

Bilaga 1

Nederbördsdata

Nederbördsdata februari 1998 till januari 1999

(och uppskattade avrinningskoefficienter)

	Nederbörd (mm)	Korr nederbörd (mm)	Avr koeff A	Avr koeff B	Avr koeff C
februari	34	39	0,86	0,85	0,58
mars	33	38	0,43	0,22	0,46
april	62	71	0,34	0,28	0,37
maj	40	46	0,65	0,56	0,48
juni	93	107	0,36	0,30	0,32
juli	122	140	0,20	0,27	0,22
augusti	58	67	0,20	0,32	0,23
september	48	55	0,23	0,31	0,29
oktober	77	89	0,24	0,37	0,33
november	30	35	0,50	0,42	0,38
december	52	60	0,56	0,54	0,42
<i>januari</i>	<i>48</i>	<i>55</i>	<i>0,71</i>	<i>0,70</i>	<i>0,50</i>
Årsperioden	697	802	0,38	0,39	0,35
min			0,20	0,22	0,22
max			0,86	0,85	0,58

Förklaringar

Korr nederbörd: Nederbörd*1.15 (korrigerad efter förluster pga vind vid-
häftning och avdunstning enligt SMHI)



SMHI, Station Stockholm
Lokal nederbördsstation

Avr koeff: Avrinningskoefficient = uppmätt månadsflöde / (korrigerad
nederbörd * area)

Bilaga 2

Flödesdata

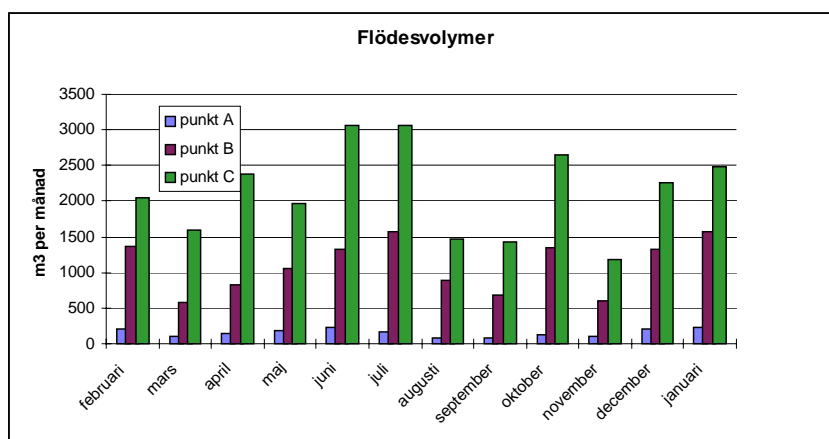
Flödesvolymer (m³)

	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	Sep	okt	nov	dec	jan	totalt
punkt A	201	98	145	180	229	167	81	76	128	105	203	235	1848
punkt B	1367	573	831	1052	1331	1567	885	688	1345	600	1328	1573	13140
punkt C	2047	1587	2387	1970	3072	3072	1474	1425	2658	1182	2258	2478	25610

Mätdata saknas för följande antal dagar:

	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	Sep	okt	nov	dec
punkt A											
punkt B		6	1								
punkt C						6	6				

Värdena i **fetstil** avser justerade flödesdata (mot flöden från area 4) för att inkludera den tid då flödesdata saknas (uppmätta värden: B mars=343, B april=816, C juli=2812, C augusti=1377).
Januarivärdena är beräknade från nederbördsdata.



Bilaga 3

Uppmätta halter

Pb (ug/l), SS 028184-1,83-1

	Feb	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Median	Medel	Min	Max
Punkt A	8	8	8	23	10	12	5	1	6	1	8	8	6	8	1	23
Punkt B	19	43	19	45	14	25	9	9	4	21	21	21	19	21	4	45
Punkt C	41	57	25	49	15	27	8	19	20	10	42	18	23	28	8	57

Cd (ug/l), SS 028184-1,83-1

	Feb	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Median	Medel	Min	Max
Punkt A	0,14	0,14	0,14	0,4	0,1	0,2	0,1	0,05	0,07	0,025	0,14	0,14	0,10	0,14	0,03	0,40
Punkt B	0,2	0,5	0,2	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	0,07	0,22	0,22	0,22	0,20	0,22	0,07	0,50
Punkt C	0,4	0,4	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,8	0,3	0,30	0,31	0,10	0,80

