkring ett femtiotal PRIO-ämnen. VA SYDs bedömning är att kartläggningen bör fortsätta samt att mycket arbete kommer att krävas för att på sikt få verksamheterna att substituera kemikalier till andra alternativ. Arbetet med att försöka få verksamheter att substituera har inte påbörjats av VA SYD, först ska insamlingen av kemikalieförteckningar färdigställas (Leander, 2011). Provtagningar och spårningsarbete av olika föreningar pågår kontinuerligt inom VA SYD.

I de senaste miljörapporterna står det även att miljöarbete till stor del handlar om information. Det förebyggande arbetet har således även omfattat att personal på

---

<sup>41</sup> Denna regel tillkom i senaste versionen av REVAQ-reglerna som började gälla år 2011, därför har VA SYD kartlagt verksamheterna på ett annat tillvägagångssätt.

VA SYD har föreläst vid Malmö högskola, kommunala förvaltningar och för företag och allmänhet. Kontinuerliga informationsåtgärder riktade mot hushåll genomförs också, exempelvis har en boendekalender skickats ut där det finns information om VA och avfall. En annan satsning, med syftet att förbättra slamkvaliteten, är att skicka ut information tillsammans med fakturor. Även VA SYDs hemsida innehåller information som kan bidra till att mindre föroreningar inkommer till avloppsreningsverken.

Avslutningsvis finns i lista 3 några mer specifika åtgärder som vidtagits av VA SYD och som kan beröra kadmium eller nonylfenol. Åtgärderna återfinns i Klagshamns handlingsplan som upprättats enligt REVAQ-regler. Samtliga åtgärder är utförda, eller pågår fortlöpande:

**Lista 3: Åtgärder enligt Klagshamns avloppsreningsverks handlingsplan**

Minst en A- eller B-verksamhet skall besökas under året
Kemikalielista från minst en verksamhet skall uppdateras under året
Begära in information om verksameters utsläpp av PRIO-ämnen
Påbörja framtagandet av utfasningsplan för PRIO-ämnen
Prioritera en bransch inom C-verksamheter och påbörja inventering
Identifiera tre organiska ämnen att arbeta vidare med
Översyn av information på hemsidan
Information på Malmöfestivalen



## 6. DISKUSSION

Fokus i denna studie har varit att kritiskt granska de styrmedel som reglerar avloppsslam genom att utreda hur styrmedel påverkar föroreningar som förekommer i avloppsslam och föroreningarnas spridning, samt hur gällande styrmedel förhindrar att negativa effekter för samhälle och miljö uppkommer. Målsättningen var att kunna bidra till den pågående slamdebatten genom att utreda styrkor och svagheter hos gällande styrmedel som reglerar traditionell användning av avloppsslam i Sverige.

Det kan inledningsvis poängteras att problemställningen för studien baserades på den felaktiga uppfattningen att syftet med lagstiftningen är att reducera den totala mängden föroreningar i avloppsslam. Det är alltså inte fallet. Lagstiftningen anger istället vilken kvalitet slammet minsta ska ha (haltgränsvärden för sju grundämnen), samt hur en korrekt hantering av slammet ska gå till för att avloppsslammet ska få användas i jordbruket. Det övergripande målet är att förhindra att negativa effekter för människa eller miljö uppkommer.

Halterna av de sju grundämnen som regleras i slamkatalogen reduceras inte heller till följd av lagstiftningen. Skälet är att det inte finns något krav på att använda avloppsslam i jordbruket. Slamproducenterna, eller andra aktörer, behöver därför inte arbeta mot en förbättrad slamkvalitet. Om kadmiumhalten är för hög för användning av slammet på åkermark, kan slammet istället användas till andra ändamål.

Som lagstiftningen är uppbyggd, påverkas inte heller förekomsten av nonylfenol eller andra organiska föroreningar. För organiska föroreningar kan det därför vara ett alternativ att ha lagstiftade gränsvärden även för vissa utfasningsämnen enligt Kemikalieinspektionens PRIO-guide. En sådan reglering innebär dock att slam med bäst kvalitet sprids på åkermark och att föroreningar istället sprids till andra platser, den totala mängden föroreningar i omlopp minskar inte.

Genom haltgränsvärden påverkar lagstiftningen indirekt hur föroreningar sprids. Ett gränsvärde för kadmium anger att högst 0,75 mg Cd/ha<sup>42</sup> får tillföras åkermark varje år (i genomsnitt över en sjuårsperiod), vilket sjunker till 0,55 mg Cd/ha om den nya slamförordningen införs. Avloppsslam med lägst kadmiumhalter hamnar således på åkermark, medan slam med högre halter allokeras till andra platser. Trots att den nya slamförordningen kommer att omfatta annan mark än åkermark, kommer gränsvärden för metaller fortfarande att enbart gälla åkermark. Spridningen av föroreningar genom avloppsslam kommer därför se ut på samma sätt även om den nya slamförordningen implementeras.

Ett annat gränsvärde som påverkar spridningen av föroreningar är att marken högst får ha kadmiumhalten 0,4 mg Cd/kg matjord för att tillåta slamspridning. Kravet medför att kadmium inte sprids på marker med de högsta kadmiumhalterna, i realiteten ett fåtal områden i Sverige. Lagstiftningen omfattar inte nonylfenol, eller andra organiska föroreningar, och påverkar därför inte spridningen för sådana föroreningar. Att använda avloppsslam, i motsats till andra gödselmedel, medför dock att nonylfenol sprids till samhälle och miljö. Var de organiska föroreningarna i avloppsslammet hamnar beror på användningsområde för slammet.

---

<sup>42</sup> Det kommer alltid att vara detta gränsvärde som avgör hur mycket kadmium som hamnar på åkermarken eftersom gränsvärdet fungerar begränsande för övriga gränsvärden för kadmium i avloppsslam (förutom för vilken kadmiumhalt marken högst får ha vid slamspridning). Vid fosforgivan 22 kg P/ha och fosforhalten i avloppsslammet är 2,8 %, samt högst 0,75 mg Cd/ha får tillföras åkermark måste kadmiumhalten vara 1 mg/kg TS i avloppsslammet. Det förutsätter även att kadmiumfosforkvoten är 34 mg Cd/kg P.

Även användningsrestriktionerna i lagstiftningen har effekter på spridningen av föroreningar. Reglerna förhindrar att slam används vid odling av grödor som kommer i direkt kontakt med avloppsslammet i matjorden. Bland annat kan grönsaker och potatis framhävas, vilka omfattas av restriktionerna, och som ska vara en källa till både kadmium- och nonylfenolintaget hos människan. Användningsrestriktionerna reducerar därför risken för att människan exponeras för kadmium och nonylfenol via kosten.

