

# FASTLÄGGNING AV TUNGMETALLER I TVÅ ÖVERSILNINGSYTOR FÖR TRAFIKDAGVATTEN I MALMÖ

Accumulation of heavy metals in two Vegetative Filter Strips treating road runoff in the city of Malmö, Sweden

av PETER LINDVALL<sup>1</sup>, VIVEKA LIDSTRÖM<sup>2</sup> och ANN-CHRISTIN SUNDAHL<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institutionen för Kemiteknik, Lunds Universitet, 221 00 Lund

e-post: w03prl1@student.lth.se

<sup>2</sup> Institutionen för Kemiteknik, Lunds Universitet, 221 00 Lund

e-post: Viveka.Lidstrom@chemeng.lth.se

<sup>3</sup> Tyréns AB, 205 19 Malmö

e-post: ann-christin.sundahl@tyrens.se



## Abstract

This paper evaluates the accumulation of the heavy metals cadmium, chromium, copper, nickel, lead, zinc and the effect of deicing salt in two Vegetative Filter Strips in an eight years old facility in southern Malmö. The two Vegetative Filter Strips were the road shoulder and the last step in the treatment facility after a swale, pond and filter mound. Samples were taken at the surface and at 20 cm depth, along the two Vegetative Filter Strips. Cadmium, Chromium, Copper, Nickel, Lead, Zinc and the exchangeable sodium percentage were analyzed.

The results show that the road shoulder has accumulated Cadmium, Chromium, Copper, Lead and Zinc. No metal concentrations in the surfaces have reached the Swedish guideline values for sensitive land-use. In the surface of the road shoulder Zinc shows the highest levels compared to the Swedish guideline values for sensitive land-use. The exchangeable sodium percentage in the soil indicates that the first Vegetative Filter Strip is most affected by de-icing salts, but also the last Vegetative Filter Strip indicate increased levels. There is therefore an increased risk of colloidal transport of pollutants in the road shoulder because of deteriorated soil physical properties.

*Key words* – Stormwater treatment, Vegetated filter strip, Malmö, accumulation, heavy metals, exchangeable sodium percentage, cation exchange capacity

## Sammanfattning

Denna artikel utvärderar ackumulationen av tungmetallerna kadmium, krom, koppar, nickel, bly, zink samt påverkan av vägsalt i två översilningsytor i en åtta år gammal dagvattenreningsanläggning i södra Malmö. Översilningsytorna utgjordes av en vägslänt och en efterpolerande översilningsyta efter svackdike, magasineringsdamm och en filtervall. Proverna togs i ytan och på 20 cm djup, utmed de två ytorna. Kadmium, krom, koppar, nickel, bly, zink och delen utbytbar natrium i jorden analyserades.

Resultaten visar att kadmium, krom, koppar, bly och zink har fastlagts i ytan i vägslänten. Efter åtta års drift uppnår ingen halt Naturvårdsverkets generella riktvärde för känslig markanvändning (KM). I ytan på vägslänten har zink den högsta halten, i jämförelse med KM, av samtliga metaller. Andelen utbytbar natrium i marken indikerar att den första översilningsytan är mest påverkad av vägsalt, men även att den sista har förhöjda värden. Det finns därmed en ökad risk för transport av föroreningar bundna till fina partiklar på grund av en förändrad jordstruktur.

## Inledning

Trafiken med dess avgaser, slitage och korrosion av bromsbelägg och kaross, smörjoljor och nötning av däck och vägbana gör att vägdagvatten kan ha betydande halter av föroreningar (Vägverket, 2004). För att minska inverkan på de naturliga recipienterna har flera anläggningar byggts för att omhänderta vägdagvatten i Sverige. Målet är ofta att fastlägga eller omvandla föroreningar och att magasinera vatten för att undvika att yt- eller grundvatten utsätts för höga flöden och föroreningar som transporteras med dagvattnet. Vanliga öppna lösningar för dagvatten är dammar, våtmarker, svackdiken och översilningsytor. De första finns relativt väl beskrivna i litteraturen, men kunskapen om översilningsytors funktion är mera begränsad. För att bidra till förståelsen om översilningsytor utvärderas i denna artikel fastläggningen av tungmetaller i två översilningsytor i en 8 år gammal anläggning för trafikdagvatten i Malmö.