Cu (ug/l), SS 028152-2,50-2

	Feb.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Median	Medel	Min	Max
Punkt A	609	609	609	1300	870	740	550	260	410	130	609	609	550	609	130	1300
Punkt B	300	280	320	440	230	330	220	200	180	278	278	278	280	278	180	440
Punkt C	390	300	340	390	220	300	260	270	340	170	200	600	300	315	170	600

Zn (ug/l), SS 028152-2,50-2

	Feb.	mars	April	Maj	juni	juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Median	Medel	Min	Max
Punkt A	47	47	47	100	57	72	37	10	33	21	47	47	37	47	10	100
Punkt B	110	580	83	160	67	110	47	48	46	139	139	139	83	139	46	580
Punkt C	390	580	130	200	83	110	63	89	100	71	270	150	120	186	63	580

P (ug/l)

	Feb.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Median	Medel	Min	Max
Punkt A	184	184	184	442	161	225	127	32	114	184	184	184	144	184	32	442
Punkt B	143	640	258	510	185	311	97	77	67	254	254	254	185	254	67	640
Punkt C	469	830	365	516	197	340	70	113	137	332	331	287	331	332	70	830

PAH (ug/l)

	Feb.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Median	Medel	Min	Max
Punkt A	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15				
Punkt B	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1				
Punkt C	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,74	2,0	3,25			0,74	3,25

SS (mg/l)

	Feb.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Median	Medel	Min	Max
Punkt A	76	76	76	233	88	125	34	6	35	11	76	76	35	76	6	233
Punkt B	125	340	118	303	114	189	38	31	12	141	141	141	118	141	12	340
Punkt C	311	459	178	312	123	176	52	72	50	54	241	135	156	180	50	459

Ni (ug/l) SS 028184-1,83-1

	Feb.	mars	April	Maj	juni	juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Median	Medel	Min	Max
Punkt A	5	5	5	11	7	6	2	2	3	2	5	5	3	5	2	11
Punkt B	11	23	7	16	6	9	3	4	5	9	9	9	7	9	3	23
Punkt C	33	7	11	17	6	11	4	6	8	4	24	16	10	12	4	33

Cr (ug/l) SS 028184-1,83-1

	Feb.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Median	Medel	Min	Max
Punkt A	5	5	5	14	6	8	2	0,5	2	0,5	5	5	2	5	0,5	14
Punkt B	15	40	11	20	7	13	3	2	1	12	12	12	11	12	1	40
Punkt C	31	45	14	26	9	14	4	6	6	5	33	15	14	17	4	45

N (ug/l)

	Feb.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Median	Medel	Min	Max
Punkt A	941	941	941	2333	1112	870	775	633	460	401	941	941	775	941	401	2333
Punkt B	1440	2390	1560	2254	939	938	711	955	974	1351	1351	1351	974	1351	711	2390
Punkt C	2130	3050	1670	2178	1150	991	739	926	1003	949	2398	1402	1276	1549	739	3050

normal

månads-samlingsprov.

Fet

saknat värde ersatt av medelvärdet över resterande månadsvärden. För PAH, punkt B, har medel punkt A och punkt B använts.

Inringat

värde under detektionsgräns och angivet som ett "mindre än"-värde. I tabellen anges hälften av detta värde.

kursiv

avser prov under en dag, dvs ej månatliga samlingsprov.

Median

avser medianvärdet av värdena under de månader då det finns mätdata.

