



# rapport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

## Kemisk karakterisering av lakvatten från Lindbodarnas avfallsupplag i Leksand

Delrapport 1

Cecilia Öman  
B 1350  
Stockholm, november 1999



<b>Organisation/Organization</b> IVL Svenska Miljöinstitutet AB IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd.	<b>RAPPORTSAMMANFATTNING</b> <b>Report Summary</b>
<b>Adress/address</b> Box 210 60 100 31 Stockholm	<b>Projekttitel/Project title</b> Kemisk karakterisering av lakvatten från Lindbodarnas avfallsupplag i Leksand <b>Anslagsgivare för projektet/ Project sponsor</b> Leksand Vatten AB
<b>Telefonnr/Telephone</b> 08-587 563 00	
<b>Rapportförfattare/author</b> Cecilia Öman	
<b>Rapportens titel och undertitel/Title and subtitle of the report</b> Kemisk karakterisering av lakvatten från Lindbodarnas avfallsupplag i Leksand. Delrapport 1.	
<b>Sammanfattning/Summary</b> Bakgrunden till föreliggande studie var att lakvatten från Lindbodarnas avfallsupplag misstänktes ha förorenat sjön Molnbyggen. Studien syftade till att göra en kemisk karakterisering av lakvattnet. Karakteriseringen avsåg parametrar och föreningar som bestämts i andra lakvatten enligt en tidigare utvecklad metodik och inkluderade 21 allmän karakteriserande parametrar, 32 metaller och andra oorganiska föreningar, 7 metallorganiska föreningar, 90 organiska föreningar samt GC-MS "screening" av organiska föreningar. Resultaten visade att de analyserade föreningarna förelåg i normala koncentrationer. De få avvikelser som förekom bedömdes ej som anmärkningsvärda. Vidare visade resultaten att koncentrationerna av de analyserade föreningar generellt var låga. Därmed var slutsatserna att lakvattnet från Lindbodarnas avfallsupplag var normalt avseende de parametrar och föreningar som ingick i studien. Vidare var slutsatserna att störningen på fisk i Molnbyggen inte berodde på avvikelser i sammansättningen hos lakvattnet avseende de studerade parametrarna och föreningarna.	
<b>Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren /Keywords</b> Lakvatten, sediment, karakterisering, Lindbodarnas avfallsupplag, sjön Molnbyggen, Leksand	
<b>Bibliografiska uppgifter/Bibliographic data</b> IVL Rapport/report B 1350	
<b>Beställningsadress för rapporten/Ordering address</b> IVL, Publikationsservice, Box 21060, S-100 31 Stockholm fax: 08-598 563 90, e-post: <a href="mailto:publicationservice@ivl.se">publicationservice@ivl.se</a>	

## Sammanfattning

Föreliggande studie initierades med anledning av att störning på fisk i sjön Molnbyggen nära Leksand hade observerats och att lakvatten från Lindbodarnas avfallsupplag misstänktes ha förorenat sjön. Studien syftade till att karakterisera lakvatten och partiklar som transporterats med lakvatten (lakvattensediment) från Lindbodarnas avfallsupplag. Karakteriseringen omfattade parametrar som har bestämts i andra lakvatten enligt en tidigare utvecklad metodik, och inkluderade 21 allmän-karakteriserande parametrar, 32 metaller och andra oorganiska föreningar, 7 metall-organiska föreningar, 90 organiska föreningar samt GC-MS "screening" av organiska föreningar.

Resultaten visade att den allmänna karaktären hos lakvattnet från Lindbodarnas avfallsupplag var normal med avseende på till exempel pH, konduktivitet, mängd organiskt kol och koncentration av klorid och ammonium. Alla 32 metaller som analyserades kunde detekteras. I lakvattnet detekterades metylkvicksilver och i sedimentet detekterades både tennorganiska föreningar och metylkvicksilver. Detekterade organiska ämnesgrupper i lakvatten var diklorfenoler och fenoxisyror, dvs. de mer vattenlösliga ämnesgrupperna. Av fenoxisyrorna detekterades 2,4-D, MCPA, MCPP och 2,4-DP. 4-D och MCPA förekom i något högre koncentrationer än vad som tidigare analyserats i lakvatten 0,40 respektive 3,9 µg/l. Detekterade organiska ämnesgrupper i sedimentet var monoaromater, klorbensener, diklorfenol, polyaromater, PCB, ftalater och pesticider. Av pesticiderna analyserades DDD och DDE i halter om 0,002 mg/kg TS. (DDD och DDE är nedbrytningsprodukter av DDT.) De analyserade föreningarna förelåg generellt i normala koncentrationer och de få avvikelser som förekom bedömdes ej som anmärkningsvärda. Koncentrationerna och halterna av de analyserade föreningar var generellt låga.

Slutsatserna var att de parametrar och föreningar som ingick i studien förelåg i normala koncentrationer i lakvattnet och i sedimenten från Lindbodarnas avfallsupplag. Några få avvikelser förekom men dessa bedömdes inte som anmärkningsvärda. Det fanns för de parametrar som ingick i studien inga resultat som indikerade att störningen på fisk i Molnbyggen skulle ha orsakats av att lakvattnet från Lindbodarnas avfallsupplag skulle ha en annorlunda sammansättning. Resultaten bekräftade dock tidigare resultat som har visat att lakvatten innehåller ett stort antal miljöfarliga komponenter. Det ska också noteras att endast en bråkdel av de föreningar som förekommer i lakvatten och sediment är möjliga att analysera. Vidare är det inte möjligt att bedöma påverkan på omgivande miljö av föreningar som eventuellt lämnar deponiområdet eftersom kunskapen om detta ännu är för låg. I studien betonades lakvattnens miljöfarliga egenskaper och resultaten ska inte tolkas som att lakvatten kan anses vara mer miljöfarliga än många andra utsläpp.

## FÖRORD

Föreliggande projekt har initierats av Naturvårdsverket, Leksands kommun, Leksand Vatten AB och IVL Svenska Miljöinstitutet AB. Projektet har utförts av IVL Svenska Miljöinstitutet AB på uppdrag av Leksand Vatten AB. Projektledare har varit Cecilia Öman från IVL.

Provtagningen genomfördes den 8 Juni 1999 vid Lindbodarnas avfallsupplag. Provtagningen utfördes av Marianne Malmberg och Cecilia Öman från IVL. Proverna analyserades vid laboratorierna SGAB Analytica och IVL.

Författaren vill tacka flera personer från IVL som på ett förtjänstfullt sätt har bidragit till projektet: Marianne Malmberg för planering och genomförande av provtagning, Lennart Kaj för analys av organiska föreningar, Brita Dusan för analys av metaller, Kerstin Hommerberg och Krister Larson för analys av allmän-karakteriserande parametrar, Pia Carlsson för analys av metylkvicksilver samt Marianne Malmberg, Lennart Kaj och Peter Solyom för granskning av rapporten.

## Innehållsförteckning

Inledning .....	4
Deponin Lindbodarna och sjön Molnbyggen.....	4
Skador på fisk och vitmärla.....	4
Tidigare utsläpp från skogsindustrin .....	5
Emissioner med lakvatten från avfallsupplag .....	6
Syfte .....	7
Metod .....	7
Karakteriseringens omfattning .....	7
Provtagning .....	8
Nederbörd och snösmältning.....	9
Resultat .....	9
Utvärdering av resultat.....	10
Lakvatten.....	10
Lakvattensediment .....	12
Diskussion.....	14
Slutsatser .....	14
Förslag till fortsatta studier .....	15
Referenser .....	15
Bilaga 1 –Sammanställning av Analysresultat	

## Inledning

### Deponin Lindbodarna och sjön Molnbyggen

Deponin Lindbodarna ligger sydväst om Leksand, cirka 25 mil norr om Stockholm. Deponin anlades i slutet av 1970-talet och togs i drift 1981. Sedan 1996 finns rötceller för hushållens komposterbara och rötbara avfall. Under tiden 1981 till 1990 fanns ingen kontroll över vad som deponerades på deponin och under vissa perioder var deponin helt obevakad. Avfall tillfördes eventuellt under denna period även från andra kommuner. Det okontrollerade avfallet lades på en del av deponin som här benämns ”äldsta delen”. Sedan 1992 finns dokumentation över vad som deponeras. Det finns inget att anmärka på lakvattnet från Lindbodarna enligt resultaten från vanliga enkla kontrollprogram (Naturvårdsverket 1999a).

Deponin är lokaliserad på en tät, siltig lera/morän med minst 30 meters mäktighet och mycket låg vattengenomtränglighet. Ett system av diken samlar upp lakvatten och leder det till en lakvattendamm. Vatten från lakvattendammen renas i det kommunala reningsverket i Siljansnäs, som släpper renat vatten till Österviken i Siljan. Från början kördes lakvatten med tankbil från dammen till reningsverket men sedan 1995 leds lakvattnet i ledning. Undersökningar har visat att det inte finns något läckage på lakvattenledningen. Det har funnits och finns delvis fortfarande några brister vid anläggningen (Naturvårdsverket 1999a). Det finns risk för att lakvatten läcker ut från upplagsområdet genom transport under ett avskärande lakvattendike. Teoretiska beräkningar indikerar att det läcker 2 000 – 6 000 m<sup>3</sup> lakvatten varje år från deponin till ytvattendrag i området. Dessutom har stråk med förhöjda klorid och konduktivitetvärden detekterats nedströms deponin. Eventuellt läcker det även från ett övre skikt på deponin.