Kraven på provtagning, dokumentering och rapportering i lagstiftningen medför kontroll och uppsikt över var föroreningarna sprids. Det är dock bara åkermark som omfattas av gällande lagstiftning, därför erhålls inte samma översikt vid spridning av avloppsslam på andra platser. Det kommer att förändras med den nya slamförordningen som avser att reglera avloppsslamsanvändningen även på annan mark än åkermark.

Som komplement till Sveriges lagstiftning finns miljömål som anger att minst 60 % av fosforföreningarna i avloppsslam ska användas på produktiv mark, varav minst hälften på åkermark. Miljömålet är endast vägledande, men kan fungera som incitament för kommuner och slamproducenter att arbeta för en förbättrad slamkvalitet så att slammet kan användas i jordbruket. Omfattningen på arbete med miljö och miljö kvalitetsmål är dock vanligtvis starkt kopplat till tillgång på resurser, varför miljömålet inte nödvändigtvis motiverar till ett arbete mot förbättrad slamkvalitet.

Nivån på gränsvärden för tungmetaller kan vidare ha effekt på viljan att förbättra slamkvaliteten och bedriva uppströmsarbete. Om gränsvärdena är för tuffa riskerar motivationen hos avloppsreningsverken att gå förlorad. Det beror dels på att det inte finns ett krav på återföring av fosfor till jordbruket, och dels på att det kan vara svårt för avloppsreningsverken att faktiskt påverka föroreningarna. Mycket pekar på att det är avloppsreningsverkens arbete med diffusa utsläpp av kadmium och nonylfenol som återstår för att reducera halterna i avloppsslammet och att det snarare är både nationella och internationella åtgärder som behövs vidtas. Gränsvärden för tungmetaller ska givetvis inte heller vara för höga, så att för mycket föroreningar sprids på åkermark. Gränsvärdet på 0,75 g/ha per år bedöms i nuläget ligga kring en bra nivå (kräver kadmiumhalt kring 1 mg/kg TS och kadmiumfosforkvoten 34 mg/kg TS). Att sänka till 0,55 g/ha och år kan bidra till att förbättringsarbete uteblir och slammet istället används till andra användningsområden.

Människans kadmiumintag behöver begränsas och ur ett toxikologiskt perspektiv är det bra att sänka gränsvärdet till 0,55 g/ha och år. En stor del av slammet vid de större avloppsreningsverken ska klara gränsvärdet på 0,55 g/ha och år (Finnson, 2011) (vilket i praktiken ska innebära kring 30 % av Sveriges totala slamproduktion). Att gränsvärden sänks på detta sätt, när halten farliga föroreningar minskar, ger inte incitament till förbättringar av slamkvaliteten. I takt med att halterna reduceras till följd av andra anledningar, t.ex. förstärkt kemikalielagstiftning, innebär en sådan skärpning istället att slam med lägst föroreningshalt används inom jordbruket.

Slam med lägre kvalitet, d.v.s. med högre föroreningshalter, används istället till andra användningsområden och föroreningar sprids till andra platser. Att sänka gränsvärdet med risken att uppströmsarbete uteblir och att slammet hamnar på andra platser, måste sättas i relation till andra möjligheter att begränsa människans exponering för kadmium. Det är bättre att det totala kadmiumflödet i samhället minskar än att enbart ändra var föroreningarna sprids.

Hur förhindrar då lagstiftning att negativa effekter på samhälle och miljö uppkommer när lagstiftningen enbart anger vilka metallmängder som högst får tillföras åkermark? Studien visar att dagens spridning av kadmium och nonylfenol i samhället (från alla källor) kan orsaka negativa effekter för människa och natur. Studien visar också att användningen av andra gödselmedel än avloppsslam kan reducera den mängd som sprids till samhälle och natur. Att använda avloppsslam som gödselmedel, eller på andra ställen där människa och natur kan komma i kontakt med slammet, förhindrar därför inte att negativa effekter på samhälle och miljö uppkommer.

Studien visar att det i huvudsak är annan lagstiftning som förhindrar att föroreningar når avloppsreningsverken vilket på sikt förbättrar slamkvaliteten. Som exempel kan det tidigare nationella kadmiumförbudet eller nuvarande begränsningsregler enligt REACH framhållas. Även det omfattande uppströmsarbetet som tidigare har bedrivits av många avloppsreningsverk för att åtgärda punktutsläpp har reducerat mängden inkommande föroreningar. Det har i sin tur förstärkt behovet av nationella åtgärder eftersom det nästan enbart är diffusa utsläpp som återstår för avloppsreningsverk. Att utvidga kadmiumförbudet ytterligare inom lagstiftning är därför en av de bästa åtgärderna för att uppnå en förbättrad slamkvalitet med avseende på kadmium. För nonylfenol skulle framförallt ett internationellt förbud behövas, samt att nonylfenol förbjuds helt inom EU.

Trots att det inte finns krav på avloppsreningsverk att sprida avloppsslam på jordbruksmark (eller krav på att bedriva uppströmsarbete), finns det uppenbarligen en strävan bland VA-huvudmän att minska föroreningar i avloppsslam samt att skapa acceptans för användning av avloppsslam på åkermark. Det visar inte minst det breda intresset för att certifiera slamhanteringen via REVAQ. Varför intresset finns hos VA-huvudmän är svårt att få grepp om. Kanske är det svårigheten att bli av med slammet, eller att det är en stor utgiftspost för avloppsreningsverken att på andra sätt bli av med slammet. Kanske är det en strävan efter att sluta kretsloppet för näringsämnen. Det är samtidigt angeläget att belysa vikten av att denna strävan finns kvar hos avloppsreningsverken, eftersom det annars inte finns incitament för att arbeta för en förbättrad slamkvalitet eller vara REVAQ-certifierade, framförallt hos kommuner och avloppsreningsverk med knappare tillgång till resurser.

Syftet med REVAQ är att förbättra uppströmsarbetet och kvaliteten hos producerat avloppsslam. Enligt reglerna ligger ansvaret både hos organisationen REVAQ och hos REVAQ-certifierade avloppsreningsverk. Organisationen uppvaktar kontinuerligt svenska myndigheter och har bland annat utfört påtryckningar för att förbjuda kadmiuminnehåll i konstnärsfärger (Finsson, 2011). REVAQ-reglernas kanske största svaghet är att de är invecklade och svåra att förstå för den oinvigde, men när reglerna väl blir begripliga framhävs oräkneliga styrkor med certifieringen. Tanken är dels att slammet ska uppnå fastställda kvalitetskrav, men även att ett ständigt förbättringsarbete ska bidra till mätbara kvalitetsförbättringar hos slammet. En viktig fråga som återstår är dock hur stor genomslagskraft som åtgärderna enligt REVAQ kommer att få i framtiden. Reglerna är omfattande och kanske till och med orimliga i förhållande till de resurser och möjligheter som avloppsreningsverken har för att påverka mängden inkommande föroreningar. Exempelvis pekar mycket på att det i huvudsak är förbränning av fossila bränslen som ligger bakom de största flödena av kadmium som inkommer till avloppsreningsverken.

