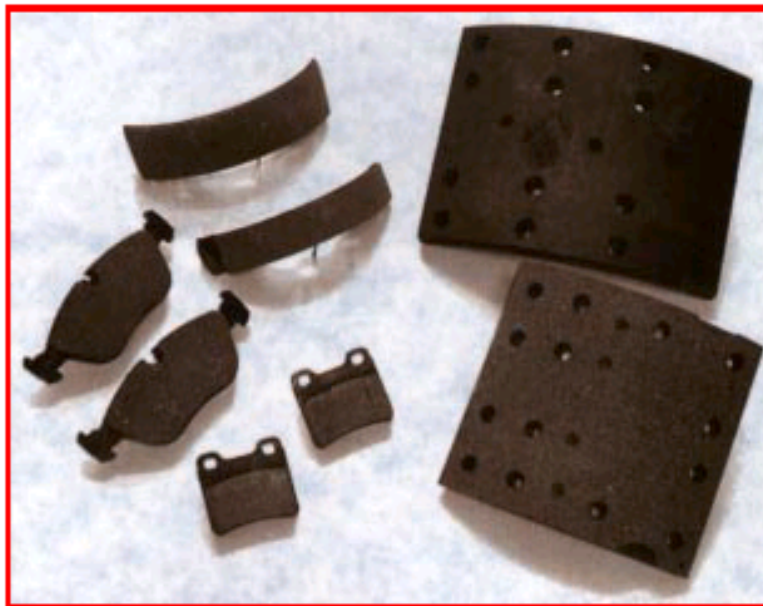


## *Metallemission från trafiken i Stockholm* - SLITAGE AV BROMSBELÄGG



Rapporten har utarbetats K-G Westerlund  
vid Stockholms Luft- och Bulleranalys  
på uppdrag från  
Miljöförvaltningen i Stockholm  
och  
Naturvårdsverket

Miljöförvaltningen  
Box 308 42  
100 64 Stockholm  
Tel. 08 – 616 96 00

Omslag: Ann-Christin Reybekiel

# Innehållsförteckning

	Sidan
<b>FÖRORD</b> .....	<b>1</b>
<b>BAKGRUND OCH SYFTE</b> .....	<b>2</b>
<b>ALLMÄNT</b> .....	<b>2</b>
<b>FÖRBRUKNING AV BROMSBELÄGGSMASSA</b> .....	<b>2</b>
PERSONBILAR .....	3
LASTBILAR .....	3
BUSSAR .....	3
<b>METALLEMISSIONER</b> .....	<b>3</b>
PERSONBILAR .....	3
<i>Fördelning på bilmodeller</i> .....	3
<i>Nya personbilar</i> .....	5
<i>Gamla personbilar</i> .....	6
LASTBILAR .....	6
BUSSAR .....	7
<b>TOTALA UTSLÄPPSMÄNGDER</b> .....	<b>8</b>
<b>REFERENSER</b> .....	<b>8</b>

## Förord

Denna rapport har tagits fram med medel dels från Naturvårdsverkets forskningsområde ”Metaller i stad och land” och dels från Miljöförvaltningens projekt ”Kartering av föroreningar i mark och sediment i Stockholm”.

Påverkan på miljön sker idag i stor utsträckning från diffusa källor. Vi har ännu inte all den kunskap som är nödvändig om dessa källor för att kunna visa på kopplingar mellan källa och tillstånd i miljön. Undersökningen av metallinnehåll i bromsbelägg är ännu en viktig pusselbit i det arbetet. Ett tack till Rolf Sundberg vid Outokumpu Copper vars preliminära beräkningar av metallemission från bilbromsar gav oss anledning att gå vidare med denna undersökning.

Från Miljöförvaltningen har Ulf Mohlander lagt synpunkter på projektutformning och rapport.

Projektledaren i Metaller i stad och land, Bo Bergbäck vid Högskolan i Kalmar, har löpande följt undersökningen och lagt synpunkter.

