



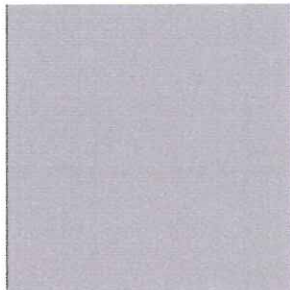
Arkitekter Ingenjörer



Miljöbelastningen av snö i Stockholm i ett historiskt perspektiv



Trafikkontoret, Stockholms stad



2 Jämförande undersökning av orörd tätortssnö och tippstö i Stockholms stad åren 1985 och 2011

2.1 Bakgrund och syfte

Under 1980-talet ökade intresset för miljöfrågor och då aktualiserades även frågan om vilka ämnen som finns i Stockholms snö och dess påverkan på dagvatten och på recipienten. Med anledning av detta initierade miljö- och hälsoskyddsförvaltningen i Stockholm redan 1985 en utredning för att undersöka försurande och förorenande ämnen i snö (Stockholms stad, 1985). Syftet med utredningen var att undersöka markdeponerad snö (upp till ca 8 veckor gammal) från ett tjugotal olika platser i staden, den tippstö som tippades i Norr Mälarstrand samt att undersöka eventuell påverkan från tippstö på recipientvattnen i Riddarfjärden. Med markdeponerad snö avsågs orörd snö, dvs snö i tätortsmiljö som inte påverkats av vinterväghållning (dvs orörd snö i park- eller naturmark). I denna undersökning benämns den som orörd snö.

Sammanfattningsvis konstaterades det då att den orörda snön var försurad, med ett pH-värde oftast i intervallet 4,1-4,6. Snö i närheten av trafikleder hade förhöjda halter av bly och kolväten. Lokalt var även vanadinhalterna förhöjda, sannolikt från utsläpp från oljeeldning eller dieselfordon. I tippstö noterades betydligt högre pH-värden än i den orörda snön, halterna var neutrala. Halterna av bly, vanadin och organiska ämnen var mycket kraftigt förhöjda i tippstö i jämförelse med den orörda snön, vilket tillskrevs utsläpp från fordonstrafik och uppvärmning. Slutligen bedömdes det att tippningen av snö inte gav upphov till någon varaktig försämring av vattenkvaliteten i Riddarfjärden. Däremot befarades på sikt en negativ påverkan på bottenförhållandena.

Under 1990-talet utfördes en omfattande litteraturstudie om Stockholms snöhantering och dess miljöbelastning (Tyréns, 1999). I studien beskrivs smältvatten från snö generellt vara avsevärt mer förorenat än dagvatten. Orsakerna antogs bero på snöflingans fysikaliska utseende, den har en stor yta, faller långsamt vilket gör att den samlar på sig föroreningar när den faller genom luften. När snön når marken blir den, beroende på väderlek, liggande en tid och då antogs det att den påverkas av föroreningar från trafiken. Därtill kommer torrdeposition från luften.

Idag, 26 år senare, har stora insatser, både nationellt och lokalt, gjorts för att förbättra luft- och vattenkvaliteten, t ex förbud mot blyad bensin, införandet av katalysatorer, sänkt svavelhalt i eldningsolja, förbud mot PAH-asfalt, förbud mot HA-oljor i däck, skärpta avgaskrav mm. Mot bakgrund dessa åtgärder utförde Trafikkontoret under vintern 2011 en liknande undersökning som 1985 på orörd tätortssnö i staden. I och med att staden under vintern även har utfört egenkontroll av den snö som har tippats i Mälaren och Saltsjön är det även möjligt att jämföra halter av metaller och organiska föreningar i tippstö (Bjerking 2011).

Syftet med den aktuella undersökningen är att i ett längre tidsperspektiv undersöka hur innehållet av metaller och organiska föreningar i orörd tätortssnö samt tippstö har förändrats över tiden i Stockholms stad.

2.2 Genomförande

Den nu utförda undersökningen omfattar provtagning av orörd snö från tätortsområden fem platser i Stockholms stad. Erhållna resultat jämförs med tidigare utförda undersökningar som omfattar både orörd snö och tippstö i Stockholms stad åren 1985 och 2011. De data som använts i denna studie kommer från:

- **Orörd snö 1985** - data från undersökning 1985 (Stockholms stad 1985). Undersökningen omfattade provtagning av snö vid totalt 20 olika platser i staden.

- **Orörd snö 2011** - data från denna studie. Provtagningsmetodik och provberedning utfördes på samma sätt som vid undersökningen 1985, se avsnitt 2.2.1.
- **Tippsnö 1985** - data från undersökning 1985 (Stockholms stad 1985). Vid undersökningen provtogs tippsnö från i vattnet flytande snö vid Norr Mälärstrand. Två blandprov togs strax ovanför vattenytan vid två tillfällen. Laboratorieanalyser på den smälta snön utfördes på väl omskakade prov där sand ej togs med.
- **Tippsnö 2011** - data från stadens egenkontroll i samband med snötippning i Mälaren och Saltsjön vintern 2010/2011 (Bjerking, 2011). De data som används omfattar totalt 61 samlingsprov som uttogs från lastbilsflak och landupplag vid sex olika tillfällen. Laboratorieanalyser på den smälta snön uttogs genom att slamma upp snö och sediment och sedan låta lösningen sedimentera i 30 sekunder innan snövätskefasen togs ut. Det betyder att vid de båda undersökningarna togs större partiklar bort ur smältvattnet före analys, dvs samma typ av smältvattenfas analyserades.