I motsats till lagstiftningen, påverkar REVAQ-reglerna mängden föroreningar i producerat avloppsslam. Det är även betydligt fler spårelement än de sju lagstadgade som avloppsreningsverken ska ha översikt över. För de ämnen som enligt REVAQ-reglerna ska

benämnas som prioriterade spårelement, inklusive kadmium, ska en handlingsplan upprättas med målet att uppnå en ständig förbättring av slammets kvalitet. Det första delmålet är att spårelementen inte ska en högre ackumuleringshastighet än 0,2 % senast år 2025. Beräkningar på kadmium kan visa att en ackumuleringshastighet på 0,2 % skulle innebära att halten i marken ökar från 30 mg/kg TS matjord till 33,15 mg Cd/kg TS matjord efter 50 år (utan hänsyn till annan till- och bortförsel). För kadmium gäller dock ett särskilt mål, att ingen ackumulering ska ske efter år 2025. Slamproducenten ska följa förbättringen av slammets kvalitet och kunna observera en nedåtgående trend av mängden spårelement i slammet. Om ingen reduktion av föroreningar kan iakttas under 36 månader ska orsaken utredas.

Även förekomsten av organiska föroreningar påverkas av REVAQ-reglerna. I REVAQ-reglerna står det att innehållet av ”oönskade organiska ämnen i slammet ska minimeras”. För att uppnå detta ska slamproducenten bedriva uppströmsarbete och kartlägga användning, produktion och utsläpp av organiska ämnen hos anslutna industrier och verksamheter och därefter vidta åtgärder. Om de anslutna verksamheterna använder kemikalier som innehåller något av de ämnen som klassificeras som utfasningsämne enligt Kemikalieinspektionens PRIO-guide, ska slamproducenten ställa krav på att verksamheten upprättar en handlingsplan. Handlingsplanen ska redovisa hur ämnet ska fasas ut eller beskriva hur verksamheten förhindrar att det aktuella ämnet når slamproducenten.

REVAQ-reglerna omfattar också enbart åkermark, exempelvis gäller kontroll och översikt över var slammets sprids enbart på åkermark. REVAQ-reglerna bidrar därför till samma typ av spridningen av föroreningar som lagstiftningen, slam med bättre kvalitet kommer att spridas på åkermark, medan slam med sämre kvalitet allokeras till andra platser. Kraven på att förbättra slamkvaliteten och reducera mängden föroreningar i slammet bidrar dock till att slamkvaliteten överlag förbättras, och att mindre mängd föroreningar sprids totalt.

Det är inte ett alternativ att omfatta all mark och alla möjliga användningsområden vad gäller kvalitetskrav på metallhalter, eftersom avloppsreningsverk med avloppsslam med för höga halter då inte har möjlighet att göra sig av med slammet. Möjligen hade ett annat system för återföring av fosfor varit ett alternativ (exempelvis förbränning av avloppsslam med fosforutvinning), men föroreningarna sprids fortfarande till andra platser. För att förhindra effekter på samhälle och miljö måste därför föroreningarna i slammet reduceras.

Trots att användningen av avloppsslam inom jordbruket innebär negativa effekter för samhälle och miljö finns det andra miljöproblem som kan berättiga användningen. Låt oss som avslutning återgå till Naturvårdsverkets aktionsplan och de många synpunkter och slutsatser som presenteras i denna.

Naturvårdsverkets uppfattning är att näringen i avlopp ska återföras till mark, där näringen behövs, utan risk för hälsa eller miljö, vilket är det långsiktiga målet med Sveriges slamhantering. Naturvårdsverket menar att dagens enkelriktade näringsflöde mellan jordbruk och stad inte är hållbart, utan att kretsloppet bör slutas så att näringsämnena i städerna förs tillbaka till jordbruket. Att sluta kretsloppet på detta sätt kan reducera användningen av mineralgödsel, vilken är förknippad med många olika miljöproblem. Enligt beräkningar skulle avloppsslam kunna ersätta nästintill hälften av mineralgödselanvändningen i Sverige. Tillsammans med biogödsel, rötresten från biogasproduktion, finns ännu större potential att ersätta mineralgödsel. På grund av avloppsslammets innehåll av näringsämnen och möjlighet att ersätta mineralgödsel, vilket undviker miljöproblem förknippade med

mineralgödselanvändning, bör avloppsslam främst användas på åkermark framför andra användningsområden.

Fördelar med slamspridning i jordbruket måste dock sättas i relation till innehållet av föroreningar. Är nyttan och miljöproblemen som undviks så pass omfattande att avloppsslamsanvändningen och dess spridning av föroreningar kan berättigas? En avvägning mellan de två alternativen är dock inte avsikten med denna studie. Följande ståndpunkt bör likväl vara befogad med stöd av begreppet hållbar utveckling: På grund av dagens innehåll av kadmium och nonylfenol, vilket kan innebära risker för människa och miljö, bör slamspridning enbart berättigas om mängden föroreningar samtidigt reduceras i slammet.

Naturvårdsverket bedömer i aktionsplanen att avloppsslamsanvändningen kan fortsätta, men att det kräver att samhället under en period tillåter en balansgång mellan ökad återföring av avloppsslam och en viss mängd föroreningar i slammet. Naturvårdsverket menar vidare att om vissa åtgärder vidtas för att förbättra kvaliteten hos slammet, ska avloppsfraktioner kunna återföras till åkermark på såväl kort som lång sikt med en acceptabel risk. De viktigaste åtgärderna enligt Naturvårdsverket är en ny slamförordning, arbete med miljökvalitetsmålet Giftfri miljö och uppströmsarbete vid avloppsreningsverken samt skärpt kemikalielagstiftning på europeisk och internationell nivå.

Som konstaterats medför dock inte en skärpt lagstiftning för avloppsslam nödvändigtvis förbättringar av slamkvaliteten, och förhindrar inte heller att föroreningar sprids eller att negativa effekter för människa och miljö uppkommer. Samtidigt är Giftfri miljö ett av de svåraste miljökvalitetsmålen att uppnå och till följd av diverse EU-regler och handelsavtal är arbetet med att skärpa kemikalielagstiftning en mycket tidskrävande och trög process. Bland Naturvårdsverkets ovan föreslagna åtgärder kvarstår enbart uppströmsarbete vid avloppsreningsverken som en rimlig arbetsmetod.