Sjön Molnbyggen ligger nedströms deponin Lindbodarna. Sjön var från början en vanlig svensk skogssjö med låga närsaltshalter, ingen syrebrist, låga färgvärden och ganska stort antal fiskarter. Deponin Lindbodarna och sjön Molnbyggen ligger i ett delavrinningsområde till Dalälven. Referenssjön Djursjön ligger i ett annat avrinningsområde som mynnar ut i älven ett par mil västerut. Djursjön har ungefär samma kemiska status, samma fiskarter och samma maximala djup som Molnbyggen. Den enda större skillnad mellan dem är deponin.

### Skador på fisk och vitmärla

1993 rapporterade befolkningen att fiskarna i sjön Molnbyggen hade sårskador och att fiskarna var loja. Statens Veterinärmedicinska Anstalt, SVA, bedömde då skadorna som normala. Några år senare rapporterade Stockholms Universitet ITM, akvatisk ekotoksi-

kologi förändringar på romsäckar och lever (Naturvårdsverket 1999a). Studier av ett 20-tal biomarkörer på abborre från Molnbyggen och Djursjön har visat en svag sänkt konditionsfaktor men en ökad tillväxt hos honor från Molnbyggen. Dessutom iaktogs en sänkning av glukos i blodet, en ökning av katalas samt en liten men signifikant ökning av glutathion-S-transferas. ITM gjorde utifrån resultaten bedömningen att det inte förekom ett generellt stort läckage från deponiområdet ned i sjön (Naturvårdsverket 1999a).

Hos fiskarna i Molnbyggen har ITM också detekterat en hög frekvens av fensskador och öppna kraterliknande sår med svampinfektion runt sårkanterna (Naturvårdsverket 1999a). Cirka 40 procent av abborrarna i sjön har skador. Normalt uppvisar 0,3 % av abborrar i kontrollsjöar dessa typer av skador. Även 8-10 % av mörten är drabbad av sårskador. Dessutom har ITM funnit att abborrhonor i Molnbyggen utvecklar onormalt små gonader (romsäckar). Signifikanta skillnader har visats vid jämförelser med Djursjön från studier av fisk insamlade 1997. I Djursjön hade 95 procent av abborrhonorna gonader som möjliggjorde reproduktion kommande vår, i Molnbyggen hade 75 procent av honorna gonader som möjliggjorde reproduktion. Nedsättning i gonadernas utveckling, men i mindre omfattning har upptäckts även hos mört, lake, gädda och bäcköring. Även minskning av spermiesäckar hos hanar har konstaterats. ITM har även visat att sediment från Molnbyggen ger störningar i könsorganen och försenad gonadutveckling hos vitmärsla (*Monoporeia*). Exponering under kort tid ger kraftiga effekter. Effekterna på vitmärsla är i princip samma som på fisken i Molnbyggen. Vidare har ITM visat att enzymet aromatas var hämmat i hjärnan hos honabborrarna från Molnbyggen, framförallt hos dem som inte hade utvecklat gonader normalt. Resultaten var liknande för mört men inte lika signifikanta. Fisken i Molnbyggen visar också en reducerad halt av östradiol och en reducerad halt av testosteron.

## Tidigare utsläpp från skogsindustrin

Biologiska och ekologiska effekter av skogsindustriella utsläpp har tidigare studerats i ett treårigt projekt (Naturvårdsverket 1988). Den huvudsakliga inriktningen var att bedöma effekter av biologiskt aktiva klorerade substanser i recipient och fjärrområden. För fältundersökningar användes recipienten för Norrsundets bruk som är beläget vid Bottenhavet, 50 km norr om Gävle. Bland annat var abborrens reproduktion nedsatt, gonadtillväxten hos fisken var lägre och det förekom omfattande fensskador på abborren i de inre delarna av recipienten. Tillväxten hos abborrbeståndet i den inre delen av recipienten var högre än hos mer avlägsna populationer. Såväl längdtillväxt som ”kondition” (vikt/längd) var högre i de inre delarna. Det fanns indikationer på ett samband mellan reproduktionsskadorna och fiskens grad av exponering för avloppet. Den lägre gonadtillväxten antydde en toxisk effekt av utsläppet i recipienten.

I projektet utfördes experimentella försök där fisk och bottenlevande organismer exponerades för förorenat sediment och för blekeriavloppsvatten. Exponering gav upphov till skador hos hornsimpa, löja, vitmärta och mussla. Halten av extraherbart organiskt bundet klor (EOCl), klorguajakoler, 2,3,7,8-TCDD och 2,3,7,8-TCDF hos abborre minskade längs en gradient från utsläppet mot öppet hav. De klorerade organiska substanser som kunde identifieras utgjorde endast en mindre del (< 5%) av EOCl i fisken. Halten av EOCl i abborre från insjöar var av samma storleksordning som hos abborre i de mellersta och yttre delarna av Norrsundet dvs. ca 120 mg EOCl / kg fettvikt. Andelen EPOCl (P som i persistent) av EOCl uppgick till ca 20 %, medan motsvarande andel i sjöarna var 8 %. Halterna av kloroform i vattnet visade en storskalig spridning av föroreningar. Inga specifika klorerade föreningar i blekeriutsläppet kunde säkert knytas till de biologiska effekter som observerats i fält.

## **Emissioner med lakvatten från avfallsupplag**

I lakvatten från avfallsupplag förekommer miljöstörande föreningar (Öman 1998). Koncentrationerna av de miljöstörande föreningarna är ofta låga och ligger nära gränsen för vad de kemiska analysmetoderna kan detektera. De låga koncentrationerna medför inte att riskerna ska underskattas, bland annat därför att många föreningar kan ackumuleras i naturen. De låga koncentrationerna ställer stora krav på provtagnings- och provhanteringsmetoderna. Vidare är lakvatten föränderliga med tiden och enstaka provtagningar ger inte information om dessa förändringar.

Det är endast möjligt att analysera en bråkdel av de föreningar som förekommer i lakvatten, bland annat därför att det inte finns kemiska analysmetoder utvecklade. Därmed föreligger ett stort antal föreningar i lakvatten som inte identifieras och för vilka miljöriskbedömningar inte kan göras. Kunskapen om föreningar i lakvatten från avfallsupplag är ännu så liten att till exempel nationella gränsvärden inte kan fastställas. Däremot finns möjlighet att jämföra resultat med tidigare karakterisering av lakvatten från andra avfallsupplag (Öman och Malmberg i manuskript). Ett värdefullt komplement till analys av lakvatten är analys av partiklar som transporteras med lakvatten (här kallat sediment) vilket har utförts i föreliggande studie. Analyser av sediment ger information om förekomst i lakvatten av föreningar med låg vattenlöslighet.



## Syfte

Föreliggande studie syftade till att karakterisera lakvatten och sediment från Lindbodarnas avfallsupplag. Karakteriseringen utfördes enligt en tidigare utvecklad metodik (Öman och Malmberg i manuskript). Vidare syftade studien till att jämföra resultaten från karakteriseringen med tidigare resultat. Därmed kunde en bedömning göras om lakvatten från Lindbodarnas avfallsupplag avvek från andra lakvatten avseende de studerade parametrarna.

## Metod

### Karakteriseringens omfattning

Karakteriseringen av lakvatten och sediment omfattade följande delprogram; allmän karakterisering, metaller och andra oorganiska föreningar, metall-organiska föreningar samt organiska föreningar och summaparametrar (Tabell 2.1). Enskilda parametrar och föreningar finns redovisade i Bilaga 1.

Förutom analyserna av specifika organiska föreningar har GC-MS ”screening” utförts. Analysen utfördes på ett sedimentprov från den äldsta delen av avfallsupplaget (1C). Identifierade föreningar presenteras i Bilaga 1. Med GC-MS ”screening” kan ytterligare organiska föreningar identifieras. GC-MS innebär att analysen har utförts med gaskromatograf kopplad till mass-spekrometer. Analysmetoden som användes var följande: 25 g vått sediment och 2 ml 2M HCl extraherades två gånger med 10 ml acetone och två gånger med 10 ml n-hexan. Extrakten slogs ihop och 100 ml 0,5 M HCl tillsattes. Den organiska fasen avskiljdes, indunstades och löstes i TBME/hexan (3/7). Extrakten delades i tre delar. En del injicerades direkt på GC-MS, en del metylerades med HCl/MeOH eller diazometan före injicering och en del acetylerades före injicering.

Tabell 2.1. Sammanställning av delprogram samt antal parametrar och föreningar som ingår i varje program.

Delprogram	Antal parametrar och föreningar	Antal ämnesgrupper
Allmän karakterisering	21	
Metaller och andra oorganiska föreningar	32	
Metallorganiska föreningar	7	2
Organiska föreningar och summaparametrar	90	10
Organiska föreningar med GC-MS ”screening”	Ej specificerat	

## Provtagning

Provtagning vid Lindbodarnas avfallsupplag genomfördes den 8 juni 1999. Provtagning, provhantering och analys utfördes enligt tidigare utvecklad metodik (Öman och Wennberg 1997, Öman och Malmberg i manuskript).