2.2.1 Provtagning och analys av orörd snö 2011

Provtagning utfördes den 23 februari av Örjan Nilsson, Bjerking AB. Vid provtagningen deltog även Hans Söderström, Trafikkontoret (han var ansvarig för undersökningen 1985). Proverna uttogs på fem platser som är identiska med platserna i den tidigare undersökningen.

Staden var snötäckt från mitten av november 2010 med en viss avsmältning i slutet av januari 2011. Enligt SMHI mätningar blev nederbörden i innerstaden i form av snö under november- december 102 cm. Totalt under vintern föll det knappt 200 cm snö i innerstaden.

Vid provtagningstillfället den 23 februari var snödjupet i Stockholm ca 25 cm varav de översta ca 15-20 cm var ca 2 veckor gammal (kom i samband med kraftigt snöfall den 10-11 februari) och den resterande snön upp till ca 13 veckor gammal, se tabell 1 nedan.

Tabell 1. Provtagningsplatser orörd snö 2011.

Plats	Typ av snö som provtogs	Kommentar
Zinkensdamms idrottsplats	Gammal och ny snö	Precis norr om isbanan
Philipshuset	Gammal och ny snö	Tegeluddsvägen nr 3, i en rabatt nära entrén
Vitabergsparken,	Gammal och ny snö	Ca 250 m öster om Sofia kyrka
Stiernhelmsvägen	Ny snö	På gräsytan utanför nr 38
Kanaanbadet	Ny snö	Något norr om Kannans väg nr 73

Vid provtagningen användes ett cylindriskt plaströr (Ø 10), vilket med öppningen nedåt pressades ner genom snön till markytan. Snön tömdes därefter ner i 16 l plasthinkar. För att i ett senare skede kunna uppskatta snöns densitet fylldes hinkarna, dvs 16 l snö provtogs på varje plats. Detta förfarande innebär en ompackning av snön varför densitetsbestämningen blir översiktlig. Därefter förslöts, märktes och placerades snöproverna svalt (ca 15°C) och mörkt för att smälta. Proverna hölls nästföljande dag upp i flaskor som erhållits från laboratoriet.

Laboratorieanalyser utfördes av det ackrediterade laboratoriet Eurofins Environment Sweden AB, se tabell 2. Analys av metaller utfördes på prov i jonform¹ och som totalhalt². Aktuella gränsvärden för metaller, Miljökvalitetsnormer för prioriterade ämnen EU direktiv

¹ Proverna är filtrerade genom 0,45 µm filter och konserverade med konc HNO₃ (1 ml syra /100 ml prov).

² Proverna är kokade med konc HNO₃ (20 ml syra /100 ml prov). Ingen filtrering före analys.

2008/105/EG, gäller för metaller i jonform. Laboratorieprotokoll finns tillgängliga på Trafikkontoret, avdelning för stadsmiljö.

Tabell 2. Sammanställning av utförda analyser vid undersökningen 2011.

Parameter	Antal	Standard
Ammonium-kväve	5	SS-EN 11732:2005/Kone
Nitrat-kväve	5	SS028133-2/Kone
Kväve total	5	ISO 11905
Fosfor-total	5	SS EN ISO 6878:2005
pH	5	SS 028122
Suspenderade ämnen	5	SS EN 872
Konduktivitet	5	SS EN 27888
Klorid	5	SS-EN ISO 10304
Sulfat	5	StMeth 4500-S04/Kone
Metaller, jonform	5	SS028150
Metaller, totalhalt	5	SS028150
PAH, BETX, alifater och aromater	5	Enligt Naturvårdsverkets metodik

2.3 Resultat

2.3.1 Orörd snö

I tabell 3 och i figur 1 nedan presenteras uppmätta halter från undersökningarna 1985 och 2011 inklusive beräknade medianhalter. I de fall där uppmätta halter ligger under laboratoriets rapporteringsgräns i högst två av fem prov har de inkluderats i medianberäkningarna genom att halten för dessa satts till halva rapporteringsgränsen. När fler än tre av analyserna har legat under rapporteringsgränsen har ingen medianhalt beräknats.

Tabell 3. Uppmätta halter samt beräknade medianhalter från undersökningar 1985 och 2011 vid de fem provtagningsplatserna. – ej beräknat/ halt saknas. St - Stiernhelmsvägen, Ka - Kaananbadet, Zi – Zinkensdamm, Ph – Philipshuset, Vi – Vitabergsparken. Där ej annat anges är halterna i µg/l.