Även om gällande lagstiftning för avloppsslam inte reducerar den totala mängden föroreningar, förhindrar spridning av föroreningar eller att negativa effekter på samhälle och miljö uppkommer, är det svårt att se hur lagstiftningen skulle kunna förändras. Lagstiftningen uppfyller sitt avsedda syfte och minskar samtidigt risken för att människan exponeras för kadmium och nonylfenol genom att påverka spridningen av föroreningar. Ett krav på att allt avloppsslam ska användas i jordbruk för att skapa incitament för avloppsreningsverk att bedriva uppströmsarbete är inte realistiskt. Att kvalitetskraven omfattar all mark är som ovan nämnts inte heller genomförbart.

Trots att ansvaret för att uppnå ett renare avloppsslam ska ligga på alla aktörer enligt Naturvårdsverket, har verkligheten blivit en annan. I avvaktan på arbetet med miljökvalitetsmålet Giftfri miljö och förstärkt kemikalielagstiftning, har ansvaret för arbetet mot förbättrad slamkvalitet i realiteten hamnat hos kommuner genom arbetet med miljökvalitetsmålen, samt på REVAQ och REVAQ-certifierade avloppsreningsverk. Det är givetvis orimligt att avloppsreningsverken tillsammans med REVAQ ensamma ska verka för förbättrad slamkvalitet för att kunna berättiga fortsatt slamspridning. Trots detta, är det svårt att peka ut andra aktörer som kan bära ansvaret. På grund av svårigheten för Sverige att påverka luftutsläpp och kemikalielagstiftning är det troligtvis inga andra alternativ som finns tillgängliga.

Även om kraven i REVAQ-reglerna har många styrkor, visar denna studie att de så pass omfattande att det är tveksamt om avloppsreningsverken kommer att kunna leva upp till

reglerna i framtiden. Gränsvärdet för mängden kadmium som högst får tillföras åkermark kommer i enlighet med REVAQ-reglerna att skärpas varje år, vilket innebär att slamkvaliteten fortlöpande måste förbättras. Enligt fallstudien ligger kadmiumhalten i en stor del av avloppsslammet i Malmö stad kring de haltgränsvärden som i dagsläget krävs enligt lagstiftning. Fallstudien visar samtidigt tecken på att det kan bli svårt för avloppsreningsverken i Malmö att ytterligare reducera kadmiumhalten. Den snabba reduktionen av kadmiumhalten i avloppsslam har planat ut under senare år och det återstår nästan enbart diffusa utsläpp av kadmium som avloppsreningsverken har svårt att påverka.

Vad gäller organiska föroreningar ser kraven enligt REVAQ annorlunda ut. Avloppsreningsverken ska kartlägga kemikalieanvändningen uppströms och kräva handlingsplan av de verksamheter som använder sig av ämnen som klassificeras som utfasningsämnen enligt Kemikalieinspektionens PRIO-guide. Tanken är god, men fallstudien visar att reglerna fordrar omfattande och tidskrävande arbete samt att avloppsreningsverken i Malmö stad trots större insatser, är långt från att nå kraven. Reglerna är relativt nya i REVAQ och det återstår att se hur mycket resurser som avloppsreningsverken, i detta fall VA SYD, fortsättningsvis har möjlighet att lägga på uppströmsarbetet för organiska föroreningar.

## 7. SLUTSATSER

Studien visar att förekomsten av kadmium och nonylfenol i samhälle och miljö kan orsaka negativa effekter för människa och natur. Studien visar också att användningen av andra gödselmedel än avloppsslam kan reducera risken för exponering. Att använda avloppsslam som gödselmedel, eller på andra platser där människa och natur kan komma i kontakt med slammet, ökar därför risken för att negativa effekter på samhälle och miljö uppkommer.

Det enda sättet att långsiktigt *förhindra* att negativa effekter uppkommer till följd av avloppsslamsanvändningen är *att reducera den totala mängden föroreningar* i avloppsslammet och på så sätt även *reducera spridningen* av föroreningar. Bedömningen är dock att lagstiftningen för avloppsslam (som den är utformad) inte medverkar till en förbättrad slamkvalitet, den reducerar istället risken för människan att exponeras för föroreningarna genom att *påverka var föroreningarna sprids*. På så sätt minskar samtidigt risken för att negativa effekter för människor uppkommer.

Syftet med gällande lagstiftning för avloppsslam är inte heller att påverka mängden föroreningar i slam eller spridningen av dessa. Lagstiftningen anger istället vilken kvalitet slammet ska ha, samt hur en korrekt hantering av slammet ska gå till för att avloppsslammet ska få användas i jordbruket. Lagstiftningens övergripande mål, att användningen av slam i jordbruket ska förhindra negativa effekter på människa eller miljö, uppfylls därför inte med ovanstående som bakgrund. Lagstiftningen reducerar dock, som ovan nämnts, risken för att negativa hälsoeffekter uppkommer. Vad gäller negativa effekter på miljö är risken lika överhängande oavsett var slammet placeras, men risken för att just jordbruksmark får sämre produktionsförmåga reduceras till följd av lagstiftningen.

Det styrmedel som långsiktigt förhindrar att negativa effekter på samhälle och miljö uppkommer är certifieringssystemet REVAQ. Skälet är att reglerna leder till en reduktion av mängden oönskade ämnen i avloppsslammet, vilket minskar spridningen av föroreningarna och slutligen även förhindrar att människa och miljö exponeras för föroreningarna.

Studien visar även att det är av avgörande betydelse med både nationella, europeiska och internationella åtgärder för att kunna minska mängden föroreningar i avloppsslam. Tillgängliga åtgärder, t.ex. stärkt kemikalielagstiftning eller krav på rökgasrening, är dock av olika skäl svåra att genomföra. Studien visar att det istället är avloppsreningsverkens uppströmsarbete som har störst potential för att kunna erhålla en förbättrad slamkvalitet. Ansvar för att reducera mängden föroreningar i samhället, för att kunna förbättra slamkvaliteten, har således hamnat hos organisationen REVAQ samt REVAQ-certifierade avloppsreningsverk, samt övriga avloppsreningsverk som bedriver uppströmsarbete. Ansvar kommer fortsättningsvis att åvila enbart dessa aktörer så länge som Sverige har svårigheter att nationellt begränsa luftutsläpp eller förekomsten av produkter och kemikalier som innehåller farliga ämnen.