## Bakgrund och syfte

### Problemet med tungmetaller och vägsalt i trafikdagvatten

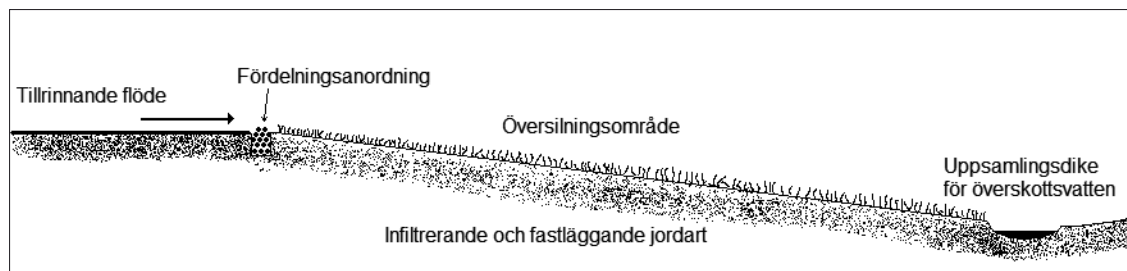
Trafikdagvatten innehåller tungmetaller och även om vissa tungmetaller kan vara essentiella för organismer, så är de toxiska i högre koncentrationer. Funktionen med översilningsytor är att metallerna i dagvattnet skall fastläggas i det övre markskiktet. En mycket stor del är vanligtvis partikulärt bundna och kan sedimentera eller filtreras fast i marken, medan de lösta jonerna kan adsorberas till markpartiklar. Ett mått för att uppskatta en jordarts förmåga att binda positivt laddade joner, som metalljoner, är jordens katjonbyteskapacitet (CEC). Främst är det lerhalten och det organiska materialet som bidrar till en hög katjonbyteskapacitet. Metallerna ska alltså fastläggas i så stor utsträckning som möjligt, men eftersom metallerna inte kan brytas ner innebär det att marken ackumulerar de giftiga tungmetallerna. Något som på längre sikt kan begränsa markanvändningen.

Det har visat sig att vägsaltning kan orsaka förhöjda halter av inbundet natrium vid infiltration av vägdagvatten (Norrström och Jacks, 1998). Starkare joner som kalcium och magnesium byts då ut och de svagare laddade natriumjonerna gör att de elektrostatiske krafter som klibbar samman jordpartiklar blir svagare. Då natrium utgör mer än 15 % av de utbytbara baskatjonerna kan jorden ha märkbart försämrade aggregerande egenskaper (Brady och Weil, 2002). En annan risk med de förhöjda natriumhalterna är att redan inbundna tungmetaller kan trängas ut från markpartiklarna (Löfgren, 2000).

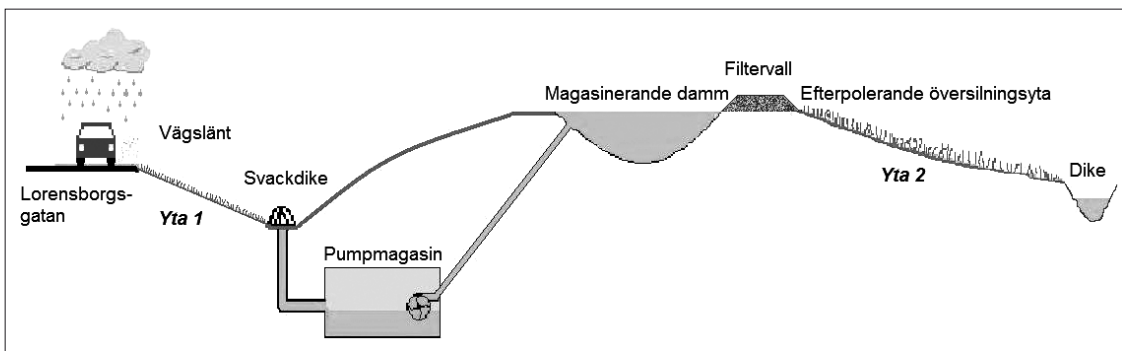
### Översilningsytor för rening av trafikdagvatten

En förhållandevis enkel reningsmetod är att låta trafikdagvattnet och dess föroreningar rinna ut över vegetationsstäckta ytor. Dessa så kallade översilningsytor är svagt sluttande vegetationsytor, där vattnet rinner jämnt fördelat över ytan och bromsas upp av den täta vegetationen. Principen visas i figur 1.