Stockholm den 3 september 1998

Urban Jonsson

Miljöskyddsavdelningen - Miljöförvaltningen

## Bakgrund och syfte

I flera av Stockholms recipienter, mark, insjöar, Saltsjön och grundvatten samt i slam från avloppsreningsverk är metallhalterna förhöjda, ibland kraftigt förhöjda. I recipienterna kan de förhöjda halterna påverka det biologiska livet.

Metaller som sprids till avloppsvatten via det kombinerade avloppssystemet och som behandlas i reningsverken är ett problem genom att metallerna förorenar avloppsslammet. Detta blir därigenom mindre användbart som gödningsmedel inom jordbruket. Att minska metallspridningen till avloppsvatten är därför angeläget. Särskilt gäller detta för kvicksilver, kadmium och bly men även koppar då slammets användbarhet i jordbruket kan komma att begränsas på grund av för högt kopparinnehåll. Stora källor till kopparspridningen som identifierats i Stockholm är vattenledningsrör av koppar samt koppartak. En ytterligare källa kan vara fordonstrafiken på gator och vägar vilken genom slitage av kopparhaltiga bromsbelägg tillför koppar till avloppsnätet, dagvattnet och marken.

Få studier av emissioner genom slitage av bromsbelägg är gjorda i Sverige. Miljöförvaltningen i Malmö undersökte 1993 emissionen av kadmium i landet från bromsbelägg, (ref.1). I denna undersökning fann man att i landet förbrukades c:a 934000 kg beläggsmassa per år och emitterades c:a 13 kg kadmium per år från trafiken.

Föreliggande studie syftar till att ge underlag för beräkning av metallemissionen från vägtrafiken i Stockholm orsakad av slitage av bromsbelägg.

Metallanalyserna har gjorts av Svensk Grundämnesanalys AB. Tekniken har varit att "flisa" ut prov med glas eller kerammaterial, upplösa proven i kungsvatten eller fluorvätesyra och därefter analysera med HR-ICP-MS.

## Allmänt

Friktionsmaterial till bromsbelägg för personbilar och tunga lastbilar/bussar sammansätts av ett stort antal ämnen, där bl. a. fibrer av stål, glas och plast tjänar som armering i materialet. Även gjutjärnsspån kan förekomma. En del ämnen har också värmeavledande effekt. För värmeavledning används även koppar/mässing/zink, (ref. 2).

Både personbilarnas och de tunga fordonens belägg byts vanligen efter c:a 70 procents förbrukning, (ref. 2).

## Förbrukning av bromsbeläggsmassa

Trafikarbetet per år i Stockholm är c:a  $3000 * 10^6$  fkm (fordonskilometer), av vilket  $2880 * 10^6$  fkm (= 96 procent) faller på personbilar och lätta lastbilar/bussar,  $90 * 10^6$  fkm (= 3 procent) tunga lastbilar och  $30 * 10^6$  fkm (= 1 procent) bussar, (ref. 3).

Normalt vid körning i stadstrafik byts på personbilar bromsbeläggen fram efter 3000- 4000 mil och bak efter 6000-8000 mil, (ref. 2).

Utgående från antal personbilar i trafik och trafikarbete i Stockholm och i Stockholms län kan medelkörsträckan för personbilarna beräknas till 1200 - 1500 mil per år. Körsträckan för personbilar per år antas i det följande vara 1500 mil. Om det vidare antas att beläggen både fram och bak har bytts när bilen har körts 6000 mil, så har detta skett när bilen är fyra år gammal.

## Personbilar

Beläggen för personbilar väger fram 0,13 - 0,15 kg och bak 0,9 - 0,11 kg, (ref. 2). Med antagandet att nya frambelägg väger 0,15 kg och nya bakbelägg 0,11 kg, att alla belägg slits till 70 procent innan byte och att beläggen byts fram var 4000:e mil (fyra belägg) och bak var 6000:e mil (fyra belägg) så fås en förbrukning av beläggsmassa om i genomsnitt  $0,7 \cdot 4 \cdot 0,15 / 4000 \cdot 2880 \cdot 10^5 = 30240$  kg fram och  $0,7 \cdot 4 \cdot 0,11 / 6000 \cdot 2880 \cdot 10^5 = 14784$  kg bak per år.