Provtagningsplats	Undersökning 1985						Undersökning 2011					
	St	Ka	Zi	Ph	Vi	Median	St	Ka	Zi	Ph	Vi	Median
Suspenderade ämnen	27000	3000	27000	33000	13000	27000	8600	3900	19000	11000	7500	8600
Tot extraherbara ämnen	1100	170	490	1400	720	720	<300*	<300*	<300*	<300*	<300*	-
Sulfat	4000	<2000	4000	4000	3000	4000	1900	1500	2300	2200	2400	2200
Ammonium-kväve	360	550	500	260	370	370	270	120	910	270	220	270
pH	4,5	4,3	4,5	5,8	4,3	-	6,3	5,3	6,5	6,2	5,8	-
Konduktivitet (mS/m)	4,3	2,8	3,8	3,7	3,3	3,7	1,9	1,2	2,4	3,1	1,1	1,9
PAH cancerogena	-	-	-	-	-	-	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-
PAH övriga	-	-	-	-	-	-	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	-
Bly	74	6,0	55	51	19	51	1,5	0,62	2,8	1,2	2,1	1,5
Vanadin	6	<5	14	34	15	14	0,86	<0,5	0,50	0,63	<0,5	0,5
Kadmium	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Kvicksilver	0,30	0,20	0,30	0,20	0,20	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-

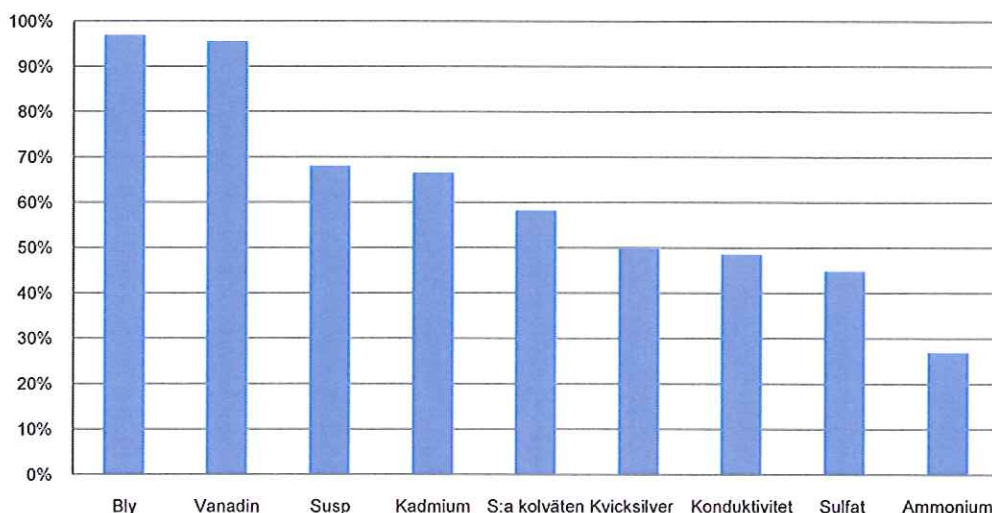
*Avser summan; bensen, toluen, etylbensen, xylen, alifater C₅-C₃₅, aromater C₆-C₁₆ samt PAH-16.

Samtliga metallanalyser i tabell 3 är totalhalter eftersom det vid undersökningen 1985 endast utfördes den typen av metallanalyser. Idag finns det gränsvärden för ytvatten i form av miljökvalitetsnormer för ytvatten, dessa gränsvärden gäller för metaller i jonform. Därför analyserades även metaller i jonform vid undersökningen 2011. I bilaga 1 redovisas samtliga analysresultat från undersökningarna 1985 respektive 2011.

De båda undersökningarna 1985 och 2011 utfördes under snörika och kalla vintrar. Under vintern 1985 föll det snömängder motsvarande 60-80 mm vatten under perioden januari-februari. Vid provtagningen 1985 bedömdes det att den provtagna snön var upp till ca 8 veckor gammal. Snömängder och snöålder vid provtagningstillfället 2011 är likartad vilket betyder att undersökningarna bedöms jämförbara.

Vid undersökningen 1985 utfördes analys av organiska ämnen (totala halten extraherbara föreningar) med en analysmetod som omfattade freon som extraktionsmedel. Freon som extraktionsmedel är numera förbjudet och analysmetoden finns följaktligen inte idag. Vid den nu utförda undersökningen analyserades därför följande organiska föreningar, alifatiska och aromatiska kolväten, bensen, toluen, etylbensen, xylen och PAH-16. Genom att summera dessa fraktioner som analyserats fås en summahalt som med försiktighet kan jämföras med den totala halten extraherbara föreningar. Vid undersökningen 1985 uppmättes halter av organiska föreningar i storleksordningen 0,7 mg/l. Vid denna undersökning detekterades inga organiska föreningar i halter över laboratoriets rapporteringsgräns, dvs de halter av organiska föreningar som uppmättes idag är minst ca 60% lägre, sannolikt ännu lägre.