I översilningsytan avskiljs föroreningar genom sedimentation, infiltration, filtration och adsorption. Viktigt för att få en effektiv översilningsyta är ett jämnt fördelat flöde över hela ytan och ofta behövs fördelningsanordningar för att åstadkomma detta. Större partiklar sedimenterar på markytan medan lösta föroreningar och små partiklar främst avskiljs med det infiltrerade vattnet. Dessa filtreras eller adsorberas på ytor hos markpartiklar, främst organiskt material eller lerpartiklar och fastläggs till en mycket stor del i den övre delen av jorden, ner till ett par decimeters djup. Av stor vikt för funktionen hos översilningsytan är uppbromsningen av vattnet och att inte vegetationen viker sig av ett för högt vattenflöde eller att jorden eroderar av vattenhastigheten. Vattendjupet bör därför vara lägre än 25 mm och hastigheten bör inte överstiga 0,3 m/s. Släntlutningen bör vara 2–5 %. En flackare lutning ger en längre uppehållstid för vattnet och bättre rening, men också mer pölbildning och längre upptorkningstid efter regn. Den översilade sträckan och markens infiltrationshastighet påverkar i hög grad avskiljningen av partiklar och bundna föroreningar. Önsk-



Figur 1. Principskiss över en översilningsyta.



Figur 2. De olika delarna i Lorensborgsgatans dagvattenreningsanläggning.

värt är en sträcka på minst 20 m på en siltig jordart med en infiltrationshastighet omkring 25 mm/h (Lindvall, 2008).

## Metod

### Beskrivning av den undersökta dagvattenanläggningen

Dagvattenanläggningen vid Lorensborgsgatan i södra Malmö byggdes år 2000 för att ta hand om vägdagvatten från 3 hektar väg. Trafikutvecklingen har under tiden ökat från 3 200 till 10 400 fordon i medelvardagsdygnstrafik mellan åren 2000 och 2007. Anläggningen förvaltas av VA SYD och består av vägslänter, som fungerar som översilningsytor, där vattnet rinner över ytan och ner i svackdiken. I diken finns kupolbrunnar med jämna avstånd som, via en kulvert, leder vattnet till ett magasin varifrån det lyfts upp med pumpar till en utjämningsdamm. Den norra sidan av dammen är en filtrevall, där vattnet får sila igenom filtersand och ut över en översilningsyta till den mottagande recipienten, ett vanligt dike. En förtydligande bild över anläggningen finns i figur 2.

I anläggningen finns två olika översilningsytor, som undersökts med avseende på tungmetaller, utbytbar natrium samt katjonbyteskapacitet.

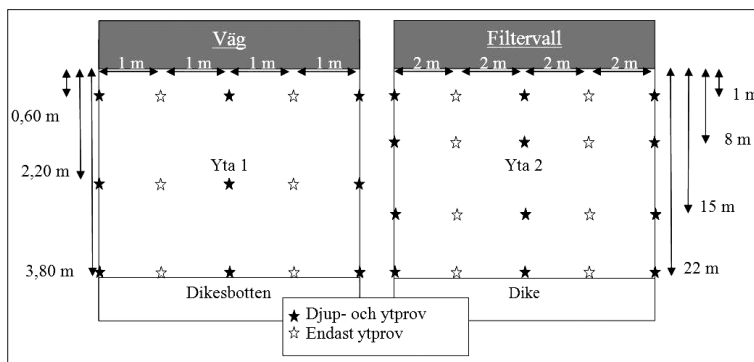
Den första översilningsytan, vägslänten, är 3,8 m bred med en lutning på 7%. Vegetationen består av 5–10 cm långt gräs och låg mossa, täckningen bedöms vara god. Jordmaterialet består till stor del av sten och sand, infiltrationen bör således vara god. Den tillrinnande ytan från vägen är 10 kvadratmeter per längdmeter översilningsyta.

Den andra översilningsytan är, på provtagningsområdet, ca 22 m bred med en lutning på 4–5%. Vegetationen varierar, på den del av ytan där proverna tas dominerar bladvass och högt gräs med en marktäckande mossa, och täckningen bedöms som tillräcklig. Jordmånen är den ursprungliga lermoränen och infiltrationshastigheten kan förutsättas vara låg. Den nedre tredjedelen av ytan har, vid provtagningsstillfället, stående vatten på ytan och marken är vattenmättad. Det tillrinnande flödet är omkring 6 liter per sekund och längdmeter för den andra översilningsytan och är troligen mer än 10 gånger så stort i jämförelse med vägsläntens.

### Provtagning och analyser

Provtagningen i anläggningen utfördes den 16 oktober 2008. Provytorna delades in i 5 linjer för provtagning med en meters mellanrum, enligt figur 3. På varje linje

Figur 3. Provtagningsplan för vägslänt (vänster) och efterpolerande översilningsyta (höger), sedd från ovan. Djupprov togs på 20 centimeters djup och ytprov på 0–5 cm djup.