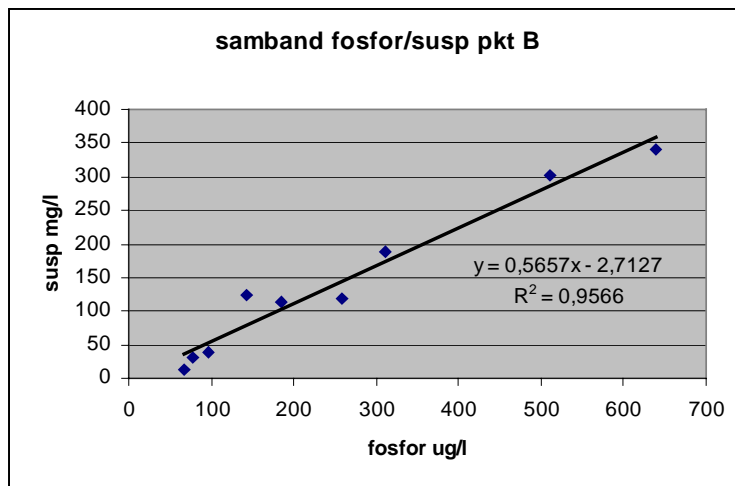
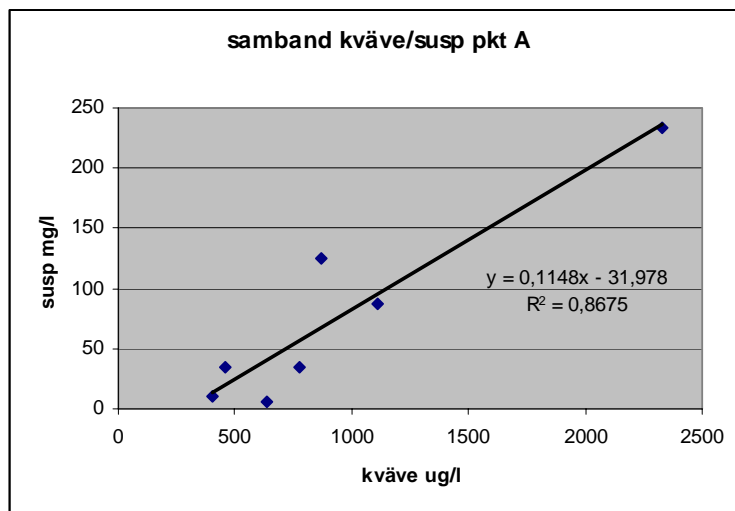
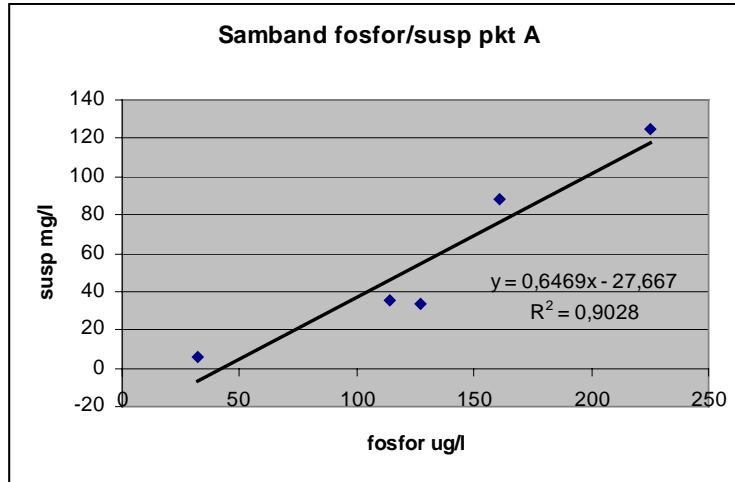
PROVTAGNING I DAGVATTENBRUNNAR VID NYBOHOV FEB98-JAN99
Siffror i fet stil anger beräknade värden