Vid undersökningen 1985 bedömdes det att de förhöjda bly- och vanadinhalter som uppmättes i snön i huvudsak kom från trafik och oljeeldning. Vid den nu utförda undersökningen uppmättes halter som är ca 95 % lägre, se figur 1. Även innehållet av partiklar i snön har reducerats med ca 70 % vilket återspeglas i mängden suspenderat materiel och konduktivitet. Vid den tidigare undersökningen var snön sur, med ett pH i intervallet 4,1-4,6. Idag, uppmäts betydligt högre pH-värden (5,8-6,5) förmodligen som ett resultat av att mängden försurande ämnen, t ex svavelföreningar har minskat i luften. Med ökade pH-värden minskar även graden av korrosion på bilar, hustak och andra metaller i anslutning till vägrummet.



Figur 1. Procentuell minskning av metaller och andra föreningar i orörd snö från tätortsområden vid undersökningar 1985 respektive 2011. Data avser medianhalter från fem identiska provtagningsplatser.

2.4 Samlad utvärdering

Den nu utförda undersökningen omfattar en jämförande studie av metaller och organiska föreningar i orörd snö och tipsnö i Stockholms stad åren 1985 och 2011.

Den undersökning som nu utförts visar att orörds snö från stadsmiljö idag innehåller lägre halter av metaller och organiska ämnen, sulfat samt att snön har ett markant högre pH-värde än snön från 1985. De höga halter som uppmättes 1985 berodde sannolikt på utsläpp från trafiken och från oljeeldning samt via långväga transporterade luftmassor (dvs ej lokala utsläpp). Resultaten visar att den snö som finns i staden är betydligt renare än 1985.

Vid den nu utförda undersökningen uppmättes generellt lägre halter även i väghållningssnö. Det gäller både metaller och organiska ämnen. Reduktionen av t ex bly är markant. Halterna i den väghållningssnö som hanteras idag är till och med lägre än de halter som uppmättes i orörd snö 1985. Delvis kan det förklaras med att snön i sig är renare och delvis på att andra föroreningskällor som trafiken, slitage från bilar etc, minskat.

Sammanfattningsvis visar denna undersökning att innehållet av metaller och organsikt material i snö i Stockholms stad har minskat markant sedan 1985. Det gäller både orörd snö i parker och den snö som hanteras vid vinterväghållning.

3.2.1 Provtagning och analys av sediment 2011

Provtagning av sediment utfördes i totalt nio punkter, varav fem i Mälaren och fyra i Saltsjön, se figur 3. Provtagningen utfördes av Roger Hunonen (Yoldia Environmental Consulting AB) och Örjan Nilsson (Bjerking AB) den 27 april i Saltsjön och den 4 maj 2011 i Mälaren. Provpunkternas koordinater lokaliserats med GPS. I varje provpunkt bestämdes vattendjupet med ekolod, se tabell 5.



Figur 3. Samtliga provtagna provtagningsplatser. Numreringen av provpunkterna är identisk med den numrering som användes vid IVL:s undersökning.

Prov uttogs med en rörprovtagare. I varje provpunkt uttogs tre sedimentproppar som bedömdes som ostörda och provet skivades omedelbart i ett 0-2 cm skikt. De tre stickproverna sammanfördes därefter till ett samlingsprov. Detta förfarande är identiskt med den tidigare undersökningen. Vid provtagningen användes de provkärl som föreskrivits av laboratoriet. Direkt efter provtagning transporterades proverna till laboratoriets inlämningsställe i Stockholm i en kylväska.

Tabell 5. Provtagningsplatser, vattendjup och fältnoteringar. M = Mälaren, S = Saltsjön.

Provpunkt	Vattendjup	Notering
Punkt 15, M	12 m	Grusigt sediment
Punkt 31, vid Tipplats Norr Mälärstrand, M	13 m	Grusigt sediment
Punkt 34, M	20 m	
Punkt 35, M	17 m	
Punkt 48, S	8,8 m	Grusigt sediment
Punkt 53, S	33 m	
Punkt 59, S	29 m	
Punkt 77, S	15 m	Något grusigt sediment
Punkt 80, M	32 m	

Laboratorieanalyser utfördes av det ackrediterade laboratoriet Eurofins Environment Sweden AB, se tabell 6. Laboratorieprotokoll finns tillgängliga på Trafikkontoret, avdelning för stadsmiljö.

Tabell 6. Sammanställning av utförda analyser vid undersökningen 2011.

Parameter	Antal	Standard
Kväve-total	8	SS-EN 13342
Fosfor-total	4	SS028150-2
Glödrest	8	SS-EN 12879
Metallanalys	8	SS028150
BETX, alifater och aromater	8	Enligt Naturvårdsverkets metodik
PAH-16	8	Enligt Naturvårdsverkets metodik

Vid den tidigare undersökningen (IVL, 1998) utfördes analys av organiska ämnen med en metod som bestämmer totalhalt organiska föreningar. Den metoden finns inte idag. Vid denna undersökning utfördes därför följande analyser; alifatiska och aromatiska kolväten, bensen, toluen, etylbensen, xylen och PAH-16. Genom att summera dessa analyserade fraktioner fås en summahalt, som med försiktighet, kan jämföras med den totala halten extraherbara föreningar. Analysmetodik för analys av metaller och PAH bedöms inte ha förändrats sedan 1998.