Tabell 1. Vägsläntens (yta 1) metallhalter (mg/kg TS) i ytliga prov och på 20 cm djup på de olika avstånden från vägen.

|           | Vägslänt (yta 1) |       |          |       |          |       |
|-----------|------------------|-------|----------|-------|----------|-------|
|           | 0,6 (m)          |       | 2,20 (m) |       | 3,80 (m) |       |
|           | Yta              | 20 cm | Yta      | 20 cm | Yta      | 20 cm |
| <i>Cd</i> | 0,135            | 0,186 | 0,393    | 0,242 | 0,411    | 0,136 |
| <i>Cr</i> | 11,3             | 5,32  | 14,3     | 5,11  | 16       | 1,84  |
| <i>Cu</i> | 37,8             | 24,6  | 49,1     | 29,5  | 57,9     | 21,1  |
| <i>Ni</i> | 8,4              | 12,2  | 13,3     | 14,5  | 19,6     | 12,4  |
| <i>Pb</i> | 12,2             | 15,4  | 24,6     | 19,9  | 40,5     | 12,6  |
| <i>Zn</i> | 153              | 88,7  | 246      | 122   | 209      | 111   |

togs ytprover på 0–5 cm djup. Djupprover på 20 cm togs på den mittersta samt de två yttersta linjerna. Yt- respektive djupproverna på varje avstånd slogs samman till varsitt samlingsprov. Ett samlingsprov från 20 cm i samtliga provgropar togs även för analys av jordarnas katjonbyteskapacitet och pH. En stor skillnad i CEC och pH skulle kunna påverka metallernas fastläggning och därmed försvåra jämförelsen mellan de två ytorna. CEC-analysen används även för att studera en eventuell påverkan av vägsalt i de två ytorna.

Halterna av kadmium, krom, koppar, nickel, bly och zink analyserades i samtliga prover. Dessutom analyserades katjonbyteskapaciteten och mängden utbytbar natrium från samlingsproverna på 20 cm djup i vardera ytan.

Metallproverna torkades vid 105°C (SS028113). Analysprovet siktades genom en 2 mm siktduk och torkades vid 50°C. Upplösning har skett i slutna teflonbehållare i mikrovågsugn med 5 ml koncentrerad HNO<sub>3</sub> + 0,5 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Analyser har skett enligt EPA-metod 200.7 (ICP-AES) samt 200.8 (ICP-MS).

Katjonbyteskapacitet och utbytbar natrium bestämdes för varsitt samlingsprov från 20 cm djup i vardera

ytan. Jorden siktades genom ett 6 mm såll. 20 g jord extraherades med 100 ml 0,1 M BaCl<sub>2</sub>. Därefter analyserades pH med en standard pH-meter och grundelementen med ICP AES. Koncentrationerna av Al, B, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na och H räknades om till milliekvivalenter och summerades. Genom att mäta jordens vattenhalt, medelst upphettning till 105 °C, kunde slutligen utbytbara joner per massa jord bestämmas (katjonbyteskapacitet). Utbytbar natrium bestäms genom att beräkna hur stor del av CEC som utgörs av natriumjoner.

## Resultat och diskussion

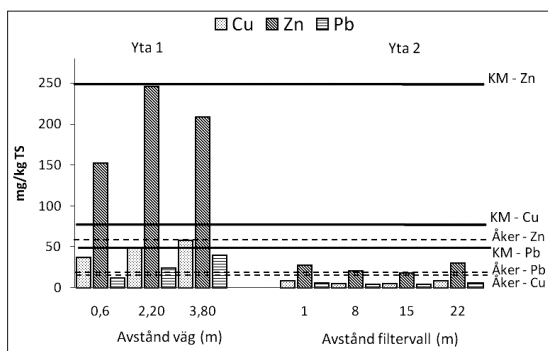
### Metallfastläggning i de två översilningsytorna

Analysresultaten för vägslänten syns i tabell 1 och för den efterpolerande översilningsytan i tabell 2.