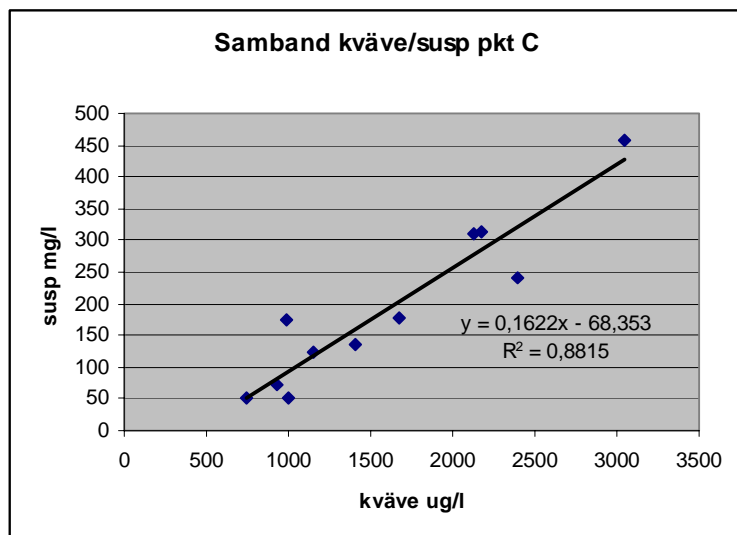
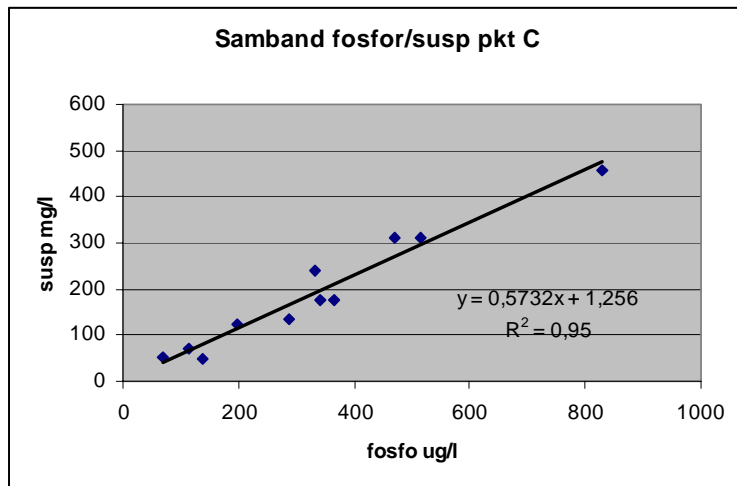
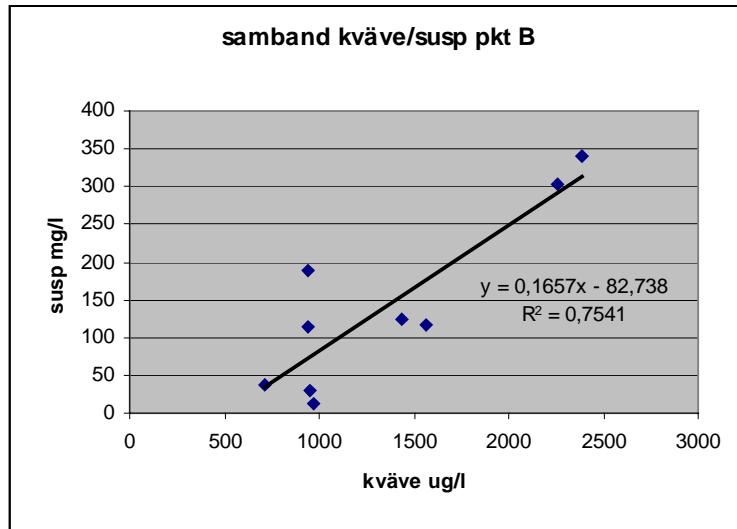
Provtagning i pkt 1
f.o.m 28/5

datum	SS mg/l			konduktivitet mS/m			T-P ug/l			T-N ug/l		
	Punkt A	Punkt B	Punkt C	Punkt A	Punkt B	Punkt C	Punkt A	Punkt B	Punkt C	Punkt A	Punkt B	Punkt C
980211	-	72	56	-	92	310						
980224	-	152	-	-	11,6	-						
980226	-	-	601	-	-	163						
samling- Feb	-	125	311				-	143	469	-	1440	2130
980320 (Mars)	-	340	459	-	196	138		640	830		2390	3050
980407	-	133	-	-	25,9							
980420	-	116	192	-	14,5	19,5	-	270	395	-	1450	1680
980430	-	110	158	-	6,1	9,7	-	230	316	-	1640	1730
samling- April	-	118	178				-	258	365	-	1560	1670
980508	-	161	187									
980528	233	418	421	6,1	5	6,4				2333		
samling- Maj		303	312				442	510	516		2254	2178
980605	-	-	173			4,3						
980612	156	194	196									
980617	72	94	97									
980630	36	38	36									
samling- Juni	88	114	123				161	185	197	1112	939	1150
980708	188	322	269									
980721	62	132	98									
samling- Juli	125	189	176				225	311	340	870	938	991
980805	prov saknas	51	92									
980819	34	38	46									
980904	36	26	30									
samling- Aug	34	38	52				127	97	70	775	711	739
980918	6	-	-				32	-	-	633	-	-
980923	-	31	72				-	77	113	-	955	926
981019 (Okt)	35	12	50				114	67	137	460	974	1003
981105	11	-	-				#	-	-	401	-	-
981119	-	-	54				-	-	#	-	-	949
981217 (Dec)	-	-	241			250	-	-	331	-	-	2398
990115 (Jan)	-	-	135			184	-	-	287	-	-	1402
25 prov- tillfällen	10 prov	18 prov	21 prov									

Teckenförklaring

- prov saknas
- # ej analyserat





Dagvattenprover från Nybohovs bostadsområde.