3.3 Resultat

Resultaten från undersökningen redovisas i två avsnitt. I det första redovisas analysdata i jämförelse med IVLs undersökning 1998 och i det andra avsnittet jämförs analysdata med data från sedimentundersökning 2010.

Efter avslutad snötippning vintern 2011 utförde staden underhållsmuddring vid de fyra tipplatserna. Följande volymer muddrades upp; Norr Mälarstrand 640 m³, Värtan 200 m³, Blasieholmen 485 m³ och Stadsgården 140 m³. Massorna har enligt Stockholms Hamn dumpats inom Stockholms Hamns utfyllnadsområden i Lilla Värtan och Saltsjön. Arbetena avslutades före den 1 maj 2011, dvs före sedimentprovtagningen i denna undersökning. De analyser som utfördes av Stockholms Hamn i samband med muddringen visade på låga halter av organiska föreningar och metaller. I ett prov detekterades dock en hög halt av tennorganiska föreningar (användes tidigare i båtbottnfärger).

3.3.1 Jämförelse med sedimentundersökning från 1998

I tabell 7 nedan redovisas data punkt för punkt från de nio provpunkter som är identiska i undersökningarna 1998 respektive 2011. Samtliga analysdata redovisas i bilaga 2.

Sedimentens torrsbstanshalt (%TS) varierar för de olika undersökningarna mellan ca 5-31% vid den första undersökningen och ca 10-72% i den andra undersökningen. Skillnaden förklaras i huvudsak med att proverna innehåller olika mycket av oorganiskt material av typ sand, silt etc. Den organiska halten (% GF) i sedimenten varierar mellan ca 5-22% i den första undersökningen mellan 1,6-18% i den andra undersökningen

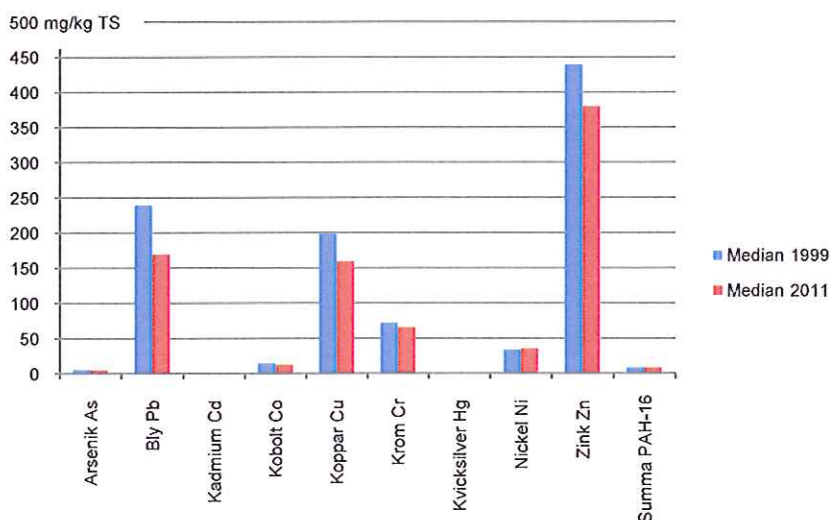
Metallhalterna i den nu utförda undersökningen är generellt lägre än i undersökningen från 1998. Minskningen är störst för metallerna kvicksilver och bly där medianhalten har minskat ca 30-50%. PAH-halterna är i samma storleksordning i de båda undersökningarna, se figur 4. Halten organiska kolväten är svårbedömd eftersom analysmetoderna skiljer sig vid de olika undersökningarna samt att det finns lite data från undersökningen 1998. Vid den första undersökningen uppmättes en summahalt av kolväten i intervallet 17-3000 mg/kg TS och i den andra undersökningen i 22-752 mg/kg TS.

Tabell 7. Uppmätta halter i ytsediment vid undersökningar 1998 samt 2011. Där ej annat anges är halterna i mg/kg TS.

Provpunkt	Undersökning IVL 1998									
	15	31	34	35	48	53	59	77	80	Median
Djup (cm)	0-2	0-2	0-2	2-4	0-2	2-4	0-2	2-4	0-2	
TS (%)	18	31	7,8	12	27	5,8	6,4	18	8,6	12
Glödförlust (% TS)	11	4,8	15	12	7,0	21	22	11	15	12
Totalkolväten			3000				520		17	520
Summa PAH-16	9,3	4,0	9,3	5,9	3,2	11	8,9	19	2,5	8,9
Arsenik	3,8	2,7	8,5	5,8	4,0	12	11	8,7	6,1	6,1
Bly	180	110	350	270	240	320	210	240	120	240
Kadmium	1,8	0,87	2,5	2,4	1,6	4,1	3,1	1,5	1,4	1,8
Kobolt	17	8,1	14	15	8	24	29	18	13	15
Koppar	730	81	230	200	150	360	290	110	150	200
Krom	73	41	93	84	50	100	73	53	85	73
Kvicksilver	1,4	0,71	1,9	1,8	1,4	5,1	2,9	0,9	0,48	1,4
Nickel	47	22	50	49	21	33	34	32	44	34
Zink	440	240	590	510	350	710	570	410	370	440