Samtidigt pekar mycket på att det kan vara svårt för avloppsreningsverken att ytterligare reducera mängden inkommande föroreningar, eftersom tillgängliga metoder är resurskrävande. Trots detta är den slutliga bedömningen att det råder stor potential att förbättra slamkvaliteten genom att arbeta med föroreningar uppströms från avloppsreningsverken. Uppströmsarbetet går även hand i hand med miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö eftersom arbetet leder till att färre farliga ämnen är i omlopp. Rekommendationen är därför att stötta avloppsreningsverkens uppströmsarbete.





## 8. REKOMMENDATIONER

Naturvårdsverket och andra relevanta aktörer bör först och främst ge tydligare riktlinjer om att avloppsslammet främst ska användas till åkermark och att kvaliteten måste förbättras. Ett tydligare ställningstagande från Naturvårdsverkets sida kan både ge avloppsreningsverken incitament att arbeta uppströms (eventuellt genom en REVAQ-certifiering), samt motivera anslutna verksamheter att reducera sin användning av farliga kemikalier. Det är bara REVAQ som i dagsläget ger incitament till att reducera mängden organiska föroreningar i avloppsslammet, att uppmuntra till REVAQ-certifiering är därför också viktigt.

Tydligare riktlinjer från Naturvårdsverkets sida kan även bidra till samarbeten mellan kommun och avloppsreningsverk. Naturvårdsverket och andra relevanta aktörer bör uppmuntra ett sådant samarbete samt till att arbetet med miljökvalitetsmålet Giftfri miljö bör ha sin utgångspunkt i arbetet med REVAQ. Som ovan nämnts är det orimligt att avloppsreningsverken själva bär ansvaret för förbättrad slamkvalitet och kommunens stöttning kan därför vara viktig, både vad gäller resurser och anvisningar om var resurserna bör läggas inom avloppsverksamheten. Uppströmsarbetet enligt REVAQ-reglerna ger en utmärkt utgångspunkt för arbetet med miljökvalitetsmålet Giftfri miljö. Kommuner eller miljöförvaltningar kan tillsammans med avloppsreningsverkens expertkunskap driva uppströmsarbetet enligt REVAQ-certifieringen. Det bör på många sätt kunna effektivisera det omfattande arbetet med REVAQ, exempelvis kan kommunens miljöinspektörer vara väl insatta i REVAQ-reglerna och genomföra en del av uppströmsarbetet vid tillstånds- och tillsynsärenden.

Stöd och resurser bör riktas till organisationen REVAQ (eller till Svenskt Vatten som äger certifieringssystemet), certifierade avloppsreningsverk och till de som vill bli certifierade. I avvaktan på förstärkt kemikalielagstiftning, går uppströmsarbetet enligt REVAQ-reglerna hand i hand med miljökvalitetsmålet Giftfri miljö. Ansvar för att förbättra slamkvaliteten, vilket i realiteten handlar om att avgifta samhället, ska inte enbart ligga på ovanstående aktörer. Kemikalieinspektionen och Naturvårdsverket samt andra betydelsefulla aktörer bör stötta organisationen REVAQ och ta tillvara kunskapen som finns inom verksamheten. Denna expertkunskap kan delvis ligga till grund för en målinriktad svensk kemikaliepolitik.

Det ligger i allas intresse att förhindra föroreningarnas spridning så att negativa effekter för människa och miljö undviks. Näringslivet bör för allas välbefinnande ta sitt ansvar och inse vikten av att halten föroreningar minskar i inkommande avloppsvatten till reningsverken. På Kemikalieinspektionens initiativ och ledning kan samarbete mellan REVAQ (Svenskt Vatten) och Svenskt Näringsliv utvecklas, där återigen REVAQ kan bistå med expertkunskap.

Även om gällande lagstiftning för avloppsslam, samt frånvaron av kemikalielagstiftning, bidrar till att ansvaret för att förbättra slammets kvalitet enbart hamnar på REVAQ, REVAQ-certifierade avloppsreningsverk och andra avloppsreningsverk som bedriver uppströmsarbete, innebär detta många möjligheter. Arbetet med REVAQ kan ge kommuner en viktig utgångspunkt i arbetet med miljökvalitetsmålet Giftfri miljö samtidigt som insamlad expertkunskap kan bidra till en målinriktad kemikaliepolitik. Arbetet med REVAQ bör betraktas som ett handlingskraftigt sätt att avgifta samhället. Samtidigt erhålls en förbättrad slamkvalitet som förhindrar att föroreningar sprids, att negativa effekter på samhälle och miljö uppkommer samt att kretslopp för näringsämnen kan slutas.



## REFERENSER

- Andersson, P.G. (2009): *Slamspridning på åkermark - Fältförsök medkommunalt avloppsslam från Malmö och Lund under åren 1981 - 2008*. Hushållningssällskapets rapportserie nr 15. Hushållningssällskapet Malmöhus.
- Andersson, Å., Sörme, L. (2007): *Substansflödesanalys – av alkylfenoler och alkylfenoletoxilater i Stockholms stad 2004*. Miljöförvaltningen i Stockholm stad och Stockholm Vatten.
- EEA (2010): *European Union emission inventory report 1990 - 2008 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP)*. EEA Technical report: No 7/2010. European Environment Agency. EEA: Copenhagen.
- Eksvärd, J. (2009): LRF försvarar gödsling med avloppsslam. *Sveriges Radio*. [Online] 2009-04-19. Tillgänglig: <http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=83&artikel=2777581> [Hämtad: 2010-06-28].
- Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område (vattendirektivet).
- Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/76/EG av den 4 december 2000 om förbränning av avfall (avfallsförbränningsdirektivet).
- Europaparlamentets och rådets direktiv 2001/80/EG av den 23 oktober 2001 om begränsning av utsläpp till luften av vissa föroreningar från stora förbränningsanläggningar.
- Europaparlamentets och rådets direktiv 2002/95/EG av den 27 januari 2003 om begränsning av användningen av vissa farliga ämnen i elektriska och elektroniska produkter (RoHS).
- Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/66/EG av den 6 september 2006 om batterier och ackumulatörer och förbrukade batterier och ackumulatörer (batteridirektivet).
- Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 648/2004 av den 31 mars 2004 om tvätt- och rengöringsmedel (detergentförordningen).
- Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1907/2006 av den 18 december 2006 om registrering, utvärdering, godkännande och begränsning av kemikalier (REACH).
- Eriksson, J. (2001): *Halter av 61 spårelement i avloppsslam, stallgödsel, handelsgödsel, nederbörd samt i jord och gröda*. Naturvårdsverket rapport 5148. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Eriksson, J. (2009): *Strategi för att minska kadmiumbelastningen i kedjan mark-livsmedel-människa*. Rapport MAT21 nr 1/2009. Institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Fagerberg, B., Hagström, B., Eckerman, I., Barregård, L. (2010): Medicinska skäl mot spridning av avloppsslam på åkermark. *Läkartidningen*. [Online] 2010-03-02. Tillgänglig: <http://www.lakartidningen.se/07engine.php?articleId=13878> [Hämtad: 2010-06-15].
- Finsson, A., Ekmark, Z. (2009): Förbränning av slam ingen är ingen lösning. *Dagens samhälle*. [Online] 2009-10-22. Tillgänglig: <http://www.dagenssamhalle.se/debatt/forbraenning-av-slam-aer-ingen-losning-10902> [Hämtad: 2010-06-15].
- Finsson, A. (2010): *Samtal om gällande styrmedel*. [Telefon] (Personlig kommunikation, 2010-07-02).
- Finsson, A. (2011): *Samtal om REVAQ*. [Telefon] (Personlig kommunikation, 2011-08-18).
- Jarlöv *et al.*, (2009): Avloppsslam en cancerfara som förgiftar våra åkrar. *Dagens Nyheter*. [Online] 2009-04-19. Tillgänglig: <http://www.dn.se/debatt/avloppsslam-en-cancerfara-som-forgiftar-vara-akrar-1.847230> [Hämtad: 2010-06-15].