Mängden PAH/liter anger vad som finns i både partiklar och löst i vattnet

Prover 981119 och 990114 innehöll olja. n.d. = inte detekterad, d.v.s. under detektionsgränsen.

Provbeteckning:		981105	981119	990114
Volym prov filtrerat/analyserat (liter):		5	2,8	3
Provpunkt		A	C	C
		ng/l		
Fen	Fenantren	24	158	326
Ant	Antracen	4,4	21	68
3-meFen	3-metylfenantren	4,3	28	21
1-meFen	1-metylfenantren	2,6	28	17
Flu	Fluoranten	15	70	99
Pyr	Pyren	14	84	104
B(a)F	Benso(a)fluoranten	1,9	13	179
B(e)F	Benso(e)fluoranten	n.d.	5,0	16
2-mePyr	2-metylpyren	4,6	19	8,0
1-mePyr	1-metylpyren	5,6	15	21
BghiF	Benso(ghi)fluoranten	n.d.	19	41
BaA	Benso(a)antracen	9,4	18	66
Chr	Chrysen/trifenylen	10	51	186
B(bj)F	Benso(bj)fluoranten	7,7	33	258
B(k)F	Benso(k)fluoranten	5,1	20	99
B(e)P	Benso(e)pyren	18	38	238
B(a)P	Benso(a)pyren	1,9	11	133
Per	Perylen	0,1	7,8	108
Ind	Indeno(1,2,3-cd)pyren	3,6	21	199
BghiP	Benso(ghi)perylen	11	44	464
Cor	Coronen	6,1	31	594
PAH	Summa	149	735	3246

Bilaga 4

Uppskattad föroreningsbelastning från flödesdata och provtagning

Belastning (g/månad)

Pb

	Feb.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	År
Punkt A	1,6	0,8	1,2	4,1	2,3	2,0	0,4	0,08	0,8	0,11	1,6	1,9	17
Punkt B	26	25	16	47	19	39	8	6	5	13	28	33	265
Punkt C	84	90	60	97	46	83	12	27	53	12	95	45	703

Cd

	Feb.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	År
Punkt A	0,03	0,014	0,02	0,07	0,02	0,03	0,008	0,004	0,009	0,003	0,03	0,03	0,3
Punkt B	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3	0,09	0,07	0,09	0,13	0,29	0,35	3
Punkt C	0,8	0,6	0,7	0,8	0,6	0,9	0,3	0,3	0,3	0,12	1,8	0,7	8

Cu

	Feb.	mars	April	Maj	juni	juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	År
Punkt A	122	60	88	234	199	124	45	20	52	14	124	143	1 225
Punkt B	410	160	266	463	306	517	195	138	242	167	369	437	3 670
Punkt C	798	476	812	768	676	922	383	385	904	201	452	1487	8 264

Zn

	Feb.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	År
Punkt A	9	5	7	18	13	12	3	0,8	4	2	10	11	95
Punkt B	150	332	69	168	89	172	42	33	62	83	185	219	1 604
Punkt C	798	920	310	394	255	338	93	127	266	84	610	372	4 567

P

	Feb.	mars	April	Maj	juni	juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	År
Punkt A	37	18	27	80	37	38	10	2	15	19	37	43	363
Punkt B	195	367	214	537	246	487	86	53	90	152	337	399	3 163
Punkt C	960	1317	871	1017	605	1044	103	161	364	392	747	711	8 292

PAH

	Feb.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	År
Punkt A	0,03	0,015	0,02	0,03	0,03	0,03	0,012	0,011	0,02	0,02	0,03	0,04	0,3
Punkt B	1,5	0,6	0,9	1,2	1,5	1,7	1,0	0,8	1,5	0,7	1,5	1,7	15
Punkt C	4,1	3,2	4,8	3,9	6,1	6,1	2,9	2,9	5,3	0,9	4,5	8,1	53