Provpunkt	Undersökning Bjerking 2011									
	15	31	34	35	48	53	59	77	80	Median
Djup (cm)	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	
TS (%)	28	72	12	12	71	10	11	38	12	12
Glödförlust (% TS)	7,6	1,6	13	13	2,4	18	17	10	14	13
Totalkolväten	(358)*	(22)*	(113)*	(104)*	(140)*	(752)*	(543)*	(143)*	(122)*	(140)*
Summa PAH-16	20	1,6	16	9,4	2,3	8,9	8,3	9,1	1,8	8,9
Arsenik	10	1,7	5,7	5,6	1,7	13	11	6,1	5,1	5,7
Bly	110	38	170	170	65	250	180	180	70	170
Kadmium	1,7	0,35	1,1	1,5	0,55	3,0	2,1	1,8	0,88	1,5
Kobolt	13	5,8	15	14	4,8	15	15	9,2	13	13
Koppar	160	42	170	160	64	300	240	52	100	160
Krom	56	49	72	78	42	91	76	37	66	66
Kvicksilver	0,68	0,15	0,67	0,93	0,5	3,2	1,5	0,47	0,38	0,67
Nickel	46	18	45	45	12	36	32	24	44	36
Zink	350	120	440	450	120	480	410	380	320	380

*Avser summan; bensen, toluen, etylbensen, xylen, alifater C5-C35, aromater C8-C16 och PAH-16. Vid summeringen har enskilda halter under laboratoriets rapporteringsgräns satts till halva rapporteringsgränsen.



Figur 4. Medianhalter i ytsediment i nio identiska provtagningspunkter 1998 respektive 2011.

3.3.2 Jämförelse med sedimentundersökning från 2010

I tabell 8 nedan redovisas data punkt för punkt från de tre provpunkter som är identiska i undersökningarna 2010 respektive 2011.

Sedimentens torrsbstanshalt (%TS) och halten organsikt material (GF-halt) skiljer sig markant mellan undersökningarna. Vid den första undersökningen uppmättes högre TS-halter och lägre halter av organsikt material. Även metallhalterna och halterna av organiska föreningar var även de lägre vid undersökningen 2010.

Tabell 8. Uppmätta halter i ytsediment i vid undersökningar 2009/2010 samt 2011. Där ej annat anges är halterna i mg/kg TS.

Provpunkt	Bjerking 2010				Bjerking 2011			
	15	31	34	Median	15	31	34	Median
Djup (cm)	0-2 cm	0-2 cm	0-2 cm		0-2 cm	0-2 cm	0-2 cm	
TS (%)	33	94	34	34	28	72	12	28
Glödförlust (% TS)	5,6	0,71	5,6	5,6	7,6	1,6	13	7,6
Totalkväve	0,24	0,011	0,24	0,24	0,14	0,055	0,58	0,14
Bensen	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	<0.01	-
TEX	<0.1	<0.1	<0.1	-	<0.1	<0.1	<0.1	-
Alifater >C5-C8	<5	<5	<5	-	<5	<5	<5	-
Alifater >C8-C10	<5	<5	<5	-	<5	<5	<5	-
Alifater >C10-C12	<5	<5	<5	-	7,4	<5	<5	7,4
Alifater >C12-C16	<5	<5	<5	-	17	<5	<5	17
Alifater >C16-C35	50	10	110	50	310	20	95	95
Aromater >C8-C10	<5	<5	<5	-	<5	<5	<5	-
Aromater >C10-C16	<3	<3	<3	-	<3	<3	<3	-
Summa PAH 16	2,7	<0,3	3,2	2,95	20	1,6	16	16
Arsenik	<5,4	<1,9	<5,4	-	10	1,7	5,7	5,7
Bly	75	2,9	84	75	110	38	170	110
Kadmium	0,6	<0,19	0,66	0,63	1,7	0,35	1,1	1,1
Kobolt	7,8	1,9	7,8	7,8	13	5,8	15	13
Koppar	78	3	66	66	160	42	170	160
Krom	33	7,1	36	33	56	49	72	56
Kvicksilver	0,78	<0,05	0,39	0,59	0,68	0,15	0,67	0,67
Nickel	23	4,2	22	22	46	18	45	45
Vanadin	30	6,3	28	28	42	35	60	42
Zink	180	16	200	180	350	120	440	350

3.4 Samlad utvärdering

Den nu utförda undersökningen omfattar en jämförande studie av metaller och organiska föreningar i ytsediment i Stockholms innerstad. Data från undersökningen jämförs med data från undersökningar 1998 och 2010.

Sedimentationshastigheten i Stockholm har tidigare bedömts till 0,2-0,5 mm /år (IVL, 1998). Det betyder att det sedan den tidigare undersökningen 1998 har sedimenterat ca 2,6-6,5 cm sediment. Dvs den provtagning som genomförts nu bör omfatta sediment som bildats efter undersökningen 1998.