- Jarlöv, L., Lindgren, O., Odén, L. (2010): Förstör inte åkrarna med kadmium. *Göteborgs-Posten*. [Online] 2010-01-26. Tillgänglig: <http://www.gp.se/nyheter/debatt/1.296621-forstor-inte-akrarna-med-kadmium> [Hämtad: 2010-06-15].
- Jönsson, H., Baky, A., Jeppsson, U., Hellström, D., Kärrman, E. (2005): *Composition of urine, faeces, greywater and bio-waste - for utilisation in the URWARE model*. Rapport 2005:6. Urban Water.
- Kemi (2011a): *Kadmiumhalten måste minska – för folkhälsans skull. En riskbedömning av kadmium med mineralgödsel i fokus*. Kemikalieinspektionen. Rapport nr 1/11. Stockholm: Kemikalieinspektionen.
- Kemi (2011b): *Handlingsplan för en giftfri vardag 2011 - 2014 – Skydda barnen bättre*. Kemikalieinspektionen. Stockholm: Kemikalieinspektionen.
- Kemi (2011c): *Alkylfenoler och deras derivat*. Kemikalieinspektionen. [Online] Tillgänglig: [http://www.kemi.se/templates/PRIOPage\\_\\_\\_4088.aspx](http://www.kemi.se/templates/PRIOPage___4088.aspx) [Hämtad: 2011-04-08]
- Kemi (2011d): *Nonylfenol*. Kemikalieinspektionen. [Online] Tillgänglig: <http://www.kemi.se/templates/Page.aspx?id=5005> [Hämtad: 2011-04-08]
- Kemi (2011e): *Varför är kvicksilver, kadmium, bly och deras föreningar utfasningsämnen?* [Online] Senast uppdaterad: 2006-03-23. Tillgänglig: [http://www.kemi.se/templates/PRIOPage\\_\\_\\_4052.aspx](http://www.kemi.se/templates/PRIOPage___4052.aspx) [Hämtad: 2011-03-26].
- Kemi (2011f): *Nonylfenol*. Kemikalieinspektionen. [Online] Tillgänglig: <http://apps.kemi.se/flodessok/floden/kemamne/nonylfenol.htm> [Hämtad: 2011-04-20].
- Kemi (2011g): *Nonylfenoletoxilater*. Kemikalieinspektionen. [Online] Tillgänglig: <http://apps.kemi.se/flodessok/floden/kemamne/nonylfenoletoxilater.htm> [Hämtad: 2011-04-20].
- Kärrman, E., Malmqvist, P.A., Rydhagen, B., Svensson, G. (2007): *Utvärdering av ReVAQ-projektet*. Rapport Nr 2007-02. Stockholm: Svenskt Vatten.
- Leander, A. (2008): *Kartläggning av användning av oönskade organiska ämnen och metaller hos verksamheter uppströms Sjölunda och Klagshamns avloppsreningsverk*. [Online] Tillgänglig: <http://www.kildesamarbejdet.org/dokumenter/index.html> [Hämtad: 2011-03-21]
- Leander, A. (2011): *Samtal om gällande styrmedel*. [Intervju] (Personlig kommunikation, 2011-03-16).
- LRF (2010): *Spridning av avloppsslam i jordbruket – så här ser LRF på frågan*. Lantbrukarnas Riksförbund. [Online] Tillgänglig: [http://www.lrf.se/PageFiles/1798/Avloppsslam\\_tryck%20version%202010-07-06.pdf](http://www.lrf.se/PageFiles/1798/Avloppsslam_tryck%20version%202010-07-06.pdf) [Hämtad: 2010-08-27].
- Malmö stad (2008): *Dagvattenstrategi för Malmö*. [Online] Tillgänglig: <http://www.malmo.se/download/18.781896bd12b17644785800014506/Dagvattenstrategi.pdf> [Hämtad: 2011-03-21]
- Malmö stad (2009): *Miljöredovisning för Malmö stad 2008*. Malmö: Miljöförvaltningen.
- Mattson, A., Davidsson, F. (2010): *Nödvärdigt att återföra fosfor via avloppsslam*. *Göteborgs-posten*. [Online] 2010-01-31. Tillgänglig: <http://www.gp.se/nyheter/debatt/1.299943-nodvandigt-att-aterfora-fosfor-via-avloppsslam> [Hämtad: 2010-06-28].
- Miljömålsrådet (2008): *Miljömålen – nu är det bråttom!* Stockholm: Naturvårdsverket.
- Miljömålsrådet (2009): *Miljömålen – i halvtid, de Facto 2009*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Månsson, N., Sörme, L., Wahlberg, C., Bergbäck, B. (2008): Sources of alkylphenols and alkylphenol etoxylates in wastewater - a substance flow analysis in Stockholm, Sweden. *Water, Air and Soil Pollution, Focus*. 8. 445-456.