## Provtagningskärl

Lakvattenprover och sedimentprover som analyserades på IVL med avseende på allmänna parametrar provtogs i maskindiskade plastflaskor och burkar. Lakvattenprover och sedimentprover som analyserades på SGAB Analytica med avseende på metaller, andra oorganiska föreningar, organiska föreningar och organiska summaparametrar provtogs i glasflaskor och i plastburkar som tillhandahållits av SGAB Analytica. Prover för analys av metylkvicksilver togs i teflonflaskor som erhållits av IVL i Göteborg. Vattenprover för GC-MS screening togs i glasflaskor (borosilikat) som maskindiskats, torkats upp och ned, lindats med folie och upphettas till 400 °C i 8 timmar. Folien avlägsnades omedelbart före provtagning.

## Provtagningsmetod

Flaskor för lakvatten sköljdes ur med provvatten före provtagning och proverna samlades upp direkt i flaskorna utan kontakt med annan provhämtare. Sediment från botten av lakvattendammen provtogs med Ekmanhämtare. Flaskor och burkar fylldes helt med prov, öppningen täcktes med ren folie och locket vreds på. Proverna transporterades till kyl under kortare tid är 6 timmar och transporteras till analyslaboratoriet inom 24 timmar. Vid provtagningen av organiska ämnen användes ej plasthandskar.

## Provtagningsplatser

I Tabell 2.2 har provtagningsplatserna sammanställts. I tabellen anges även de provbeteckningar som används i Bilaga 1. Vidare anges i Tabell 2.2 vilken matris som provtagits, dvs om provtagningen avsåg lakvatten eller partiklar som har transporterats med lakvatten (lakvattensediment).

Tabell 2.2. Sammanställning av provtagningsplatser, provbeteckningar och matriser.

Provbeteckning	Platsbeskrivning	Matris	
		Lakvatten	Lakvattensediment
1A	Lakvattendamm	x	x
1B	Plaströr mellan upplaget och lakvattendamm	x	
1C	Nedanför den äldsta delen av upplaget	x	x
1D	Nedanför den näst äldsta delen av upplaget		x

## Nederbörd och snösmältning

Det kan antas att lakvattens sammansättning är beroende av tidigare nederbörd och eventuell snösmältning, dock finns inga säkra samband fastställda. I Tabell 2.3 anges för fullständighetens skull nederbörden vid och före provtagningsstillfället. Mätningarna är utförda av SMHI vid deras mätstation i Leksand.

Tabell 2.3. Sammanlagd nederbörd. Mätningarna gäller år 1999.

Tidsperiod		Nederbörd i mm
Tre månader före provtagning	mars, april och maj	150
Veckan före provtagning	vecka 22	25
Dagen före provtagningsdag	7 juni	Ingen
Provtagningsdag	8 juni	1,6

## Resultat

I Bilaga 1 presenteras resultaten från samtliga analyser.

## Utvärdering av resultat

Resultaten från föreliggande studie jämfördes med resultat från tidigare karakteriseringar. I Bilaga 1 finns tidigare undersökningar sammanställda. Endast karakteriseringar som har utförts med samma metodik ingick i jämförelsen. Resultaten från analyser med GC-MS "screening" jämfördes med Kemikalieinspektionens solnedgångsprojekt (Naturvårdsverket 1999b). Halterna av vissa metaller i sedimentet jämfördes med halter i jordskorpan (Sternbeck och Östlund 1999).

Vid bedömning av "normala koncentrationer" måste hänsyn tas till antalet lakvatten och sedimentprov som jämförelsematerialet baseras på. Därför gjordes en bred tolkning av "normala koncentrationer" för mindre ofta analyserade metaller och metallorganiska föreningar i lakvatten samt för alla analyser i lakvattensedimenten.

## Lakvatten

### Allmän karakterisering

pH var normalt och varierade mellan 6,8 och 8,7. Det högsta pH-värdet uppmättes i lakvattendammen. Konduktiviteten var något lägre än vad som noterats vid tidigare analyser av andra lakvatten. Torrsubstanshalt (TS), glödningsrest, BOD (biokemisk syreförbrukning), COD (kemisk syreförbrukning), BOD/COD kvoten, TOC (totalt organiskt kol), DOC (löst organiskt kol) och POC (flyktiga organiska föreningar) var normala. BOD, COD och BOD/COD kvoten var högst i lakvattendammen vilket kan bero på tillförelse av mindre nedbrutet material från yngre delar av upplaget till dammen. BOD/COD-kvoten visar på biologiskt väl nedbrutet organiskt material motsvarande den anaeroba metanbildande omvandlingsfasen i avfallsupplaget (Öman 1991). DOC/TOC-kvoten var normal och visade att den största andelen av det organiska kolet var "löst" (avskiljning genom filter med porstorlek 0,45µm). POC var lägst i lakvattendammen förmodligen beroende på att flyktiga organiska föreningar avgått från dammen. Saliniteten var låg. Kloridjonkoncentrationerna var normala men låga och varierade mellan 520 och 540 mg/l. Ammoniumkoncentrationerna var normala men låga, medan nitrit- och nitratkoncentrationerna var normala men höga. Detta är gynnsamt för framtida toxicitetstester eftersom många av dessa är känsliga för höga ammoniumkoncentrationer. Totalkvävekoncentrationerna var normala men låga. Fosforkoncentrationerna var normala.

## **Metaller och andra oorganiska föreningar**

Mn förekom i normala men i ovanligt höga koncentrationer.

Ca, Fe, K, Mg, Na, S, Ba, Cd, Co, Zn, Ag, Bi, Ga, Ge, Pd, Te, Tl och Al förekom i normala koncentrationer.

Cr, Cu, Ni, Pb, Li, Rb, Sb, Se förekom i normala men låga koncentrationer.

As, Hg, In, Pt, Rh kunde inte detekteras. Detta är normalt även om dessa har påträffats tidigare.

## **Metallorganiska föreningar**

Tennorganiska föreningar kunde inte detekteras. Detta är normalt även om dessa föreningar har påträffats tidigare.

Metylkviksilver har påträffats i normal koncentration. Metylkviksilver förekommer normalt i mycket låga koncentrationer, ng/l.

## **Organiska föreningar och organiska summaparametrar**

EGOM, EOX och totalt extraherbara aromater kunde endast detekteras i lakvattendammen. EGOM och EOX förekom i normala koncentrationer. Totalt extraherbara aromater har inte detekterats tidigare men förekom här i koncentrationer nära detektionsgränsen. Totalt extraherbara alifater kunde inte detekteras här men har påträffats tidigare.

Diklorfenoler, triklorfenoler och tetraklorfenoler har påträffats i normala men låga koncentrationer.

Fyra fenoxisyror har påträffats: 2,4-D, MCPA, MCPP och 2,4-DP.

2,4-D och MCPA förekom i något högre koncentrationer än vad som tidigare detekterats i lakvatten 0,40 respektive 3,9 µg/l.

Klorerade alifater, monoaromater, fenoler, polyaromater (PAH), ftalater, klorbensener och pentaklorfenol kunde ej detekteras. Dessa har påträffats tidigare.

## Lakvattensediment

### Allmän karakterisering

Torrsubstans (TS) och glödningsresthalterna var normala.

### Metaller och andra oorganiska föreningar

Ba, Cd, Co, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, Ag, Bi, Ga, Ge, In, Pt, Pd, Rh, Te och Tl förekom i normala koncentrationer.

As, Cr, Li, Rb, Sb och Se förekom i normala men låga koncentrationer.

Ca, Fe, K, Mg, Na, S, Al, Mn kunde detekteras. Dessa har inte tidigare analyserats i sediment från lakvatten.

Generellt förelåg dessa föreningar i mycket låga halter eller i samma storleksordningar som förekommer i jordskorpan.

### Metallorganiska föreningar

Tennorganiska föreningar (di- och tributyltenn) förelåg i normala koncentrationer.

Metylkvicksilver förelåg i mycket låg halt. Metylkvicksilver har inte tidigare analyserats i lakvattensediment.

### Organiska föreningar och organiska summaparametrar

EGOM (extraherbart gaskromatograferbart organisk material, ett mått på bioackumulerbarhet) och EOX (extraherbar organisk halogen) har inte tidigare analyserats i lakvattensediment. Halterna av EGOM föreföll höga i lakvattendammen, 3600 mg/kgTS. Även EOX halterna var högst i lakvattendammen.

Polyaromater (PAH) och PCB förelåg i normala koncentrationerna i alla prov.

Av ftalaterna detekterades endast di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP) och bara i prov från lakvattendammen.

Monoaromater (etylbenzen och xylen) detekterades endast nedanför den äldsta delen av upplaget och då i normala halter.

Av klorbensenerna detekterades endast 1,4-diklorbenzen och bara i prov nedanför den äldsta delen av upplaget. Halten var normal men låg.

Även diklorfenol detekterades nedanför den äldsta delen. Diklorfenol har ej tidigare detekterats i sediment. Halten var låg och mycket nära detektionsgränsen.

Av pesticiderna detekterades DDD (nedanför den äldsta delen av upplaget) och DDE (nedanför den näst äldsta delen av upplaget) i låga halter (0,002 mg/kg TS).