Bottenförhållandena i de undersökta provpunkterna är relativt okänd även om IVL 1998 förmodligen valde provtagningsplatser med förmodade ackumulationsbottnar, dvs bottnar där finmaterial kontinuerligt deponeras. Förhållandena är sannolikt likartade idag även om det i ett antal provpunkter finns anledning att anta yttligt sediment är omrört t ex pågår en intensiv båttrafik i Värtan som vid passage av större båtar troligen förflyttar sediment och i Riddarfjärden pågår sedan några år stora omfattande arbeten på botten i samband med byggnationen av citybanan. Dessutom utfördes det omfattande underhållsmuddring vid de fyra tipplatserna under våren 2011. Följande volymer muddrades upp; Norr

Mälarstrand 640 m³, Värtan 200 m³, Blasieholmen 485 m³ och Stadsgården 140 m³. Muddringsarbetena utfördes före sedimentprovtagningen i denna undersökning.

De halter som uppmättes vid de tre provpunkterna 2010 är låga, halterna är generellt lägre än de halter som uppmättes både 1998 och 2011. De låga halterna beror sannolikt på att det material som provtogs 2010 till stor del utgjordes av väghållningssand från den snö som tippats i Riddarfjärden vid Norr Mälarstrand. Halterna av metaller och organiska föreningar i väghållningssand är låg (Bjerking, 2011). Det utfördes även omfattande muddringsarbeten vid Norr Mälarstrand under våren 2011 och arbetena slutfördes precis före denna provtagning. Sediment i Stockholms innerstad är generellt mer förorenade med ökande djup (IVL, 1998) vilket betyder att arbetena kan ha påverkat föroreningsnivån i ytsediment i närområdet. Men även uppströms tippplatsen, i provpunkt 15, uppmättes lägre halter än vid undersökningen 2011. Orsaken till detta är sannolikt naturliga haltvariationer i sedimentet.

Metallhalterna i ytsediment i den nu utförda undersökningen är lägre än vid undersökningen 1998. Haltminskningen sedan 1998 är störst för kvicksilver följt av bly, koppar och kadmium. Mindre minskningar, noteras för zink, kobolt, krom och arsenik. Halterna av PAH är oförändrade. Halten organiska kolväten är svårbedömd eftersom analysmetoderna skiljer sig vid de olika undersökningarna men det förefaller som om även dessa halter minskat sedan 1985.

Stockholm 2011-09-01

Bjerking AB



Örjan Nilsson

Telefon 08-455 56 39 070-651 13 29
orjan.nilsson@bjerking.se

Anna Ahlgren Mårtensson

Referenser

- Bjerking, 2010. Egenkontroll av sediment efter snötippning vintern 2009/2010. Uppdrag nr 54661, daterad 2011-06-23.
- Bjerking, 2011. Miljöbelastningen av snö i Stockholm i ett historiskt perspektiv. Uppdrag nr 54661, daterad 2011-05-26.
- IVL, 1998. Metaller, PAH, PCB och totalkolväten i sediment runt Stockholm - flöden och halter. Rapport B1297.
- Stockholms stad, Tekniska avdelningen, 1985. Undersökning av försurande och luftförorenade ämnen i deponerad snö, i tippsnö och i recipientvatten. Dnr 312/4682-85.
- Tyréns, 1999. Snöhantering i Stockholms stad. Miljöbelastning vid val av olika metoder. Juni 1999.

Bilagor

- Bilaga 1. Sammanställning av data från snöprovtagning 1985 respektive 2011
- Bilaga 2. Sammanställning av data från sedimentprovtagning 1998 respektive 2011

Provtagningsplats	Enhet	Undersökning 2011					Undersökning 1985				
		Stierhelmsvägen	Kanaan	Zinken	Philipshuset	Vitabergen	Stierhelmsvägen	Kanaan	Zinken	Philipshuset	Vitabergen
Nitrit-nitrogen	mg/l	0,35	0,36	0,31	0,39	0,30	3,4	2,7	3,1	3,1	2,8
Ammonium-nitrogen (mg/l)	mg/l	0,27	0,12	0,91	0,27	0,22	0,36	0,55	0,5	0,26	0,37
Kväve tot	mg/l	0,65	0,50	3,3	0,65	6,0					
Fosfor tot	mg/l	0,01	0,006	0,15	0,015	0,014					
pH	mg/l	6,3	5,3	6,5	6,2	5,8	4,5	4,3	4,5	5,8	4,3
Suspenderade ämnen	mg/l	8,6	3,9	19	11	7,5	27	3,0	27	33	13
Konduktivitet	mS/m	1,9	1,2	2,4	3,1	1,1	4,3	2,8	3,8	3,7	3,3
Sulfat	mg/l	1,9	1,5	2,3	2,2	2,4	4	<2	4	4	3
Organiska föreningar	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001					
Bensen	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001					
Etylbensen	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001					
Toluen	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001					
M/P/O-Xylen	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001					
Alifater >C5-C12	mg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03					
Alifater >C12-C35	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05					
Aromater >C8-C10	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1					
Aromater >C10-C16	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10					
Opolära alifatiska kolväten	mg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0					
Opolära aromatiska kolväten	mg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0					
Totalt extraherbara alifatiska ämnen	mg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0					
Totalt extraherbara aromatiska ämnen	mg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0					
Totalt extraherbara ämnen	mg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0					
PAH cancerogena	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	1,1	0,17	0,49	1,4	0,72
PAH övriga	µg/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30					
Metaller filtrerat	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2					
Arsenik As	µg/l	<0,05	0,31	0,14	0,15	0,38					
Bly Pb	µg/l	0,021	<0,02	<0,02	0,032	0,021					
Kadmium Cd	µg/l	<0,2	<0,2	0,43	<0,2	<0,2					
Kobolt Co	µg/l	1,8	2,9	3,7	5,7	2,8					
Koppar Cu	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1					
Krom Cr	µg/l	0,57	0,33	0,46	0,87	0,62					
Kviksilver Hg	µg/l	0,41	0,29	0,32	<0,2	0,29					
Nickel Ni	µg/l	21	11	15	34	12					
Vanadin V	µg/l										
Zink Zn	µg/l										
Metaller uppslutet	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5					
Arsenik As	µg/l	1,5	0,62	2,8	1,2	2,1	74	6,0	55	51	19
Bly Pb	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3
Kadmium Cd	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1					
Kobolt Co	µg/l	6,7	4,4	6,9	8	4,7					
Koppar Cu	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1					
Krom	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1					
Kviksilver Hg	µg/l	0,86	<1	<1	<1	<1	0,30	0,20	0,30	0,20	0,20
Nickel Ni	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1					
Vanadin V	µg/l		<0,5	0,5	0,63	<0,5					
Zink Zn	µg/l	24	8	20	34	12	6,0	<5	14	34	15