I figurerna 4, 5 och 6 finns metallhalterna i ytproverna för de två översilningsytorna. I figurerna finns även riktvärdet för känslig markanvändning (KM) markerade med heldragen linje. Riktvärdet känslig markanvändning är fastställt för att skydda hälsa, markmiljö, grund-

Tabell 2. Den efterpolerande översilningsytans (yta 2) metallhalter (mg/kg TS) i ytliga prov och på 20 cm djup på de olika avstånden från filtervallen.

|           | Översilningsyta (yta 2) |       |       |       |        |       |        |       |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
|           | 1 (m)                   |       | 8 (m) |       | 15 (m) |       | 22 (m) |       |
|           | Yta                     | 20 cm | Yta   | 20 cm | Yta    | 20 cm | Yta    | 20 cm |
| <i>Cd</i> | 0,108                   | 0,21  | 0,116 | 0,137 | <0,1   | 0,169 | 0,201  | 0,154 |
| <i>Cr</i> | 4,49                    | 4,47  | 3,72  | 3,34  | 4,10   | 4,33  | 4,95   | 3,82  |
| <i>Cu</i> | 9,27                    | 6,31  | 5,73  | 5,9   | 5,56   | 4,91  | 8,68   | 4,83  |
| <i>Ni</i> | 8,61                    | 7,37  | 7,16  | 7,89  | 5,53   | 6,84  | 8,45   | 6,15  |
| <i>Pb</i> | 6,06                    | 4,33  | 4,38  | 4,77  | 4,47   | 5,13  | 5,94   | 5,34  |
| <i>Zn</i> | 28,4                    | 25,5  | 21,1  | 20,9  | 18,1   | 17,5  | 31,0   | 17,8  |



Figur 4. Halterna av koppar, zink och bly i de ytliga proverna längs vägsälanten (yta 1) respektive översilningsytan (yta 2), riktvärde för känslig markanvändning, heldragen linje, samt referenshalt från åkermark, streckad linje.

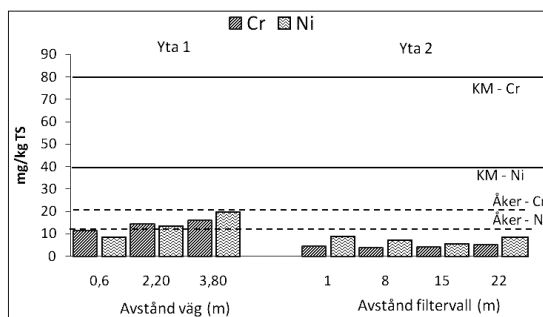
vatten och ytvatten (Naturvårdsverket, 2008). Dessutom finns medelhalter av tungmetaller i svensk åkermark (Naturvårdsverket, 1999) markerat med streckad linje i figurerna. Denna används för att uppskatta vilka bakgrunds nivåer som kan förekomma i relativt opåverkad mark.

Figur 4 visar att främst zink, men även koppar och bly, uppvisade betydligt högre halter i ytan på den första översilningsytan än i den andra. Halterna av koppar och zink överstiger halterna i svensk åkermark i vägsälantens yta. Detsamma gäller för bly, förutom i det första provet. Trots högre halter i vägsälanten överstiger ingen av metallerna riktvärdet för känslig markanvändning. Dessa tre metaller är välkända som förekommande i trafikdagvatten (Vägverket, 2007) och skillnaden mellan den första och sista översilningsytan styrker att avskiljningen i anläggningen med stor sannolikhet fungerar tillfredställande för dessa. För den sista översilningsytan var samtliga medelvärden för samtliga metaller under medelhalten för svensk åkermark.

Halterna av krom och nickel i de två översilningsytorna visas i figur 5. Skillnaden mellan krom och nickel var liten mellan de två översilningsytorna. Ingen av halterna ligger över riktvärdet för känslig markanvändning och halterna ligger nära eller under medelhalten i svensk åkermark (Naturvårdsverket, 1999). De låga halterna och lilla skillnaden mellan de båda ytorna visar att de fastläggs till en lägre grad eller att emissionerna av krom och nickel är lägre i jämförelse med de andra studerade metallerna.

Det syns i figur 6 att även kadmiumhalterna var högre i den första än i den andra översilningsytan.

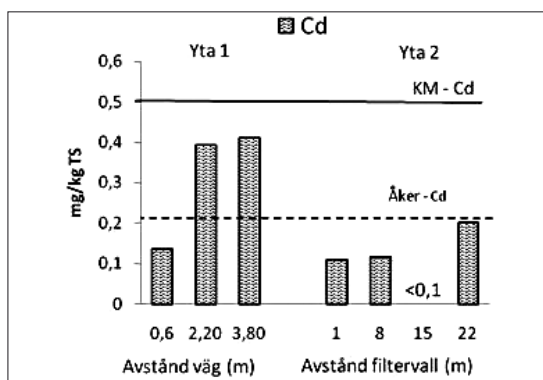
I ytan på den första översilningsytan, vägsälanten, ökar halterna av metallerna, utom zink, med avståndet från vägen. En förklaring till detta kan vara att vattenhastig-