### **Organiska föreningar – GC-MS ”screening”**

Resultaten jämfördes med Kemikalieinspektionens solnedgångsprojekt. Naturvårdsverket anger att man ”bör se allvarligt på” föreningar som ingår bland de ca 500 föreningar i Kemikalieinspektionens ”Solnedgångsprojekt” (Naturvårdsverket 1999b). Av de 500 föreningarna som valts ut i solnedgångsprojektet identifierades de 100 farligaste och för dessa finns ämnesspecifika data sammanställda (Kemikalieinspektionen 1995).

Resultaten verifierade förekomsten av 1,4 diklorbensen och xylen i sedimentet. Dessa är inkluderade i Kemikalieinspektionens solnedgångsprojekt (Kemikalieinspektionen 1995).

Ett antal olika former av alkylerade bensen förekom och av dessa förekom metyl isopropylbensen i relativt hög koncentration. Av de detekterade alkylerade bensenerna är xylen, 1,2,4-trimetylbensen och propylbensen inkluderade i Kemikalieinspektionens solnedgångsprojekt (Kemikalieinspektionen 1995).

Naftalen och olika former av metylerade naftalener identifierades. Naftalen är inkluderat i Kemikalieinspektionens solnedgångsprojekt (Kemikalieinspektionen 1995).

Vidare detekterades fytol som är en nedbrytningsprodukt av klorofyll,  $\beta$ -sitosterol som är en växtsterol, dehydroabietinsyra som är en hartssyra (vedbeståndsdel) och fenyletylfenol.

Dessutom identifierades ett antal långa fettsyror.

## Diskussion

- Det ska noteras att endast en bråkdel av de föreningar som förekommer i lakvatten och sediment är möjliga att analysera. Därmed förekommer ett stort antal föreningar som inte kan analyseras och för vilka inga slutsatser kan dras.
- Det är inte möjligt att bedöma påverkan på omgivande miljö av föreningar som eventuellt lämnar deponiområdet. Kunskapen om detta för är de flesta föreningar ännu för låg. Av samma skäl kan eventuella synergieffekter (effekter som orsakas av samtidig påverkan av två eller flera komponenter) inte bedömas.
- Studien syftade till att identifiera miljöstörande egenskaper hos lakvatten från Lindbodarnas avfallsupplag. Därmed betonades lakvattnens miljöfarliga egenskaper och resultaten ska inte tolkas som att lakvatten kan anses vara mer miljöfarligt än många andra utsläpp.

## Slutsatser

- De parametrar och föreningar som ingick i studien förelåg i normala koncentrationer i lakvattnet och i sedimenten från Lindbodarnas avfallsupplag. Några få avvikelser förekom men dessa bedömdes inte som anmärkningsvärda. Koncentrationer och halter av föreningarna var generellt låga. Metaller och andra oorganiska föreningar i sedimenten förelåg i låga halter eller i samma haltnivåer som i jordskorpan.
- De parametrar som ingick i studien representerar de flesta av de parametrar som det finns information om för lakvatten. Det fanns för dessa parametrar inga resultat som indikerade att störningen på fisk i Molnbyggen skulle ha orsakats av att lakvattnet från Lindbodarnas avfallsupplag hade en annorlunda sammansättning.
- Resultaten bekräftade dock tidigare resultat som har visat att lakvatten innehåller ett stort antal miljöfarliga komponenter. Lakvattnet från Lindbodarnas avfallsupplag innehöll miljöstörande metaller och andra oorganiska föreningar, organiskt tenn, organiskt kvicksilver, monoaromater, polyaromater, klorbensener, klorfenoler, PCB, ftalater, fenoxisyror och andra pesticider.



## Förslag till fortsatta studier

Inom föreliggande projekt har en kemisk karakterisering av lakvatten genomförts med avseende på parametrar som tidigare har bestämts i lakvatten från andra avfallsupplag (Öman och Malmberg, i manuskript). Fortsatta kemiska studier bör primärt inkludera bestämning av andra kända miljöstörande föreningar än de som tidigare har analyserats. Vidare bör fortsatta studier inkludera test av lakvattnens toxicitet.

## Referenser

- Kemikalieinspektionen (1995) Hazard Assessments-Chemical substances selected in the Swedish Sunset project (Supplement to report No 13/94.) Rapport 12/95. Kemikalieinspektionen, Solna.
- Naturvårdsverket (1988) Biologiska effekter av blekeriavlopp, Slutrapport från projektområdet Miljö/Cellulosa I. Rapport 3498, Naturvårdsverkets Kundtjänst, 106 48 Stockholm.
- Naturvårdsverket (1999a) Problematiken i Molnbyggen, Dokumentation från en hearing juni 1999. Rapport 5012, Naturvårdsverkets Kundtjänst, 106 48 Stockholm.
- Naturvårdsverket (1999b) Metodik för inventering av förorenade områden. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, vägledning för insamling av underlagsdata. Rapport 4918, Naturvårdsverkets Kundtjänst, 106 48 Stockholm.
- Sternbeck J. och Östlund P. (1999) Nya metaller och metalloider i samhället. B-1332, IVL Svenska Miljöinstitutet AB, 100 31 Stockholm.
- Öman C. (1991) Omvandlingsfaser i ett kommunalt avfallsupplag. B-1017, IVL Svenska Miljöinstitutet AB, 100 31 Stockholm
- Öman C. and Wennberg L. (1997) Utveckling av metoder för karakterisering av lakvatten från avfallsupplag / ett-års rapport. B 1280, IVL Svenska Miljöinstitutet AB, 100 31 Stockholm
- Öman C. (1998) Emissions of organic compounds from landfills. Doktors avhandling, Avd. Mark- och Vattenresurser, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm.
- Öman C. och Malmberg M. (i manuskript) Metodik för karakterisering av lakvatten från avfallsupplag. IVL Svenska Miljöinstitutet AB, 100 31 Stockholm.

Sammanställning av resultat från analyser av lakvatten från Lindbodarnas avfallsupplag. Dessutom presenteras högsta och lägsta värden från tidigare karakteriseringar av andra lakvatten (min och max) samt medianvärden, medelvärden och relativ standardavvikelse. Vidare anges antal provtagna avfallsupplag som jämförelsevärdena baseras på (för flera provtagningar vid samma upplag och samma tillfälle har medelvärden använts).

LAKVATTEN Ämne / Prov	Enhet	Detektions- gräns	Lindbodarnas avfallsupplag			Tidigare provtagningar vid andra avfallsupplag					
			1A	1B	1C	Min	Max	Median	Medel	Rel st.av. %	Antal upplag
<b>Allmän karakterisering</b>											
pH	-		8,7	6,8	7,4	6,4	8,5	7,6	7,6	7	12
Konduktivitet	mS/m		243	284	289	430	2730	900	1096	66	7
Suspenderat material GF/A	mg/l	1	170	-	7,0	8,7	210	28	52	110	11
Glödningsrest GF/A	mg/l	1	23	-	4,3	3,2	160	18	36	141	7
BOD (7)	mg O <sub>2</sub> /l	3	120	-	3	4	110	12	26	118	11
COD (Cr)	mg O <sub>2</sub> /l		860	160	180	250	1300	735	746	45	12
BOD/COD			0,14	0,00	0,02	0,00	0,14	0,02	0,04	109	14
TOC	mg/l		93	61	73	52	490	265	259	55	12
DOC (0,45 µm)	mg/l		81	59	68	49	460	245	246	55	12
POC	mg/l		1,7	9,0	12	0	20	3	9	95	7
DOC/TOC	%		87	97	93	87	100	94	95	3	15
POC/TOC	%		2	15	16	0,0	37	3,1	7,5	144	11
Salinitet	‰		0,96	0,98	0,94	2	19	5	7	71	7
Klorid (Cl <sup>-</sup> )	mg/l		530	540	520	360	4900	780	1633	93	12
N-Ammonium (N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/l		27	4,2	54	19	870	230	337	80	12
N-Kjeldahl	mg/l		87	8,1	56	42	860	230	345	77	12
N-Nitrit+nitrat (N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> + N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l		11	70	15	0	35	2	7	139	12
N-Totalt (N-KJ+N-NO <sub>23</sub> )	mg/l		98	78	71	56	865	230	333	80	13
N-Ammonium / N-Totalt	%		28	5	76	5,4	107	92	79	38	15
P-Fosfat (P-PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l		0,49	0,01	0,01	0,07	3,5	0,66	1,0	95	12
P-Totalt	mg/l		6,2	0,02	0,04	0,16	4,0	0,88	1,3	86	12

1A = Lakvattendamm, 1B = Plaströr mellan upplag och damm, 1C = Nedanför äldsta delen av upplaget, 1D = Nedanför näst äldsta delen av upplaget

- Ämnet har analyserats men ej detekterats.

Sammanställning av samtliga resultat från analyser av lakvatten från Lindbodarnas avfallsupplag. Dessutom presenteras högsta och lägsta värden från tidigare karakteriseringar (min och max) samt medianvärden, medelvärden och relativ standardavvikelse. Vidare anges antal provtagna avfallsupplag som jämförelsevärdena baseras på (för flera provtagningar vid samma upplag och samma tillfälle har medelvärden använts).