Provtagningsplats Djup	Enhet (cm)	Undersökning Bjerkning 2011								Undersökning IVL 1999								
		Punkt 15 0-2 cm	Punkt 31 0-2 cm	Punkt 34 0-2 cm	Punkt 35 0-2 cm	Punkt 48 0-2 cm	Punkt 53 0-2 cm	Punkt 59 0-2 cm	Punkt 77 0-2 cm	Punkt 80 0-2 cm	Punkt 15 0-2 cm	Punkt 31 0-2 cm	Punkt 34 0-2 cm	Punkt 35 0-2 cm	Punkt 48 0-2 cm	Punkt 53 2-4 cm	Punkt 59 0-2 cm	Punkt 77 2-4 cm
TS	%	28	72	12	12	71	10	11	38	12	31	7,8	12	27	5,8	6,4	18	8,6
Gledförlust	% Ts	7,6	1,6	13	13	2,4	18	17	10	14	4,8	15	12	7,0	21	22	11	15
Fosfor	mg/kg Ts					400	6400	3400	420									
Totalkväve	%Ts	0,14	0,055	0,58	0,6	0,042	0,79	1,5	0,26	0,65								
Organiska föreningar																		
Bensen	mg/kg Ts	<0,01	<0,01	<0,01	0,083	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,089								
Etylbensen	mg/kg Ts	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1								
Toluen	mg/kg Ts	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,35	<0,1	0,3								
M/P/O-Xylen	mg/kg Ts	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1								
Alifater >C5-C8	mg/kg Ts	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5								
Alifater >C8-C10	mg/kg Ts	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5								
Alifater >C10-C12	mg/kg Ts	7,4	<5	<5	<5	<5	27	14	<5	<5								
Alifater >C12-C16	mg/kg Ts	17	<5	<5	<5	7,5	76	39	21	<5								
Alifater >C16-C35	mg/kg Ts	310	20	95	93	130	640	480	110	120								
Aromater >C8-C10	mg/kg Ts	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5								
Aromater >C10-C16	mg/kg Ts	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3								
Aromater >C16-C35	mg/kg Ts	3,1	<1,0	2,1	1,2	<1,0	<1,0	1,5	2,7	<1,0								
Summa PAH 16	mg/kg Ts	20	1,6	16	9,4	2,3	8,9	8,3	9,1	1,8								
Totalkolväten	mg/kg Ts										4,0	9,3	5,9	3,2	11	8,9	19	2,5
											3000				520		410	17
Metaller																		
Arsenik As	mg/kg Ts	10	1,7	5,7	5,6	1,7	13	11	6,1	5,1								
Barium	mg/kg Ts	120	50	170	170	63	330	220	150	190								
Bly Pb	mg/kg Ts	110	38	170	170	65	250	180	180	70								
Kadmium Cd	mg/kg Ts	1,7	0,35	1,1	1,5	0,55	3,0	2,1	1,8	0,88								
Kobolt Co	mg/kg Ts	13	5,8	15	14	4,8	15	15	9,2	13								
Koppar Cu	mg/kg Ts	160	42	170	160	64	300	240	52	100								
Krom Cr	mg/kg Ts	56	49	72	78	42	91	76	37	86								
Kviksilver Hg	mg/kg Ts	0,68	0,15	0,67	0,93	0,5	3,2	1,5	0,47	0,38								
Nickel Ni	mg/kg Ts	46	18	45	45	12	36	32	24	44								
Vanadin V	mg/kg Ts	42	35	60	63	23	56	54	34	62								
Zink Zn	mg/kg Ts	350	120	440	450	120	480	410	380	320								
											240	590	510	350	710	570	410	370