SS (kg/månad)

	Feb.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	År
Punkt A	25	33	17	42	20	21	3	0,5	4	1,2	15	18	200
Punkt B	171	195	98	319	152	296	34	21	16	85	187	222	1796
Punkt C	637	728	425	615	378	541	77	103	133	64	544	335	4580

Ni

	Feb.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	År
Punkt A	2	2	1,0	2	2	1,0	0,2	0,2	0,4	0,2	1,0	1,2	13
Punkt B	15	13	6	17	8	14	3	3	7	5	12	14	117
Punkt C	68	11	26	33	18	34	6	9	21	5	54	40	325

Cr

	Feb.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	År
Punkt A	3	4	2	3	1,4	1,3	0,2	0,04	0,3	0,05	1,0	1,2	17
Punkt B	21	23	9	21	9	20	3	1	1	7	16	19	150
Punkt C	63	71	33	51	28	43	6	9	16	6	75	37	438

N

	Feb.	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	År
Punkt A	289	234	226	420	255	145	63	48	59	42	191	221	2 193
Punkt B	1968	1369	1296	2371	1250	1470	629	657	1310	811	1794	2125	17 050
Punkt C	4360	4840	3986	4291	3533	3044	1089	1320	2666	1122	5415	3475	39 141

Bilaga 5

Övrigt material (m²) till bostadsområde och till trafikområde

Nybohov 1-3

Övrigt material (m²) till bostadsområde och till trafikområde. Nybohov 1-3.

Övrigt material till bostadsområde						
Komponent	räcken- bostadsomr. (Ö1)		stolpar- bostadsomr. (Ö2)		övrigt (Ö3)	
	exp. Area	red. Area	exp. Area	red. Area	exp. area	red. Area
Nybohov 1						
Trä, trä målat					104	13
Förzinkat			1,8	0,9	86	51
Förzinkat, målat, plastat (inkl bandlack)			3,6	0,54	17	0
Nybohov 2						
Trä, trä målat					147	80
Förzinkat	9,7	9,7	51	10	37	17
Förzinkat, målat, plastat (inkl bandlack)	17	14	30	14	10	0,4
Nybohov 3						
Trä, trä målat					325	108
Förzinkat			9,7	8,9	143	76
Förzinkat, målat, plastat (inkl bandlack)	18	0,8	20	11	25	0

Övrigt material till trafikområde					
	räcken- trafikområde (Ö1)		stolpar-trafikområde (Ö2)		
	exp. area	red. area	exp. area	red. area	
Nybohov 1					
Betong (inkl betongtakpanna)					
Trä, trä målat					
Förzinkat					
Förzinkat, målat, plastat (inkl bandlack)					
Nybohov 2					
Betong (inkl betongtakpanna)					
Trä, trä målat					
Förzinkat				19,3	6,44
Förzinkat, målat, plastat (inkl bandlack)				23,8	12,06
Nybohov 3					
Betong (inkl betongtakpanna)	59,2	14,76			
Trä, trä målat	70	19			
Förzinkat	694,8	478,85		28,8	12,88
Förzinkat, målat, plastat (inkl bandlack)				74,2	36,14

	Nybohov 1		Nybohov 2		Nybohov 3	
	Totalt exp	Totalt red	Totalt exp	Totalt red	Totalt exp	Totalt red
Byggnader	5873	2532	31373	13956	25530	12694
Övrigt mtrl Bostad	213	66	301	145	540	205
Övrigt mtrl Trafik	0	0	43	19	927	562
Totalt	6086	2598	31717	14119	26997	13460

Bilaga 6

Exponerade materialytor i Nybohov.
Avrinning till mark eller dagvattenssystem.
Trekantens avrinningsområde, Stockholms
kommun.