LAKVATTEN	Ämne / Prov	Enhet	Detektions- gräns	Lindbodarnas avfallsupplag				Tidigare provtagningar vid andra avfallsupplag				Rel st.av. %	Antal upplag
				1A	1B	1C	Min	Max	Median	Medel			
<b>Metaller och andra oorganiska föreningar</b> (Uppslutning på ofiltrerade prov)													
<i>mg/l nivåer - ofta analyserade</i>													
Ca			0,2	63	180	126	21	339	75	105	80	12	
Fe			0,01	2,1	0,2	5,1	0,5	43	3,1	7,8	147	12	
K			0,5	133	101	116	44	3500	216	465	198	12	
Mg			0,08	32	46	36	14	83	38	43	57	12	
Na			0,12	289	274	282	77	1730	342	509	85	12	
S			0,16	22	11	5,0	2,9	749	15	85	238	12	
<i>µg/l nivåer - ofta analyserade</i>													
Al			18	290	28	48	26	579	126	215	91	12	
As			1	-	-	-	-	10,8	4,8	4,8	74	9	
Ba			1	120	187	467	20	1370	170	280	125	12	
Cd			0,05	0,06	0,37	-	-	1,4	0,20	0,30	121	11	
Co			0,2	6,2	3,3	9,5	1,7	21	7,5	8,0	74	12	
Cr			0,9	3,2	1,5	2,1	4,1	45	18	21	69	11	
Cu			1	6,0	8,0	5,8	7,0	80,0	22	26	76	12	
Hg			0,002	-	-	-	-	0,10	0,03	0,03	103	12	
Mn			0,9	825	5200	3800	165	2410	387	668	95	12	
Ni			0,6	11	10	10	12	91	34	36	59	12	
Pb			0,6	1,4	-	-	1,3	15,4	4,2	5,7	70	12	
Zn			4	22	54	17	13	342	46	66	130	12	

1A = Lakvattendamm, 1B = Plaströr mellan upplag och damm, 1C = Nedanför äldsta delen av upplaget, 1D = Nedanför näst äldsta delen av upplaget  
- Ämnet har analyserats men ej detekterats.

Sammanställning av samtliga resultat från analyser av lakvatten från Lindbodarnas avfallsupplag. Dessutom presenteras högsta och lägsta värden från tidigare karakteriseringar (min och max) samt medianvärden, medelvärdet och relativ standardavvikelse. Vidare anges antal provtagna avfallsupplag som jämförelsevärdena baseras på (för flera provtagningar vid samma upplag och samma tillfälle har medelvärdet använts).

LAKVATTEN Ämne / Prov	Enhet	Detektions- gräns	Lindbodarnas avfallsupplag			Tidigare provtagningar vid andra avfallsupplag			Rel st.av. %	Antal upplag	
			1A	1B	1C	Min	Max	Median			Medel
<i>µg/l nivåer – mindre ofta analyserade</i>											
Ag		0,010	0,027	0,058	0,030	0,042	0,11	0,063	0,073	41	3
Bi		0,0025	0,012	-	-	0,004	0,009	0,007	0,007	28	3
Ga		0,025	0,073	0,017	0,024	0,055	0,13	0,060	0,080	40	3
Ge		0,025	-	0,34	-	0,26	0,31	0,29	0,29	7	3
In		0,010	-	-	-	-	0,061	0,033	0,031	79	3
Li	1		7,9	4,7	6,6	304	622	357	428	33	3
Pt		0,0025	-	-	-	0,006	0,018	0,009	0,011	45	3
Pd		0,0050	0,037	0,036	0,048	0,037	0,17	0,090	0,099	56	3
Rb		0,020	164	112	151	228	925	411	521	57	3
Rh		0,0050	-	-	-	0,015	0,034	0,019	0,023	36	3
Sb		0,010	0,40	0,20	0,25	0,82	1,7	1,1	1,2	32	3
Se	1		0,19	-	0,12	49	113	54	72	40	3
Te		0,010	0,042	0,044	0,050	0,012	0,039	0,022	0,024	47	3
Tl		0,0010	0,028	0,066	0,093	0,000	0,030	0,010	0,013	94	3

1A = Lakvattendamm, 1B = Plaströr mellan upplag och damm, 1C = Nedanför äldsta delen av upplaget, 1D = Nedanför näst äldsta delen av upplaget  
- Ämnet har analyserats men ej detekterats.

Sammanställning av samtliga resultat från analyser av lakvatten från Lindbodarnas avfallsupplag. Dessutom presenteras högsta och lägsta värden från tidigare karakteriseringar (min och max) samt medianvärden, medelvärden och relativ standardavvikelse. Vidare anges antal provtagna avfallsupplag som jämförelsevärdena baseras på (för flera provtagningar vid samma upplag och samma tillfälle har medelvärdet använts).

LAKVATTEN Ämne / Prov	Enhet	Detektions- gräns	Lindbodarnas avfallsupplag			Tidigare provtagningar vid andra avfallsupplag			Rel st.av. %	Antal upplag	
			1A	1B	1C	Min	Max	Median			Medel
<b>Metallorganiska föreningar</b>											
<b>Organiskt tenn</b>											
Tributyltenn	µg/l	0,01	-	-	-	0,02	0,01	0,01	0,01	100	2
Dibutyltenn			-	-	-	0,03	0,02	0,02	0,02	100	2
Dicyklohexyltenn			-	-	-	-	-	-	-	-	2
Difenyltenn			-	-	-	-	-	-	-	-	2
Tricyklohexyltenn			-	-	-	-	-	-	-	-	2
Trifenyltenn			-	-	-	-	-	-	-	-	2
<b>Organiskt kvicksilver</b>											
Metylkvicksilver	ng/l	0,06			0,48	-	0,44	0,00	0,15	141	3

1A = Lakvattendamm, 1B = Plaströr mellan upplag och damm, 1C = Nedanför äldsta delen av upplaget, 1D = Nedanför näst äldsta delen av upplaget  
 - Ämnet har analyserats men ej detekterats.

Sammanställning av samtliga resultat från analyser av lakvatten från Lindbodarnas avfallsupplag. Dessutom presenteras högsta och lägsta värden från tidigare karakteriseringar (min och max) samt medianvärden, medelvärden och relativ standardavvikelse. Vidare anges antal provtagna avfallsupplag som jämförelsevärdena baseras på (för flera provtagningar vid samma upplag och samma tillfälle har medelvärdet använts).

LAKVATTEN Ämne / Prov	Enhet	Detektions- gräns	Lindbodarnas avfallsupplag			Tidigare provtagningar vid andra avfallsupplag			Rel st.av. %	Antal upplag
			1A	1B	1C	Min	Max	Median		
<b>Organiska summaparametrar</b>										
Opolära alifater	µg/l	100	-	-	-	-	-	-	-	6
Totalt extraherbara alifater		100	-	-	300	5 400	2 200	2 400	69	6
Totalt extraherbara aromater		200	410	-	-	0	0	0		6
EGOM		50	2 600	-	-	10 000	1 600	2 500	124	9
EOX		1	1,5	-	-	30	8,0	11	96	8
<b>Organiska föreningar</b>										
<b>Klorerade alifater</b>										
Diklormetan	µg/l	1	-	-	-	1,1	0,0	0,0	510	27
1,1-Dikloretan		0,5	-	-	-	4,0	0,0	0,2	438	27
1,2-Dikloretan		0,5	-	-	-	-	-	-		27
t-1,2-Dikloretan		0,5	-	-	-	0,6	0,0	0,0	510	27
c-1,2-Dikloretan		0,5	-	-	-	20	0,0	0,9	421	27
1,2-Diklorpropan		0,5	-	-	-	20	0,0	1,3	359	27
Triklormetan		0,1	-	-	-	0,6	0,0	0,0	510	27
Tetraklormetan		0,1	-	-	-	9,5	0,0	0,4	510	27
1,1,1-Trikloretan		0,1	-	-	-	-	-	-		27
1,1,2-Trikloretan		0,1	-	-	-	-	-	-		27
Trikloretan		0,1	-	-	-	1,3	0,0	0,0	510	27
Tetrakloretan		0,1	-	-	-	-	-	-		24
<b>Monoaromater</b>										
Bensen	µg/l	0,2	-	-	-	-	-	-		27
Toluen			-	-	-	24	0,70	1,9	242	27
Etylbensen			-	-	-	590	0,9	27	409	27
Summa xylener			-	-	-	280	0,4	14	381	27
<b>Fenoler</b>			-	-	-	170	3,6	15	252	27
Fenol	µg/l	1-20	-	-	-	-	-	-		14
Kresol			-	-	-	12	0	0,9	361	14
Alkylfenol			-	-	-	30	0	5,7	167	14

1A = Lakvattendamm, 1B = Plaströr mellan upplag och damm, 1C = Nedanför äldsta delen av upplaget, 1D = Nedanför näst äldsta delen av upplaget

- Ämnet har analyserats men ej detekterats.

Sammanställning av samtliga resultat från analyser av lakvatten från Lindbodarnas avfallsupplag. Dessutom presenteras högsta och lägsta värden från tidigare karakteriseringar (min och max) samt medianvärden, medelvärden och relativ standardavvikelse. Vidare anges antal provtagna avfallsupplag som jämförelsevärdena baseras på (för flera provtagningar vid samma upplag och samma tillfälle har medelvärdet använts).