Totala slitaget per år av belägg från personbilarna blir då = 45024 kg.

## Lastbilar

Uppgifterna om hur länge bromsbeläggen varar för lastbilar innan byte varierar från 8000 - 12000 mil, (ref. 4), till 10000 - 12000 mil, (ref. 5). I det följande antas att byte av samtliga belägg på en lastbil görs var 10000:e mil.

Antal belägg per hjul varierar mellan märke och modell. Generellt kan sägas att per hjul väger beläggen fram 2,5 kg och bak 3,5 kg, (ref. 2) Detta betyder att en lastbil med 4 hjul har  $2 \cdot 2,5 + 2 \cdot 3,5 = 12$  kg belägg. Beläggen byts efter 70 procents förslitning, dvs när  $0,7 \cdot 12 = 8,4$  kg förbrukats.

Mängden belägg som förbrukas per år blir för lastbilar då:  $90 \cdot 10^5 / 10000 \cdot 8,4 = 7560$  kg

## Bussar

Enligt uppgifter från SL Buss AB, (ref. 6), som mätt förbrukningen genom vägning av nya och utslitna belägg, så förbrukar bussarna i genomsnitt 0,0011 kg beläggsmassa per mil.

Per år förbrukar bussarna således  $30 \cdot 10^5 \cdot 110 \cdot 10^{-5} = 3300$  kg bromsbeläggsmassa.

## Metallemissioner

För beräkning av metallemissionen från fordonsgруппerna måste förutom förbrukningen av bromsbeläggsmassa metallinnehållet i beläggen bestämmas. Analyser på innehållet av koppar, zink, krom, nickel, kadmium och bly har gjorts av Svensk Grundämnesanalys AB.

## Personbilar

### Fördelning på bilmodeller

Följande sammanställning redovisar vilka bilar och modeller som är vanligast i Stockholms-trafiken. Materialet har tagits fram under hösten 1997 av Vägverket, Region Stockholm och bygger på en slumpvis registrering av personbilar i trafik på Nynäsvägen med efterföljande kontroll hos Bilregistret av bl. a. märke och modell. Sammanlagt 987 bilar registrerades.

I tabell 1 ses vilka märken och modeller som var mest frekventa och deras relativa förekomst. Endast modeller som utgjorde minst 1 procent av bilantalet har tagits med. Resultatet får antas

spegla respektive bilmodellens andel av personbilarnas trafikarbete i staden. Totalt representeras 63,5 procent av personbilarna.

**Tabell 1:** Olika bilmodellens förekomst. (Källa: Vägverket Region Stockholm, 1997.)

<b>Märke</b>	<b>Modell</b>	<b>Andel %</b>	<b>Ackumulerat %</b>
<b>Volvo</b>	700, 740, 760	5,8	5,8
	840, 850, S70, V70	5,6	11,4
	940, 960	5,4	16,8
	240	4,7	21,5
	440, 460, S40, V40	2,5	24
	340	1,2	25,2
<b>Saab</b>	900	4,6	29,8
	9000	3,7	33,5
<b>Ford</b>	Escort	3,3	36,8
	Sierra	2,3	39,1
	Scorpio	1,9	41
	Mondeo	1,7	42,7
<b>VW</b>	Golf	2,4	45,1
	Passat	1,3	46,4
	Pick-up	1,2	47,6
<b>Opel</b>	Kadett	2,8	50,4
	Vectra	1,7	52,1
<b>Nissan</b>	Micra	1,4	53,5
	Sunny	1	54,5
<b>Mazda</b>	323	1,8	56,3
	626	1,8	58,1
<b>Audi</b>	100	1,7	59,8
<b>Toyota</b>	Corolla	2,5	62,3
	Carina	1,2	63,5

Genom att ta belägg från dessa modeller fås ett urval som täcker drygt 60 procent av personbilsparken. Provet har tagits på senaste årsmodell och bilarna får representera den personbilspark som kommer att påverka metallutsläppen från bromsbelägg åren framöver. Fram- och bakhjulsbelägg för den mest sålda av varje märke och modell/modellserie, sammanlagt 48 belägg, har införskaffats.