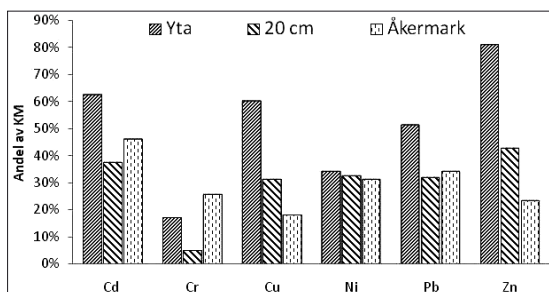
Figur 5. Halterna av krom och nickel i de ytliga proverna längs vägsälanten respektive översilningsytan, riktvärde för känslig markanvändning, heldragen linje, samt referenshalt från åkermark, streckad linje.

heten är så hög att partiklarna har svårt att sedimentera på den inledande sträckan av översilningsytan. Dessutom är det mindre vegetation och organiskt material på den första provpunkten, vilket påverkar fastläggningen negativt. Att halten ökar med avståndet kan påvisa brist i flödesmotstånd av vegetation, för lite organiskt material eller en för kort översilningssträcka.

Undersökningen visar att metallhalterna i vägsälanten är högre än i den efterpolerande översilningsytan, speciellt med hänseende till koppar, zink och bly. Att den andra översilningsytan än så länge har metallhalter i nivå med bakgrundsvärden tyder på att påverkan av dagvattnet är liten. Detta påvisar att dagvattenanläggningen fungerar i sin funktion att hindra metaller från att nå recipienten.



Figur 6. Halterna av kadmium i ytproverna längs vägsälanten (yta 1) respektive översilningsytan (yta 2), riktvärde för känslig markanvändning(KM), heldragen linje, samt referenshalt från åkermark, streckad linje. På avståndet 15 meter i översilningsytan var värdet under detektionsgränsen (<0,1).



Figur 7. Procentuell del av riktvärdet för känslig markanvändning (KM) för medelhalten i ytan och på 20 cm djup i vägslänten samt referens i form av medelvärdet för svensk åkermark.

### Metaller i den första översilningsytan och referens i förhållande till KM-värdet

I figur 7 visas förhållandet mellan medelhalterna av metallerna i ytan, på 20 cm djup, i vägslänten och medelhalten i svensk åkermark (Naturvårdsverket, 1999) och värdet för känslig markanvändning.

Samtliga studerade metallkoncentrationer hade lägre medelvärden på 20 cm djup än i ytan på vägslänten. Zink, kadmium och koppar har de högsta koncentrationerna i jämförelse med KM. I ytan överstiger zink, koppar, kadmium och bly tydligt referensvärdet för medelhalten av tungmetaller i svensk åkermark (Naturvårdsverket, 1999a). Dessa fyra metaller är kända som trafikrelaterade (Vägverket, 2007) och provresultatet tyder på att även om halterna är låga så kan redan efter åtta års drifttid trafikens påverkan ses i vägslänten.

### Riktvärden och livslängd

I figurerna 4 till 7 ses att halterna i den första ytan (vägslänten) för metallerna zink, bly, koppar och kadmium ligger nära gränsvärdet för känslig markanvändning

(KM) för vissa mätpunkter. Denna gräns är försiktigt satt och i tabell 3 redovisas därför medelhalterna för de fyra metallerna, KM, men även gränsvärden för mindre känslig markanvändning (MKM) och avfall Sveriges gränsvärde för farligt avfall för deponi (Avfall Sverige, 2007). I tabell 3 finns även referenshalter i form av medelhalten i åkermark (Naturvårdsverket, 1999a) och ursprunglig halt av de fyra metallerna i svensk skogsmark (Naturvårdsverket, 1999b).

Det ses i tabell 3 att samtliga metaller medelvärdet av samtliga prov för vägslänten ligger omkring halva gränsvärdet för KM. Men medelvärdena av kadmium och bly i samtliga prov utgör endast 2 respektive 5 procent av halten för MKM. För bly och zink är det 18 respektive 31 procent. De förhöjda metallkoncentrationerna när jämförelse med de halter som utgör gränsen för att betraktas som farligt avfall vid deponering (Avfall Sverige, 2007) utgör de endast några få procent.