LAKVATTEN Ämne / Prov	Enhet	Detektions- gräns	Lindbodarnas avfallsupplag			Tidigare provtagningar vid andra avfallsupplag			Rel st.av. %	Antal upplag
			1A	1B	1C	Min	Max	Median		
<b>Organiska föreningar och organiska summaparametrar</b>										
<b>Polyaromater (PAH)</b>										
	µg/l	0,01-0,3								
Naftalen			-	-	-	33	0,37	2,4	259	27
Acenaftalen			-	-	-	1,8	0,0	0,12	359	15
Acenaften			-	-	-	1,3	0,08	0,31	135	15
Fluoren			-	-	-	2,5	0,11	0,47	157	15
Fenantren			-	-	-	2,7	0,17	0,62	151	15
Antracen			-	-	-	0,30	0,00	0,05	197	15
Fluoranten			-	-	-	0,87	0,04	0,11	200	15
Pyren			-	-	-	0,50	0,03	0,07	188	15
Bens(a)antracen			-	-	-	0,07	0,00	0,00	374	15
Krysen			-	-	-	0,08	0,00	0,01	303	15
Bens(b)fluoranten			-	-	-	0,15	0,00	0,01	374	15
Bens(k)fluoranten			-	-	-	0,05	0,00	0,00	314	15
Bens(a)pyren			-	-	-	0,07	0,00	0,01	266	15
Dibens(ah)antracen			-	-	-	-	-	-	-	15
Benso(ghi)perylene			-	-	-	0,09	0,00	0,01	257	15
Indeno(123cd)pyren			-	-	-	0,03	0,00	0,00	374	15
Summa 16 PAH			-	-	-	11	0,70	3,4	126	15
<b>ftalater</b>	µg/l	1-10								
Dimetylftalat			-	-	-	-	-	-	-	22
Dietylftalat			-	-	-	5,0	0,00	1,1	160	22
Di-n-propylftalat			-	-	-	-	-	-	-	22
Di-isobutylftalat			-	-	-	3,0	0,00	0,32	274	22
Di-n-butylftalat			-	-	-	4,0	0,00	0,27	316	22
Di-pentylftalat			-	-	-	-	-	-	-	22
Butylbensylftalat			-	-	-	3,0	0,00	0,18	357	22
Di-(2-etylhexyl)ftalat			-	-	-	100	0,00	1,2	205	22
Di-cyklohexylftalatftalat			-	-	-	-	-	-	-	22

1A = Lakvattendamm, 1B = Plaströr mellan upplag och damm, 1C = Nedanför äldsta delen av upplaget, 1D = Nedanför näst äldsta delen av upplaget

- Ämnet har analyserats men ej detekterats.

LAKVATTEN Ämne / Prov	Enhet	Detektions- gräns	Lindbodarnas avfallsupplag			Tidigare provtagningar vid andra avfallsupplag			Rel st.av. %	Antal upplag
			IA	IB	IC	Min	Max	Median		
<b>Organiska föreningar och organiska summaparametrar</b>										
<b>Klorbensener</b>										
Monoklorbensener		2	-	-	-	8,3	0,00	0,57	284	27
1,2-Diklorbensener		0,05	-	-	-	1,5	0,07	0,19	182	22
1,3-Diklorbensener		0,05	-	-	-	0,2	0,00	0,04	151	22
1,4-Diklorbensener		0,05	-	-	-	4,6	0,12	0,47	207	22
1,2,3-Triklorbensener		0,05	-	-	-	0,06	0,00	0,01	318	22
1,2,4-Triklorbensener		0,05	-	-	-	0,08	0,00	0,02	166	22
1,3,5-Triklorbensener		0,05	-	-	-	0,06	0,00	0,00	458	22
1,2,3,4-Tetraklorbensener		0,05	-	-	-	-	-	-	-	15
1,2,3,5-Tetraklorbensener		0,05	-	-	-	-	-	-	-	15
1,2,4,5-Tetraklorbensener		0,05	-	-	-	-	-	-	-	14
Pentaklorbensener		0,05	-	-	-	-	-	-	-	15
Hexaklorbensener			-	-	-	-	-	-	-	15
Summa klorbensener			-	-	-	3,9	0,33	0,95	119	15
<b>Klorfenoler</b>										
µg/l										
2-Monoklorfenol		0,1	-	-	-	-	-	-	-	15
3-Monoklorfenol		0,1	-	-	-	9,6	0,00	0,69	348	15
4-Monoklorfenol		0,1	-	-	-	-	-	-	-	14
2,6-Diklorfenol		0,01	-	-	-	0,8	0,00	0,06	347	15
2,4- + 2,5-Diklorfenol		0,01	0,01	0,02	-	1,6	0,17	0,24	158	15
2,3-Diklorfenol		0,01	-	-	-	0,01	0,00	0,00	374	15
3,4-Diklorfenol		0,01	-	0,04	-	4,3	0,00	0,34	314	15
3,5-Diklorfenol		0,01	-	0,04	-	23	0,06	1,6	357	15
2,4,6-Triklorfenol		0,01	-	-	-	0,08	0,02	0,03	106	15
2,3,6-Triklorfenol		0,01	-	-	-	0,02	0,00	0,00	200	15
2,3,5-Triklorfenol		0,01	-	0,01	-	1,2	0,00	0,10	169	15
2,4,5-Triklorfenol		0,01	-	-	-	2,2	0,01	0,16	331	15
2,3,4-Triklorfenol		0,01	-	-	-	-	-	-	-	15
3,4,5-Triklorfenol		0,01	-	-	-	1,2	0,00	0,10	304	15
2,3,4,5-Tetraklorfenol		0,01	-	-	-	0,01	0,00	0,00	374	15
2,3,4,6-Tetraklorfenol		0,01	-	0,04	-	-	-	-	-	15
Pentaklorfenol		0,01	-	-	-	1,0	0,00	0,08	287	15
Summa klorfenoler			-	0,15	-	43	0,35	3,5	317	14

IA = Lakvattendamm, IB = Plaströr mellan upplag och damm, IC = Nedanför äldsta delen av upplaget, ID = Nedanför näst äldsta delen av upplaget  
- Ämnet har analyserats men ej detekterats.



Sammanställning av samtliga resultat från analyser av lakvatten från Lindbodarnas avfallsupplag. Dessutom presenteras högsta och lägsta värden från tidigare karakteriseringar (min och max) samt medianvärden, medelvärden och relativ standardavvikelse. Vidare anges antal provtagna avfallsupplag som jämförelsevärdena baseras på (för flera provtagningar vid samma upplag och samma tillfälle har medelvärdet använts).

LAKVATTEN Ämne / Prov	Enhet	Detektions- gräns	Lindbodarnas avfallsupplag			Tidigare provtagningar vid andra avfallsupplag			Rel st.av. %	Antal upplag		
			1A	1B	1C	Min	Max	Median			Medel	
<b>Organiska föreningar och metallorganiska föreningar</b>												
<i>Fenoxisyror</i>												
2,4-D	µg/l	0,05-0,15	0,15	0,40	-	-	0,11	0,01	0,01	0,01	316	11
MCPA			3,9	0,73	0,06	-	1,4	0,19	0,19	0,19	203	15
MCPP			0,15	0,14	-	2,3	54	10	10	10	148	15
2,4,5-T			-	-	-	-	2,9	0,27	0,3	0,3	301	12
2,4-DP			0,35	1,4	0,35	0,36	8,1	1,5	1,5	1,5	144	13
2,4,5-TP			-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
MCPB			-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
2,4-DB			-	-	-	-	-	-	-	-	-	11

IA = Lakvattendamm, 1B = Plaströr mellan upplag och damm, 1C = Nedanför äldsta delen av upplaget, 1D = Nedanför näst äldsta delen av upplaget

- Ämnet har analyserats men ej detekterats.

Sammanställning av samtliga resultat från analyser av sediment från Lindbodarnas avfallsupplag. Dessutom presenteras högsta och lägsta värden från tidigare karakteriseringar (min och max) samt medianvärden, medelvärden och relativ standardavvikelse. Vidare anges antal provtagna avfallsupplag som jämförelsevärdena baseras på (för flera provtagningar vid samma upplag och samma tillfälle har medelvärdet använts). Halterna i jordskorpan avser den kontinentalta jordskorpan enligt Sternbeck och Östlund (1999).

LAKVATTENSEDIMENT Ämne / Prov	Enhet	Detektions- gräns	Lindbodarnas avfallsupplag			Tidigare provtagningar vid andra avfallsupplag			Jordskorpan			
			1A	1C	1D	Min	Max	Median	Medel	Rel st.av. %	Antal upplag	
<b>Allmän karakterisering</b>												
Torrsubstans (TS)	vikts-%		29	38	43	34	80	57	57	35	4	
Glödingsrest GF/A	vikts-%		18	17	32	5,8	22	16	16	34	5	
<b>Metaller och andra oorganiska föreningar</b>												
<i>Ofta analyserade</i>												
Ca			45 500	50 200	95 100						0	39 000
Fe			40 300	84 500	28 500						0	
K			3 420	1 760	1 540						0	
Mg			3 440	1 680	1 930						0	
Na			1 440	886	1 780						0	
S			4 510	1 340	1 150						0	
Al			27 400	7 370	664						0	
As			3,6	0,93	0,85	4,2	258	88,7	92,8	99	5	1,7
Ba			313	518	2200	602	2950	766	1268	70	5	580
Cd			1,4	0,60	0,13	0,34	11	0,77	3,2	131	5	0,10
Co			10	2,1	0,00	5,8	26	10,7	12,1	61	5	120
Cr			30	17	20	59	124	92	96	24	5	25
Cu			108	45	1,9	16	1890	47	424	173	5	0,04
Hg		0,04	0,17	0,12	-	0,09	2,5	0,35	0,70	129	5	
Mn			1 890	3 000	954						0	
Ni			14	6,3	2,9	6,1	68	24	33	71	5	
Pb			82	25,6	20,9	8,7	500	53	152	121	5	15
Zn			557	274	188	59	1 890	298	651	101	5	65

1A = Lakvattendamm, 1B = Plaströr mellan upplag och damm, 1C = Nedanför äldsta delen av upplaget, 1D = Nedanför näst äldsta delen av upplaget  
- Ämnet har analyserats men ej detekterats.