- Naturvårdsverket (1996): *Överenskommelsen om slamavvändningen i jordbruket mellan LRF, VAV och Naturvårdsverket – Uppföljning av de första åren: 1994-1996*. Rapport 4665. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket (2001): *Halter av 61 spårelement i avloppsslam, stallgödsel, handelsgödsel, nederbörd samt i jord och gröda*. Rapport 5148. Författare: Jan Eriksson, Institutionen för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket (2002): *Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp*. Rapport 5214. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket (2003): *Växtnäring från avlopp – historik, kvalitetssäkring och lagar*. Rapport 5220. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket (2005): *Fordonstvättar*. Branschfakta, Utgåva 1, Maj 2005. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket (2008): *Avloppsvatten - Rening av avloppsvatten i Sverige 2008*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket (2010a): *Redovisning av regeringsuppdrag 21 - Uppdatering av "Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp"*. 2010-04-07 - Dnr 525-205-09. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket (2010b): *Frivilliga överenskommelser och certifiering*. Senast uppdaterad: 2010-06-03 [Online] Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Avlopp/Avloppsslam/Regler-for-avloppsslam/Frivilliga-overenskommelser-och-certifiering/> [Hämtad: 2010-07-02].
- Naturvårdsverket (2010c): *Tillståndet i svensk åkermark och gröda, data från 2001-2007*. Rapport 6349. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket (2011): *Nytt direktiv om utsläpp från industrier* [Online] Senast uppdaterad: 2011-02-10. Tillgänglig: <http://nvextern.epi.nu/Webbinnehall/Verksamheter-med-miljopaverkan/Industrier/Regler-och-vagledning-for-industrier/Nytt-direktiv-om-utslapp-fran-industrier/> [Hämtad: 2011-03-26].
- Regeringens proposition (2004/05:150) Svenska miljömål – ett gemensamt uppdrag.
- REVAQ (2010a): *Regler för certifieringssystemet REVAQ – Utgåva 1.4, 2011-01-01*. Datum: 2010-06-24.
- REVAQ (2010b): *Kommentarer till certifieringsreglerna*. Datum: 2010-06-23.
- REVAQ (2011a): *Regler för certifieringssystemet REVAQ – Utgåva 2.1, 2011-02-07*. Datum: 2011-02-07.
- REVAQ (2011b): *Tolkningsunderlag till Certifieringsregler – Utgåva 2.1 2011-02-14*. Datum: 2011-02-14.
- Rådets direktiv 86/278/EEG av den 12 juni 1986 om skyddet för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket. (Celexnr: 31986L0278 Publ i EGT: L181/86 S6, ändrad genom Celexnr: 31991L0692, Publ i EGT: L377/91 S48EU).
- Rådets direktiv 96/61/EG av den 24 september 1996 om samordnade åtgärder för att förebygga och begränsa föroreningar (IPPC-direktivet).
- SCB (2004): *Utsläpp till vatten och slamproduktion 2002*. Statistiska Centralbyrån. Rapport MI 22 SM 0401.
- SCB (2008): *Gödselmedel i jordbruket 2006/07*. Statistiska Centralbyrån. Rapport MI 30 SM 0803.
- SCB (2010a): *Utsläpp till vatten och slamproduktion 2008*. Statistiska Centralbyrån. Rapport MI 22 SM 1001.
- SCB (2010b): *Jordbruksstatistik Sveriges officiella statistik årsbok 2010 med data om livsmedel*. Statistiska Centralbyrån.

- SNFS (1994:2) Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket. Staten Naturvårdverks föreskrifter. (Ändrad genom SNFS 1998:4, SNFS 2001:5).
- SFS 1998:899. Förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. Svensk författningssamling. Staten Naturvårdverks föreskrifter.
- SFS 1998:808. Miljöbalk (1998:808). Svensk författningssamling.
- SFS 1998:944. Förordning (1998:944) om förbud m.m. i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter. (Senast ändrad med SFS 2010:267) Svensk författningssamling.
- SFS 2006:412. Lag (2006:412) om allmänna vattentjänster. Svensk författningssamling.
- SFS 2011:13. Miljötillsynsförordning (2011:13). Svensk författningssamling.
- Soares, A., Guieysse, B., Jefferson, B., Cartmell, E., Lester, J.N. (2008): Nonylphenol in the environment: A critical review on occurrence, fate, toxicity and treatment in wastewaters. *Environment International*, 34 (2008). 1033–1049.
- SP (2010): *Certifieringsregler för Biomull, SPCR 089*. Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. [Online] Tillgänglig: <http://www.sp.se/sv/publications/Sidor/Publikationer.aspx> [Hämtad: 2010-07-02].
- Stockholm stad (2008): *Stockholms väg mot en giftfri miljö*. Redaktörer: Bo Bergbäck och Arne Jonsson. Miljöförvaltningen i Stockholm stad och Stockholm Vatten.
- Stockholm stad (2011): *Spridning av kadmium*. Miljöbarometern: Kemikalier och miljögifter. [Online] Tillgänglig: <http://miljobarometern.stockholm.se/sub.asp?mo=6&dm=4> [Hämtad: 2011-03-21].
- Svenskt Vatten (2009): *Råd vid mottagande av avloppsvatten från industri och annan verksamhet*. Publikation P95. Stockholm: Svenskt Vatten.
- Svenskt Vatten (2011): *REVAQ - Certifieringssystem för ARV*. [Online] Tillgänglig: [http://svensktvatten.se/web/Certifieringssystem\\_for\\_slam.aspx](http://svensktvatten.se/web/Certifieringssystem_for_slam.aspx) [Hämtad: 2011-02-21].
- UNECE (2011): *Protocol on Heavy Metals*. United Nations Economic Commission for Europe [Online] Tillgänglig: [http://www.unece.org/env/lrtap/hm\\_h1.htm](http://www.unece.org/env/lrtap/hm_h1.htm) [Hämtad: 2011-03-21].
- VA SYD (2007a): *Klagshamn avloppsreningsverk Malmö – Miljörapport enligt Miljöbalken för år 2007*.
- VA SYD (2007b): *Sjölunda avloppsreningsverk Malmö – Miljörapport enligt Miljöbalken för år 2007*.
- VA SYD (2008a): *Klagshamn avloppsreningsverk Malmö – Miljörapport enligt Miljöbalken för år 2008*.
- VA SYD (2008b): *Sjölunda avloppsreningsverk Malmö – Miljörapport enligt Miljöbalken för år 2008*.
- VA SYD (2009a): *Klagshamn avloppsreningsverk Malmö – Miljörapport enligt Miljöbalken för år 2009*.
- VA SYD (2009b): *Sjölunda avloppsreningsverk Malmö – Miljörapport enligt Miljöbalken för år 2009*.
- VA SYD (2010): *Tilläggsbestämmelser till ABVA*. Utgåva 1, 2010-04-01. Datum: 2010-02-09. Malmö: VA SYD.
- VA SYD (2011): *Organisation*. Senast uppdaterad: 2010-12-29 [Online] Tillgänglig: <http://www.vasyd.se/Om/Organisation/Pages/Start.aspx> [Hämtad: 2011-03-19].
- VASAM (2009): *ABVA - Allmänna bestämmelser för brukande av den allmänna vatten- och avloppsanläggningen*. Gäller för de samverkande kommunerna (benämnda VASAM) enligt förteckning i denna skrift. Datum: 2009-01-01.
- Wilson, L. (2010): Mot allt sunt förnuft att säga ja till rötslam. *Göteborgs-posten*, 2010-06-01.