Önskvärt är att kunna uppskatta när massorna kan tänkas komma att överskrida de olika gränsvärdena och på så vis försöka förutsäga livslängden på anläggningen. Med endast ett mätillfälle blir en sådan skattning mycket osäker, men kan ändå vara av intresse för att ge just en uppskattning. Genom att utgå från en linjär ackumulering kan tiden till gränsvärdena uppnås estimeras. Antagandet innebär att trafikemissionen och nederbörden förutsätts vara konstanta, att fastläggningen är den samma och varken förbättras eller försämras under drifttiden eller att lakningen av metaller förändras. De uppskattade tiderna för att uppnå gränsvärdena från mark med eller utan bakgrunds nivåer av metaller finns i tabell 4. I de första två raderna (KM och MKM) antas att metallkoncentrationen har uppkommit enkom av trafiken under de åtta åren, utan några naturliga bakgrundshalter. Medan för raderna tre till fem har antagits att jorden hade en ursprunglighalt, se tabell 3, innan anläggningen togs i drift.

Tabell 3. Medelhalter (mg/kg TS) från uppmätta resultat i vägslänten, gränsvärden för känslig och mindre känslig markanvändning (KM och MKM), avfall Sveriges gränsvärde för farligt avfall för deponi samt referensvärden för åkermark och en uppskattad ursprunglig halt i skogsmark.

|            |                         | Cd        | Cu    | Pb    | Zn    |
|------------|-------------------------|-----------|-------|-------|-------|
| Uppmätt    | Yta                     | 0,313     | 48,3  | 25,8  | 203   |
|            | 20 cm                   | 0,188     | 25,1  | 16,0  | 107   |
|            | Medelvärdet samtliga    | 0,251     | 36,7  | 20,9  | 155,0 |
| Gränsvärde | KM                      | 0,5       | 80    | 50    | 250   |
|            | MKM                     | 15        | 200   | 400   | 500   |
|            | Farligt avfall          | 100/1 000 | 2 500 | 2 500 | 2 500 |
| Referens   | Medelhalt i åkermark    | 0,23      | 14,6  | 17,1  | 59    |
|            | Urspr. halt i skogsmark | 0,2       | 6     | 8     | 60    |

Tabell 4. Antal år tills användningen av översilningsytorna begränsas till följd av höga metallhalter.

| Begränsad användning                  | Cd    | Cu  | Pb   | Zn  |
|---------------------------------------|-------|-----|------|-----|
| KM (utan bakgrundskonc.)              | 20    | 20  | 20   | 10  |
| MKM (utan bakgrundskonc.)             | 480   | 40  | 150  | 30  |
| MKM (med bakgr. åkermark)             | 5900  | 70  | 850  | 40  |
| MKM (med bakgr. skogsmark)            | 2400  | 50  | 250  | 40  |
| Farligt avfall (med bakgr. Skogsmark) | 16000 | 650 | 1600 | 200 |

I tabell 4 framgår att zink troligen är det ämne som först blir begränsande. Efter ytterligare 10 år från nu kan den totala medelhalten av zink i vägslänten ha nått KM och 30 år från nu nås i så fall MKM. Tas hänsyn till en bakgrundshalt av zink fördröjs den tiden med ytterligare 10 år. Detta eftersom trafiken i så fall har bidragit med en mindre mängd metall under de åtta driftåren. De andra tre metallerna uppskattas uppnå KM efter 20 år och koppar är först med att uppnå MKM efter 40 år och med en initial bakgrundshalt efter 50–70 år. De presenterade uppskattningarna av livslängd är mycket osäkra och bör betraktas som ett tankeexperiment. För att säkerställa livslängden bättre bör uppföljning med provtagning ske.

### Katjonbyteskapacitet och utbytbar natrium

I tabell 5 ses katjonbyteskapaciteten (CEC) i den första respektive andra översilningsytan samt utbytbara natriumjoner och hur stor del av CEC som utgörs av utbytbar natrium.

Skillnaden i katjonbyteskapacitet mellan de två översilningsytorna är liten, varför detta inte bör påverka metallhalter i resultaten. Ifall skillnaden i katjonbyteskapacitet är stor skulle detta innebära att samma massa av jord skulle kunna binda in olika mycket lösta metaller och därmed försvåra jämförelsen mellan provytorna.

I den första översilningsytan utgjorde utbytbar natrium 14 % och i den andra 4 %. Normalt utgör utbytbar natrium 1–2 % av katjonbyteskapaciteten i svenska jordar (Norrström och Jacks, 1998). Natriumhalterna är alltså förhöjda i de två översilningsytorna jämfört med naturliga nivåer, trots att mätningarna utfördes före årets saltningssäsong. I vägslänten ligger andelen natrium nära den gräns då jordens egenskaper anses vara förändrade till följd av natriummängden (Brady och Weil, 2002). Under den tid då porvattnet har en låg salthalt (ej saltningssäsong) är risken stor att kolloider med inbundna föroreningar rör sig med markvattenströmmarna istället för att bindas till ytor.