EXPONERADE MATERIALYTOR I NYBOHOV

Avrinning till mark eller dagvattenssystem

Trekantens avrinningsområde, Stockholms kommun

Maj 1998



Catarina Östlund

Tema Vatten i Natur och Samhälle
Linköpings Universitet

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING	1
METOD OCH GENOMFÖRANDE	2
RESULTAT	3
Totala materialytor och olika materialslag	3
Byggnader	4
Stolpar & räcken	9
Materialytor anslutna till dagvattennätet	15
Materialytor direktanslutna till provtagningspunkterna	16
DISKUSSION	17
BILAGOR	

INLEDNING

I denna rapport redovisas en inventering av utvändiga materialytor i Nybohovsområdet vid Liljeholmen i Stockholms kommun. Inventeringen genomfördes under hösten 1997 och början av 1998 och utgör en del av projektet: "Dagvattenföreningar till sjön Trekanten, Stockholm". Syftet med projektet är att beräkna tillförseln av vissa tungmetaller till sjön med dagvattnet* uppdelat på olika föroreningskällor, samt att föreslå åtgärder för att minska tillförseln. Tillförseln av tungmetaller till sjön kommer att beräknas utifrån en inventering av föroreningskällorna inom sjöns avrinningsområde (se kartan i bilaga 1a) och dels från provtagning av dagvattnet i ett av delavrinningsområdena. I projektet medverkar Gatu- och fastighetskontoret i Stockholm (GFK), Stockholm Vatten, Miljöförvaltningen, Korrosionsinstitutet, VBB-Viak och Linköpings Universitet, Tema Vatten.

Tillförseln av tungmetaller i dagvattnet som leds till sjön kan delas upp i följande "källor":

- regn och stoftnedfall
- korrosion av utvändiga byggnadsmaterial (hus, stolpar, staket m.m.)
- trafik (avgaser, fordonskorrosion, däck- och vägslitage m.m.)
- övrigt (från nedskräpning, fekalier och urin från djur m.m.)

Inventeringen, som redovisas i denna rapport, kommer att ligga till grund för beräkning av tillförseln av tungmetaller från korrosion av utvändiga byggnadsmaterial. För bestämning av de övriga källornas bidrag till belastningen på sjön hänvisas till projektets slutrapport. Metodiken som kommer att användas finns beskriven i VBB Viaks rapport: "Framtida dagvattenhantering i Stockholm - exemplifierat av Hammarby Sjöstad" av Per-Arne Malmqvist m.fl. 1997.

I denna rapport redovisas enbart inventeringen av delavrinningsområdet Nybohov, se kartan i bilaga 1. Inventeringen har skett på en detaljerad nivå, eftersom det är inom detta område som dagvattnet provtas under 1998. Provtagningen sker i tre olika dagvattenbrunnar i området. Området har delats in i tre mindre områden; Nybohov 1, 2 och 3, beroende på hur vattnet avleds (se kartan). Till de olika provpunkterna avrinner vatten från följande områden:

Provpunkt 1: Nybohov 1

Provpunkt 2: Nybohov 1 + Nybohov 2

Provpunkt 3: Nybohov 1 + Nybohov 2 + Nybohov 3

För den resterande delen av tillrinningsområde har byggnadsmaterialen inventerats mer översiktligt. Resultaten från denna mer översiktliga inventering kommer att redovisas i samband med slutrapporteringen av projektet.

Nybohovsområdet utgörs av ett till största delen högt beläget bostadsområde söder om sjön. Bebyggelsen består av tio punkthus 11-14 våningar höga och av tre mycket långa hus med 4-7 våningar. Punkthusen är i stort sett identiska och de tre långa husen är byggda i exakt samma stil. Husen byggdes under 1960-talet. Husen rymmer 1000 vanliga lägenheter, ett bostadshotell med 200 lägenheter och ett servicehus med 100 lägenheter (Svenska Bostäder). Totalt bor det 1898 personer i området (Utrednings- och statistikkontoret i Stockholm). Inom det undersökta området finns även ett P-hus och ett tvåvåningshus som används som daghem. Vidare finns ett antal miljöstugor och förråd inom området.

Det undersökta områdets area omfattar 90 998 m² (från Miljöförvaltningens GIS-system). Området har av Miljöförvaltningen markkarterats under 1996. Utifrån denna kartering har den hårdgjorda ytan beräknats till 65 494 m². Den hårdgjorda ytan utgör alltså 72 % av områdets totala area.