# BILAGA 1

**RIKTVÄRDEN FÖR HÖGSTA TILLÅTNA MÄNGDER SPÅRELEMENT TILL ÅKERMARK**  
Enligt REVAQ (2011a) den högsta tillåtna mängd tillfört icke-essentiellt spårelement till åkermark under ett år (g/ha), för respektive år under tidsintervallet år 2011 till och med år 2025.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Ag (2% 2011)	5,63	5,26	4,90	4,54	4,18	3,82	3,46	3,09	2,73	2,37	2,01	1,65	1,29	0,92	0,56
As	109	103	97	91	84	78	72	66	59	53	47	41	34	28	22
Au	19188	18091	16995	15898	14802	13705	12609	11513	10416	9320	8223	7127	6030	4934	3838
Ba	40,6	38,3	36,0	33,7	31,3	29,0	26,7	24,4	22,1	19,7	17,4	15,1	12,8	10,4	8,1
Be	0,75	0,72	0,70	0,67	0,64	0,61	0,59	0,56	0,53	0,51	0,48	0,45	0,42	0,40	0,37
Bi	1906	1797	1688	1579	1471	1362	1253	1144	1035	926	817	708	599	490	381
Cd	66	62	58	54	51	47	43	39	36	32	28	24	21	17	13
Ce	128	121	113	106	99	92	84	77	70	62	55	48	40	33	26
Cs	72	68	64	60	55	51	47	43	39	35	31	27	23	18	14
Dy	27,5	25,9	24,4	22,8	21,2	19,6	18,1	16,5	14,9	13,4	11,8	10,2	8,6	7,1	5,5
Er	284	268	252	236	219	203	187	171	154	138	122	106	89	73	57
Eu	113	106	100	93	87	80	74	68	61	55	48	42	35	29	23
Ga	219	206	194	181	169	156	144	131	119	106	94	81	69	56	44
Gd	234	221	208	194	181	167	154	141	127	114	100	87	74	60	47
Ge	1,13	1,06	1,00	0,93	0,87	0,80	0,74	0,68	0,61	0,55	0,48	0,42	0,35	0,29	0,23
Hf	29,4	27,7	26,0	24,3	22,7	21,0	19,3	17,6	15,9	14,3	12,6	10,9	9,2	7,6	5,9
Hg	1,25	1,18	1,11	1,04	0,96	0,89	0,82	0,75	0,68	0,61	0,54	0,46	0,39	0,32	0,25
Ho	1,25	1,18	1,11	1,04	0,96	0,89	0,82	0,75	0,68	0,61	0,54	0,46	0,39	0,32	0,25
In	1094	1031	969	906	844	781	719	656	594	531	469	406	344	281	219
Ir	563	530	498	466	434	402	370	338	305	273	241	209	177	145	113
Ia	12,8	12,1	11,3	10,6	9,9	9,2	8,4	7,7	7,0	6,2	5,5	4,8	4,0	3,3	2,6
Li	406	383	360	337	313	290	267	244	221	197	174	151	128	104	81
Nb	998	884	830	777	723	670	616	563	509	455	402	348	295	241	188
Nd	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Pb	1,25	1,18	1,11	1,04	0,96	0,89	0,82	0,75	0,68	0,61	0,54	0,46	0,39	0,32	0,25
Pd	241	227	213	199	186	172	158	144	131	117	103	89	76	62	48
Pr	1,25	1,18	1,11	1,04	0,96	0,89	0,82	0,75	0,68	0,61	0,54	0,46	0,39	0,32	0,25
Pt	3500	3300	3100	2900	2700	2500	2300	2100	1900	1700	1500	1300	1100	900	700
Rb	1,25	1,18	1,11	1,04	0,96	0,89	0,82	0,75	0,68	0,61	0,54	0,46	0,39	0,32	0,25
Re	1,25	1,18	1,11	1,04	0,96	0,89	0,82	0,75	0,68	0,61	0,54	0,46	0,39	0,32	0,25
Rh	1,25	1,18	1,11	1,04	0,96	0,89	0,82	0,75	0,68	0,61	0,54	0,46	0,39	0,32	0,25
Ru	1,25	1,18	1,11	1,04	0,96	0,89	0,82	0,75	0,68	0,61	0,54	0,46	0,39	0,32	0,25
Sb 2%	15,63	14,6	13,6	12,6	11,6	10,6	9,6	8,6	7,6	6,6	5,6	4,6	3,6	2,6	1,6
Sc	303	286	268	251	234	217	199	182	165	147	130	113	95	78	61
Sm	147	138	130	122	113	105	97	88	80	71	63	55	46	38	29
Sn	43,8	41,3	38,8	36,3	33,8	31,3	28,8	26,3	23,8	21,3	18,8	16,3	13,8	11,3	8,8
Sr	5063	4773	4484	4195	3905	3616	3327	3038	2748	2459	2170	1880	1591	1302	1013
Ta	37,5	35,4	33,2	31,1	28,9	26,8	24,6	22,5	20,4	18,2	16,1	13,9	11,8	9,6	7,5
Tb	15,3	14,4	13,6	12,7	11,8	10,9	10,1	9,2	8,3	7,4	6,6	5,7	4,8	3,9	3,1
Te	2,50	2,36	2,21	2,07	1,93	1,79	1,64	1,50	1,36	1,21	1,07	0,93	0,79	0,64	0,50
Th	244	230	216	202	188	174	160	146	132	118	104	91	77	63	49
Ti	118750	111964	105179	98393	91607	84821	78036	71250	64464	57679	50893	44107	37321	30536	23750
Tl	6,9	6,5	6,1	5,7	5,3	4,9	4,5	4,1	3,7	3,3	2,9	2,6	2,2	1,8	1,4
Tm	10,3	9,7	9,1	8,5	8,0	7,4	6,8	6,2	5,6	5,0	4,4	3,8	3,2	2,7	2,1
U	109	103	97	91	84	78	72	66	59	53	47	41	34	28	22
V	1000	943	886	829	771	714	657	600	543	486	429	371	314	257	200
W	40,6	38,3	36,0	33,7	31,3	29,0	26,7	24,4	22,1	19,7	17,4	15,1	12,8	10,4	8,1
Y	906	854	803	751	699	647	596	544	492	440	388	337	285	233	181
Yb	94	88	83	78	72	67	62	56	51	46	40	35	29	24	19
Zr	8844	8338	7833	7328	6822	6317	5812	5306	4801	4296	3790	3285	2779	2274	1769