Tabell 5. Katjonbyteskapacitet och utbytbara natriumjoner på 20 cm djup i vägslänt och översilningsyta.

| Provyta         | CEC<br>(mekv/100g TS) | Na<br>(mekv/100g TS) | Na/CEC<br>(%) |
|-----------------|-----------------------|----------------------|---------------|
| Vägslänt        | 4,6                   | 0,63                 | 14            |
| Översilningsyta | 3,6                   | 0,16                 | 4             |

### Mätosäkerhet

Flera provresultat visar, i jämförelse med referensvärden för svensk åkermark, relativt låga halter. Detta beror troligen på den korta drifttiden för anläggningen. Detta samt det begränsade antalet prover gör det svårare att se säkra trender i resultaten. Säkerheten skulle kunna ökas med referensprover från anläggningen innan den togs i bruk och fler prover vid provtagningstillfället. CEC har endast analyserats för ett samlingsprov i vardera ytan. Fler prover och mer analyser är önskvärt för att kunna uttala sig säkrare om vägsaltets påverkan.

### Slutsatser

Av den utförda undersökningen kan konstateras att:

- Efter 8 års drifttid är fortfarande halterna av de studerade föroreningarna mycket låga. Zink i vägslänten har högst halt relativt riktvärdet för känslig markanvändning.
- Kadmium, krom, koppar, bly och zink har fastlagts i den första ytan, då dessa halter är klart högre än referensvärdena. Halterna avtar med djupet, vilket påvisar översilningsytors reningsfunktion vid infiltration av trafikdaggvatten.
- Metallkoncentrationerna i ytan i vägslänten ökar med avståndet från vägen. Detta tyder på att vägsläntens funktion kan förbättras ytterligare, till exempel genom att förlänga den översilande sträckan, förbättra grästheten eller minska lutningen.
- Daggvattenanläggningen i sin helhet klarar av att reducera trafikföroreningarna zink, koppar och bly, vilket visas med klart minskade halter mellan yta 1 och 2.
- Natriumhalterna i de båda ytorna är förhöjda. Halterna ligger nära den gräns då jordens aggregatstruktur kan förändras, saltjord, med ökad risk för mobilitet av partikelbundna föroreningar.

### Tack

Ett stort tack till VA SYD, som ställt upp med anläggning att studera, information om den samma och ekonomiska medel för analys av prover.

## Referenser

- Avfall Sverige, 2007. *Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor*. Rapport 2007:01. Avfall Sverige utveckling, Malmö.
- Brady, N. och Weil, R. (2002). *The nature and properties of soils* (13. ed). Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall.
- Lindvall, P. (2008). Utformning av översilningsytor för dagvatten – med fokus på tungmetaller. Examensarbete, Institutionen för Kemiteknik, Lunds Tekniska Högskola.
- Löfgren, S, 2000. Vägsaltets effekter på mark- och vattenkemin i små skogsområden i sydöstra Sverige. Institutionen för miljöanalys, Statens lantbruksuniversitet, SLU, Uppsala. Vägverkets publikation 2000:35.
- Naturvårdsverket, 1998. *Förslag till riktvärden för förorenade bensinstationer*. Rapport 4889.
- Naturvårdsverket, 1999a. *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – odlingslandskapet*. Rapport 4916.
- Naturvårdsverket, 1999b. *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – skogslandskapet*. Rapport 4917.
- Naturvårdsverket, 2008. Nya generella riktvärden för förorenad mark.  
<http://www.naturvardsverket.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Efterbehandling-av-foroerade-omraden/Riskbedomning/Nya-generella-riktvarden-for-foroerad-mark/>. Hämtad den: 2008-11-26
- Norrström A-C och Jacks G, 1998. Concentration and Fractionation of Heavy Metals in Roadside Soils Receiving De-icing Salts. *The Science of Total Environment* 218: 161–174.
- Vägverket, 2004. Väg dagvatten – Råd och rekommendationer för val av miljöåtgärder. Publikation 2004:195. Vägtekniksektionen, Borlänge.
- Vägverket, 2007. Hantering av vägdikesmassor – råd och rekommendationer. Publikation 2007:101. Vägtekniksektionen, Borlänge.