För att få en uppfattning om metaller i belägg för äldre personbilar har tagits prov på fram- och bakbelägg från två eftermarknadsleverantörer till Volvo 800 och 400, Saab 900, Ford Escort och VW Golf. Beläggen, totalt 20 stycken, har införskaffats från OK och Biltema. För beräkning av metallemissionen har personbilsparken delats upp i bilar som är upp t. o. m. fyra år och vilka antas köra med originalbelägg och äldre bilar som antas använda eftermarknadsbelägg.

Av personbilarnas trafikarbete utförs c:a 40 procent av bilar som är fyra år eller yngre och c:a 60 procent av äldre bilar, (ref. 3).

Nya personbilar, (originalbelägg inköpta hos märkesförsäljare)

Tabell 2: Metallkoncentration i bromsbelägg för nya personbilar, mg/kg.

Märke	Modell	Belägg fram						Belägg bak					
		Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Volvo	745 GL	<10	156	132 000	151	23 100	28 100	16,2	57,7	172 000	49,1	46 100	26 600
”	854 GLT	<10	169	156 000	217	23 300	29 300	18,2	21,8	216 000	<19,8	53 200	29 800
”	945 S 2,3	<10	156	132 000	151	23 100	28 100	16,2	16,2	172 000	49,1	46 100	26 600
”	245 GL	10,1	123	205 000	-	6 760	26 900	<9,87	<19,7	138 000	<19,7	54 500	11 700
”	400	12,1	128	217 000	186	868	11 800	<9,90	72,8	187 000	138	391	221
”	340	24,2	167	148 000	348	20 600	107 000	<9,62	176	830	144	78,4	870
Saab	900 SE 2,0 T	<9,96	305	168 000	59,3	515	2 650	<9,96	53,4	153 000	97,7	1 240	821
”	9000 150 SE	<10	182	128 000	155	1 370	29 200	<10,1	30,5	229 000	25,5	56 600	35 400
Ford	Escort 1,6 CLX	<9,92	130	87 800	117	175	125	<9,99	46,4	19 000	32,6	403	13 100
”	Sierra 2,0 i GLX	<10,0	120	107 000	108	263	37 200	<9,89	43,2	123 000	32,0	25 300	1 950
”	Scorpio 2,0 CLX	<17,6	132	159 000	159	1 590	17 500	<9,89	43,2	123 000	32,0	25 300	1 950
”	Mondeo 2,0 CLX	<17,6	132	159 000	159	1 590	17 500	<9,95	48,9	107 000	36,7	24 100	2 190
VW	Golf 1,8 GL	10,8	93,2	165 000	109	31 300	27 900	<10,1	197	174	105	310	11 300
”	Passat 1,8 GL	<9,89	127	147 000	113	439	24 100	<9,94	149	142 000	166	22 100	10 800
”	Pick up 2,5	22,5	108	112 000	162	39 700	36 800	19,9	59,6	162 000	132	34 300	37 100
Opel	Astra 1,6 GL	<9,96	158	97 400	121	17 300	32 800	<10,3	248	78,6	131	450	11 800
”	Vectra 1,8	<9,98	118	101 000	113	17 800	34 200	<9,93	43,2	124 000	41,9	375	96 100
Nissan	Micra 1,0	<9,1	76	63,9	80,1	140	6 600	<1,01	27,1	12,7	17,8	<6,06	14,5
”	Sunny 1,6	<9,49	285	234	382	21,3	50 000	<0,974	28,2	14,6	19,1	<5,84	38,3
Mazda	323 S	<0,996	83	17 400	62	160	9 330	<1,00	5,73	17	3,6	9,17	1 900
”	626 2,0 GLX	<0,998	77,9	15 200	61,2	228	7 690	<0,996	123	18 500	106	109	11 900
Audi	A6 1,8	9,86	81,5	43 600	99,4	5 970	5 710	11,8	144	126 000	156	784	63 000
Toyota	Corolla 1,6	<0,965	152	98 900	110	36,3	759	<0,974	6,07	108	9,36	<5,84	435
”	Carina 1,8	<0,984	23	234 000	12,4	944	664	<0,974	6,21	25,5	6,12	11,3	370
Medelhalt		-	137	117 941	141	9 052	23 830	-	73,4	92 198	69,6	18 655	16 498

I tabell 2 ses att kadmiumhalten ligger under detektionsgränsen i de flesta beläggen. Vidare ses att metallkoncentrationen är genomgående mycket lägre i några belägg, t. ex. Volvo 340 bak och Nissan Micra fram och bak, jämfört med övriga belägg.