Sammanställning av samtliga resultat från analyser av sediment från Lindbodarnas avfallsupplag. Dessutom presenteras högsta och lägsta värden från tidigare karakteriseringar (min och max) samt medianvärden, medelvärdet och relativ standardavvikelse. Vidare anges antal provtagna avfallsupplag som jämförelsevärdena baseras på (för flera provtagningar vid samma upplag och samma tillfälle har medelvärdet använts). Halterna i jordskorpan avser den kontinentalta jordskorpan enligt Sternbeck och Östlund (1999).

LAKVATTENSESEDIMENT Ämne / Prov	Enhet	Lindbodarnas avfallsupplag		Tidigare provtagningar vid andra avfallsupplag		Medel	Rel st.av. %	Antal upplag	Jordskorpan		
		IA	IC	ID	Min					Max	Median
<b>Metaller och andra oorganiska föreningar</b>											
<i>Mindre ofta analyserade</i>											
Ag	mg/kg	1,6	0,77	0,14	0,06	1,3	0,73	0,70	72	3	0,07
Bi	TS	0,54	0,26	0,00	0,12	0,66	0,60	0,46	53	3	0,085
Ga		7,4	2,2	0,58	1,8	9,5	3,1	4,8	69	3	15
Ge		0,11	0,11	0,40	0,020	0,11	0,09	0,07	54	3	1,4
In		0,06	0,07	0,02	0,10	0,18	0,12	0,13	23	3	0,05
Li		11	3,5	0,74	20	111	21	51	85	3	18
Pt		0,047	0,000	0,000	0,004	0,017	0,011	0,011	50	3	0,0004
Pd		0,15	0,067	0,15	0,36	1,3	0,91	0,85	44	3	0,0004
Rb		23	8,5	2,8	9,4	74	40	42	64	3	
Rh		0,048	0,048	0,16	0,00	0,03	0,014	0,013	80	3	0,00006
Sb		0,22	0,19	0,26	0,31	15	1,64	5,6	117	3	0,3
Se		0,21	0,12	0,06	0,95	7,6	1,38	3,3	92	3	0,12
Te	0,04	0,060	-	-	0,030	0,050	0,042	0,041	20	3	0,005
Tl	0,05	0,33	0,055	-	0,16	0,62	0,45	0,41	46	3	0,52

IA = Lakvattendamm, IB = Plaströr mellan upplag och damm, IC = Nedanför äldsta delen av upplaget, ID = Nedanför näst äldsta delen av upplaget

- Ämnet har analyserats men ej detekterats.

Sammanställning av samtliga resultat från analyser av sediment från Lindbodarnas avfallsupplag. Dessutom presenteras högsta och lägsta värden från tidigare karakteriseringar (min och max) samt medianvärden, medelvärden och relativ standardavvikelse. Vidare anges antal provtagna avfallsupplag som jämförelsevärdena baseras på (för flera provtagningar vid samma upplag och samma tillfälle har medelvärdet använts).

<b>LAKVATTENSEDIMENT</b>		Detektionsgräns		<b>Tidigare provtagningar vid andra avfallsupplag</b>						
Ämne / Prov	Enhet	1A	1C	1D	Min	Max	Median	Medel	Rel st.av. %	Antal upplag
<b>Metall-organiska föreningar</b>										
<b>Organiskt tenn</b>	mg/kgTS									
Dibutyltenn	0,01	0,08			-	0,04	0,02	0,02	100	2
Tributyltenn		0,15			-	0,05	0,03	0,03	100	2
Dicyklohexyltenn		-			-	-	-	-	-	2
Tricyklohexyltenn		-			-	-	-	-	-	2
Difenyltenn		-			-	-	-	-	-	2
Trifenyltenn		-			-	-	-	-	-	2
<b>Organiskt kvicksilver</b>										
Metylkvicksilver	µg/kgTS		4,96							0

IA = Lakvattendamm, IB = Plaströr mellan upplag och damm, IC = Nedanför äldsta delen av upplaget, 1D = Nedanför näst äldsta delen av upplaget

- Ämnet har analyserats men ej detekterats.

Sammanställning av samtliga resultat från analyser av sediment från Lindbodarnas avfallsupplag. Dessutom presenteras högsta och lägsta värden från tidigare karakteriseringar (min och max) samt medianvärden, medelvärden och relativ standardavvikelse. Vidare anges antal provtagna avfallsupplag som jämförelsevärdena baseras på (för flera provtagningar vid samma upplag och samma tillfälle har medelvärden använts).

<b>LAKVATTENSESEDIMENT</b>		<b>Tidigare provtagningar vid andra avfallsupplag</b>									
Ämne / Prov	Enhet	Detektionsgräns	IA	IC	ID	Min	Max	Median	Medel	Rel st.av. %	Antal upplag
<b>Organiska summaparametrar</b>											
mg/kg TS											
EGOM			3600	360	260						0
EOX		0,1	1,5	0,50	-						0
<b>Organiska föreningar</b>											
mg/kg TS											
<b>Monoaromater</b>											
Bensen		0,05	-	-	-	-	0,51	0,07	0,15	125	5
Toluen			-	-	-	-	1,5	0,07	0,35	164	5
Etylbensen			-	1,8	-	-	2,2	0,00	0,44	200	5
Summa xylener			-	2,6	-	-	33	0,07	6,7	198	5
Summa aromater			-	4,4	-	-	37	0,20	7,6	195	5
<b>Fenoler</b>											
mg/kg TS											
Fenol		0,1	-	-	-	-	0,50	-	0,12	162	5
Kresol			-	-	-	-	2,8	0,10	0,70	153	5
Alkylfenol			-	-	-	-	-	-	-	-	5

IA = Lakvattendamm, IB = Plaströr mellan upplag och damm, IC = Nedanför äldsta delen av upplaget, ID = Nedanför näst äldsta delen av upplaget  
 - Ämnet har analyserats men ej detekterats.

Sammanställning av samtliga resultat från analyser av sediment från Lindbodarnas avfallsupplag. Dessutom presenteras högsta och lägsta värden från tidigare karakteriseringar (min och max) samt medianvärden, medelvärden och relativ standardavvikelse. Vidare anges antal provtagna avfallsupplag som jämförelsevärdena baseras på (för flera provtagningar vid samma upplag och samma tillfälle har medelvärdet använts).

<b>LAKVATTENSESEDIMENT</b>		<b>Lindbodarnas avfallsupplag</b>		<b>Tidigare provtagningar vid andra avfallsupplag</b>							
Ämne / Prov	Enhet	Detektionsgräns	1A	1C	1D	Min	Max	Median	Medel	Rel st.av. %	Antal upplag
<b>PAH</b>	mg/kg TS	0,01-0,2									
Naftalen			-	0,19	-	-	12	-	2,4	200	5
Acenaftalen			-	-	0,13	-	0,39	-	0,08	200	5
Acenaften			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Fluoren			-	-	-	-	3,5	-	0,70	200	5
Fenantren			0,40	0,05	0,08	-	10	0,11	2,2	177	5
Antracen			0,07	0,02	0,01	-	0,09	-	0,02	200	5
Fluoranten			0,23	0,01	0,01	-	3,1	0,10	1,1	121	5
Pyren			0,24	0,02	0,02	-	3,0	0,10	1,2	119	5
Bens(a)antracen			0,13	-	-	-	2,4	0,02	0,70	135	5
Krysen			0,13	0,02	-	-	4,9	0,19	1,5	127	5
Bens(b)fluoranten			-	-	-	-	13	0,05	2,7	188	5
Bens(k)fluoranten			0,05	-	-	-	3,3	0,02	0,70	187	5
Bens(a)pyren			-	-	-	-	2,0	0,02	0,50	154	5
Dibens(ah)antracen			0,05	-	-	-	1,1	-	0,23	193	5
Benso(ghi)perylene			0,20	-	-	-	6,3	0,05	1,4	183	5
Indeno(123cd)pyren			0,13	-	-	-	4,5	-	0,91	197	5
Summa 16 PAH			1,6	0,30	0,25	0,01	44	0,80	16	121	5
<b>ftalater</b>	mg/kg TS	1									
Dimetylftalat			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Dietylftalat			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Di-n-propylftalat			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Di-isobutylftalat			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Di-n-butylftalat			-	-	-	-	0,9	-	0,2	200	5
Di-pentylftalat			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Butylbensylftalat			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Di-cyklohexylftalatftalat			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Di-(2-etylhexyl)ftalat			-	-	-	-	7,8	-	1,6	200	5
			5,2	-	-	-	-	-	-	-	2

1A = Lakvattendamm, 1B = Plaströr mellan upplag och damm, 1C = Nedanför äldsta delen av upplaget, 1D = Nedanför näst äldsta delen av upplaget

- Ämnet har analyserats men ej detekterats.