## Gamla personbilar, (eftermarknadsbelägg inköpta hos OK och Biltema)

**Tabell 3:** Metallkoncentration i bromsbelägg för gamla personbilar, mg/kg.

Märke modell	Leverantör	Belägg fram						Belägg bak					
		Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Volvo 850	OK	<9,9	83,9	123 000	87,6	46 500	23 900	41,4	91,4	100	81,9	629	17 400
	Biltema	<10,1	53,2	121 000	62,4	67,2	38,8	<10,1	96,8	123 000	109	<60,7	185
Volvo 440	OK	<9,99	151	37 300	164	35 900	26 900	<9,99	31,2	143 000	36	62 100	12 100
	Biltema	<10,2	102	120 000	118	<61,0	158	<19,1	83,0	4 050	78,4	<115	16 500
Saab 900	OK	<9,97	74,9	76 500	491	3560	51 000	<1,98	48,0	77,9	34,7	94,1	212
	Biltema	<10,4	84,5	132 000	110	96,4	29,1	<10,1	237	122 000	248	97,2	218
VW Golf III	OK	<1,99	69,8	100	66,6	227	239	<9,87	234	45,5	117	354	12 600
	Biltema	12,5	60,9	33 000	164	1 700	22 600	<10,2	274	120 000	302	130	210
Ford Escort	OK	11,8	150	31 400	295	33 200	21 300	<10,1	252	43,4	138	366	12 500
	Biltema	14,2	89,6	45 600	257	1 610	30 800	<2,03	164	87,9	73	<12,2	38,3
Medelhalt		-	92,0	71 990	182	13 651	17 696	-	151	51 240	122	9 110	7 197

I endast ett fåtal belägg har mätbara kadmiumhalter förekommit. I några belägg, särskilt från OK är för flera bilar metallhalterna låga. Detta gäller t ex. beläggen för VW Golf fram och bak, Volvo 850 bak, Saab 900 bak och Ford Escort bak. Samtliga dessa belägg har BBA Friction som tillverkare.

Metallemissionen per år beräknas som produkten av bromsbeläggförbrukning per år och metallhalt. Som mått på metallhalt används medelvärdet för respektive metall. Emissionen från fram- respektive bakbromsar beräknas var för sig och adderas.

**Tabell 4:** Metallemission per år för nya och gamla personbilar kg.

	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Nya	-*	2,1	1 971	2,1	220	386
Gamla	-*	3,0	1 760	4,4	329	385
Summa	-*	5,1	3 731	6,5	549	771

\* för få prov med analyserbar Cd-halt

## Lastbilar

Fordonen inom gruppen lastbilar varierar stort vad gäller totalvikt, från 3,5 ton till över 24 ton. Gruppen får representeras av Volvo och Scania, vilka dominerar bland distributionslastbilarna från 10 ton och uppåt. Relationen mellan antal Volvo- och Scania-lastbilar i landets lastbilsflotta är c:a 60 / 40, (ref. 7). Denna relation används i fortsättningen.

Bromsbelägg har införskaffats för Volvo FL 614 och Scania P9 vilka är de mest förekommande distributionslastbilarna i Stockholm av respektive märke och bromsbeläggen fram och



bak har samma sammansättning, (ref. 4 och 5). Ett bromsbelägg från vardera modellen har analyserats.

**Tabell 5:** Metallhalt i bromsbelägg för lastbilar, mg/ kg.

	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>
Volvo	<10,3	171	15 000	118	656	14 900
Scania	<1,99	157	76,9	110	158	127

Beläggen för Scania, (BBA Friction Svenska AB), har genomgående lägre metallhalter än Volvos belägg. Särskilt stor är skillnaden vad gäller koppar och zink.

Metallutsläppen från lastbilstrafiken beräknas som metallhalt \* förbrukad mängd bromsbeläggsmassa. Som mått på metallhalt används viktat medelvärde enligt relationen 60 procent Volvo och 40 procent Scania.

**Tabell 6:** Metallemmission per år från lastbilar, kg.

<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>
-*	1,3	68	0,9	3,9	68

\* inget prov med analyserbar Cd-halt

## Bussar

När det gäller busstrafiken i Stockholm, så domineras denna av SL vars busspark består till 92 procent av Scania och till 8 procent av Volvo, (ref. 6). Bromsbeläggen har samma sammansättning bak och fram. Ett bromsbelägg för vardera bussmärke har analyserats.

**Tabell 7:** Metallhalt i bromsbelägg för bussar, mg/ kg.

	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>
Volvo	<10,1	<20,1	27 300	140	1 020	18 500
Scania	<1,98	118	88,3	178	441	172

Koppar- och zinkhalten är mångfalt högre i Volvos än i Scantias belägg (BBA Friction Svenska AB). Halten av krom och nickel är dock högst i Scantias belägg.

Busstrafikens metallutsläpp beräknas som metallhalt \* förbrukad mängd bromsbeläggsmassa. Som mått på metallhalt i bromsbeläggen används viktat medelvärde enligt relationen 92 procent Volvo- och 8 procent Scaniabussar.

**Tabell 8:** Metallemmission per år från bussar, kg.

<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>
-*	<0,01**	76	0,5	3,2	56

\* inget prov med analyserbar Cd-halt.

\*\* analyserbart Cr- innehåll endast i Scantias belägg.

## Totala utsläppsmängder

Sammanlagt fås följande utsläppsmängder per år i Stockholm från vägtrafiken genom slitage av bromsbelägg.

**Tabell 9:** Utsläppsmängder från vägtrafiken i Stockholm, kg per år

	<b>Personbilar</b>	<b>Lastbilar</b>	<b>Bussar</b>	<b>Totalt c:a</b>
Cd	-	-	-	-
Cr	5,1	1,3	<0,01	6
Cu	3 731	68	76	3 900
Ni	6,5	0,9	0,5	8
Pb	549	3,9	3,2	560
Zn	771	68	56	900
Bromsbeläggsmassa	45 000	7 560	3 300	56 000

På grund av att det i endast några få bromsbelägg funnits analyserbara mängder kadmium så har det inte gått att beräkna kadmiumutsläppet från trafiken.

## Referenser

1. Malmö stad, Miljöförvaltningen (1998): Kadmium i bromsbelägg - en undersökning av skivbromsbelägg samt en risk- och nyttoanalys.
2. Hedlund, Roland (1998). Muntligt besked. BBA Friction Sweden AB.
3. Burman, Lars (1998). Muntligt besked. Stockholms Luft- och Bulleranalys, Miljöförvaltningen Stockholm.
4. Bilia, Sollentuna (1998). Muntligt besked.
5. Scania , Kungens kurva (1998). Muntligt besked.
6. Jonasson Sören (1998). Skriftligt meddelande. SL Buss AB.
7. Bilindustriföreningen (1998): Bilismen i Sverige 1997.

# SLB•analys

## Stockholms luft- och bulleranalys

är en resultatenhet inom miljöförvaltningen i Stockholm.

SLB-analys:

- Utreder
- Mäter
- Beräknar
- Informerar

när det gäller ljudmiljö och luftkvalitet både utomhus och inomhus. SLB-analys genomför uppdrag inom dessa områden såväl lokalt (i tätorter) som regionalt (i länet).

ISSN 1400-0806  
ISBN 91-88018-48-2

Miljöförvaltningen i Stockholm  
Rosenlundsgatan 60. Box 38024, 100 64 Stockholm  
Tel 08-616 96 00, direkt SLB-analys 08-616 96 97  
<http://www.slb.mf.stockholm.se/miljo/>