LAKVATTENSEDIMENT Ämne / Prov	Enhet	Detektions- gräns	Lindbodarnas avfallsupplag			Tidigare provtagningar vid andra avfallsupplag			Rel, st.av. %	Antal upplag	
			IA	IC	ID	Min	Max	Median			Medel
<b>Klorbensener</b>	mg/kg TS										
Monoklorbensen		0,05	-	-	-	-	0,06	-	0,01	200	5
1,2-Diklorbensen		0,05	-	-	-	-	1,5	-	0,30	200	5
1,3-Diklorbensen		0,05	-	-	-	-	0,08	-	0,02	200	5
1,4-Diklorbensen		0,05	-	0,06	-	-	0,38	-	0,08	200	5
1,2,3-Triklorbensen		0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	5
1,2,4-Triklorbensen		0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	5
1,3,5-Triklorbensen		0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	5
1,2,3,4-Tetraklorbensen		0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	5
1,2,3,5-Tetraklorbensen		0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Pentaklorbensen		0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Hexaklorbensen		0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Summa klorbensener			-	0,06	-	-	2,0	-	0,40	200	5
<b>Klorfenoler</b>	mg/kg TS										
2-Monoklorfenol		0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	5
3-Monoklorfenol		0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	5
4-Monoklorfenol		0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	4
2,6-Diklorfenol		0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	5
2,4- + 2,5-Diklorfenol		0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	5
2,3-Diklorfenol		0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	5
3,4-Diklorfenol		0,01	-	0,03	-	-	-	-	-	-	5
3,5-Diklorfenol		0,01	-	0,04	-	-	-	-	-	-	5
2,4,6-Triklorfenol		0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	5
2,3,6-Triklorfenol		0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	5
2,3,5-Triklorfenol		0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	5
2,4,5-Triklorfenol		0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	5
2,3,4-Triklorfenol		0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	5
3,4,5-Triklorfenol		0,01	-	-	-	-	0,03	-	0,01	122	5
2,3,4,6- och 5,6-Tetraklorfenol		0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	5
2,3,4,5-Tetraklorfenol		0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Pentaklorfenol		0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Summa klorfenoler			-	0,07	-	-	0,03	-	0,01	122	5

IA = Lakvattendamm, IB = Plaströr mellan upplag och damm, IC = Nedanför äldsta delen av upplaget, ID = Nedanför näst äldsta delen av upplaget  
- Ämnet har analyserats men ej detekterats.

LAKVATTENSEDIMENT Ämne / Prov	Enhet	Detektions- gräns	Lindbodarnas avfallsupplag			Tidigare provtagningar vid andra avfallsupplag			Antal upplag		
			IA	IC	ID	Min	Max	Median		Medel	Rel, st.av. %
<b>PCB</b>	mg/kg TS	0,001									
PCB 28			0,003	0,068	0,005	-	0,19	0,000	0,040	186	5
PCB 52			0,005	0,032	0,006	-	0,19	0,004	0,041	183	5
PCB 101			0,009	0,010	0,002	-	0,22	0,007	0,049	175	5
PCB118			0,005	0,007	0,002	-	0,14	0,002	0,030	180	5
PCB 138			0,011	0,006	0,002	-	0,16	0,007	0,036	170	5
PCB 153			0,012	0,002	0,006	-	0,14	0,008	0,033	165	5
PCB180			0,008	0,008	0,002	-	0,062	0,005	0,015	155	5
Summa PCB			0,050	0,14	0,020	-	1,1	0,030	0,24	176	5
<b>Pesticider</b>	mg/kgTS	0,001									
Hexaklorbensen			-	-	-	-	0,001	-	-	200	5
o,p'-DDT			-	-	-	-	-	-	-	-	5
p,p'-DDT			-	-	-	-	-	-	-	-	4
o,p'-DDD			-	-	-	-	-	-	-	-	4
p,p'-DDD			-	0,002	-	-	-	-	-	-	5
o,p'-DDE			-	-	-	-	-	-	-	-	5
p,p'-DDE			-	-	0,002	-	-	-	-	-	5
Aldrin			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Dieldrin			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Endrin			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Isodrin			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Telodrin			-	-	-	-	-	-	-	-	5
a-HCH			-	-	-	-	-	-	-	-	5
b-HCH			-	-	-	-	-	-	-	-	5
g-HCH = lindan			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Heptaklor			-	-	-	-	-	-	-	-	5
cis-Heptaklorepoxid			-	-	-	-	-	-	-	-	5
trans-Heptaklorepoxid			-	-	-	-	-	-	-	-	5
a-Endosulfan			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Hexaklorbutadien			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Hexakloreten			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Pentaklorbensen			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Summa Pesticider			-	0,002	0,002	-	0,002	-	-	200	5

IA = Lakvattendamm, IB = Plaströr mellan upplag och damm, IC = Nedanför äldsta delen av upplaget, ID = Nedanför näst äldsta delen av upplaget  
- Ämnet har analyserats men ej detekterats.



Sammanställning av resultat från GC-MS "screening" analys av ett sedimentprov från Lindbodarnas avfallsupplag. Sedimentprovet representerade 1C, dvs provet var taget nedanför den äldsta delen av avfallsupplaget. I tabellen finns sammansällt typ av derivatiseringsmetod samt relativ mängd för två av föreningarna. Vidare presenteras om föreningarna finns inkluderade i Kemikalieinspektionens solnedgångsprojekt (Kemikalieinspektionen, 1995). Analyserna utfördes vid IVL.

<b>LAKVATTENSEDIMENT</b>	Derivatiseringsmetod	Relativ mängd	Inkluderad i KEMI solnedgångsprojekt
Identifierad komponent			
Tetradekansyra	Metylerat		
Pentadekansyra	Metylerat		
Hexadekansyra	Metylerat		
Hexadekansyra	Metylerat		
Oktadekansyra	Metylerat		
Eikosansyra	Metylerat		
Dekosansyra	Metylerat		
Tetrakosansyra	Metylerat		
Hexakosansyra	Metylerat		
Dehydroabietinsyra	Metylerat		
Xylen (dimetylbensen)	Oderivatiserat		x
1,2,4-Trimetylbensen	Oderivatiserat		x
Tetrametylbensen (2 isomerer)	Oderivatiserat		
Dietylbensen, 2 isomerer	Oderivatiserat		
Propylbensen	Oderivatiserat		x
Metylytylbensen, 3 isomerer	Oderivatiserat		
Metyl isopropylbensen (o-, p-, m-)	Oderivatiserat	Hög	
Metylpropylbensen	Oderivatiserat		
Etyldimetylbensen (4-5 isomerer)	Oderivatiserat		
1,1'-etylidienbis-4-etylbensen med alkylsubstituenten?	Oderivatiserat		
Naftalen	Oderivatiserat		x
2-Metylnaftalen	Oderivatiserat		
1-Metylnaftalen	Oderivatiserat		
Dimetylnaftalen (4 isomerer)	Oderivatiserat		
3-(2-Fenyletyl)-fenol	Acetylerad		
Fytol (nedbrytningsprodukt av klorofyll)	Oderivatiserat och acetylerat		
β-Sitosterol (växtsterol)	Acetylerad		
1,4-Diklorbensen	Oderivatiserat	Låg	x

## IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL är ett oberoende och fristående forskningsinstitut som ägs av staten och näringslivet. Vi erbjuder en helhetssyn, objektivitet och tvärvetenskap för sammansatta miljöfrågor och är en trovärdig partner i miljöarbetet.

IVLs mål är att ta fram vetenskapligt baserade beslutsunderlag åt näringsliv och myndigheter i deras arbete för ett bärkraftigt samhälle.

IVLs affärsidé är att genom forskning och uppdrag snabbt förse samhället med ny kunskap i arbetet för en bättre miljö.

### Forsknings- och utvecklingsprojekt publiceras i

IVL Rapport: IVLs publikationsserie (B-serie).

IVL Nyheter: Nyheter om pågående projekt på den nationella och internationella marknaden.

IVL Fakta: Referat av forskningsrapporter och projekt.

IVLs hemsida: [www.ivl.se](http://www.ivl.se)

Forskning och utveckling som publiceras utanför IVLs publikationsserie registreras i IVLs A-serie.

Resultat redovisas även vid seminarier, föreläsningar och konferenser.



#### **IVL Svenska Miljöinstitutet AB**

Box 210 60, SE-100 31 Stockholm  
Hälsingegatan 43, Stockholm  
Tel: +46 8 598 563 00  
Fax: +46 8 598 563 90

[www.ivl.se](http://www.ivl.se)

#### **IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd**

Box 470 86, SE-402 58 Göteborg  
Dagjämningsgatan 1, Göteborg  
Tel: +46 31 725 62 00  
Fax: +46 31 725 62 90

Aneboda, SE-360 30 Lammhult  
Aneboda, Lammhult  
Tel: +46 472 26 20 75  
Fax: +46 472 26 20 04