METOD OCH GENOMFÖRANDE

Utvändiga materialytor inom Nybohovsområdet inventerades genom att gå runt i området och studera de olika ytorna. Inventeringen påbörjades den 15 september 1997 och avslutades den 27 mars 1998. Under denna period besöktes området 13 gånger av Catarina Östlund, Linköpings Universitet. Vid ett av tillfällena deltog Pascal Karlsson, VBB-Viak. Den genomsnittliga tiden för varje besök var knappt två timmar. Den totala tidsåtgången var ca 22 manstimmar. Restiden till och från Nybohov är inte medräknad.

Följande hjälpmedel användes:

- Mapp innehållande 8 kartor över området i skala 1:1000
- Anteckningsbok (avvägningsbok med styva pärmar användes)
- Måttstock och måttband
- Kamera

Arbetsgången kan beskrivas enligt följande:

1. Identifiering av objektet och eventuella delobjekt (t.ex. fönsterbleck på hus)
2. Markeringen av objektet på kartan (nr eller bokstav)
3. Identifiering av materialet
4. Beräkning av den utsatta ytan
5. Bedömning av andel av utsatt yta från vilken nederbörd avleds till dagvattenssystemet

Inga speciella metoder användes för att identifiera materialet (som t.ex. skrapning med kniv eller användande av kemikalier) utan endast "okulär besiktning" användes.

Olika sätt användes för att beräkna den utsatta ytan. För stolpar, staket, sopkorgar, vädringsställ m.m. mättes den utsatta ytan med måttband och måttstock. För att effektivisera arbetet identifierades vissa typobjekt som mättes extra noggrant. För bedömning av höjden på lyktstolpar överstigande 5 meter kunde i vissa fall Gatu- och fastighetskontorets register över stadens lyktstolpar användas.

Husens längd och bredd uppmättes från kartan. Mätning av våningshöjd och antal våningar gav sedan fasadens yta. Vidare uppmättes de olika delobjekten på husen såsom fönsterglas, fönsterkarmar, fönsterbleck, balkonger, vindskivor m.m. Vissa fasader fotograferades för kompletterande beräkningar på kontoret.

Utsatta materialytor på husens tak kunde för låga hus bestämmas på marknivå. Ett av bostadshusens tak besöktes. Eftersom bebyggelsen är mycket likartad antogs att hustaken på de övriga höghusen var i stort sett lika.

För att bedöma var det avrinnande vattnet från de olika objekten avleds studerades marklutning, hårdgjord yta och närmaste intagsbrunn.

Uppgifterna från inventeringen har sammanställts i Excel. Datan har delats in i två huvudgrupper. Den ena huvudgruppen utgörs av byggnader. Den andra omfattar alla objekt som inte är byggnader såsom lyktstolpar, vägskyltar, räcken och staket, sopkorgar, vädringsställ m.m. Denna huvudgrupp kommer framöver att benämnas som stolpar&räcken. I bilagorna 2 och 3 visas utdrag från excelfilerna för byggnader respektive stolpar&räcken. Bilaga 4 är ett utdrag från den arbetsfil där uppgifterna som ligger till grund för denna rapport finns sammanställda. Denna fil omfattar 813 rader.

RESULTAT

Totala materialytor och olika materialslag

Vid inventeringen identifierades 13 olika material. Dessa material finns sammanställda i tabell 1. I tabellen anges vidare var dessa material förekommer - på byggnader och/eller på stolpar&räcken (indelning byggnader och stolpar&räcken se metod och genomförande). Vissa av materialen såsom glas, puts, betongtakpanna och koppar förekommer enbart på byggnader. Omålat trä och omålade förzinkade ytor finns bara på stolpar&räcken.

Tabell 1: Exponerad yta - förekomst av olika material uppdelat på byggnader och stolpar&räcken

Material	Byggnader	Stolpar & räcken
puts	X	
koppar, asfalterat	X	
koppar	X	
glas	X	
betong	X	X
trä, målat	X	X
trä, omålat		X
förzinkat, omålat	X	X
förzinkat, målat	X	X
betongtakpanna	X	
grusplatta	X	
bandlack	X	X
rostfritt		X

I materialgruppen förzinkat, målat ingår även förzinkade ytor som är plastade. Sådana ytor hittades på s.k. Gunnebostängsel. För materialgruppen trä hade det varit önskvärt med en indelning i impregnerat respektive oimpregnerat virke. Eftersom det var svårt att avgöra för äldre träytor om det var impregnerat eller inte gjordes ingen sådan indelning.

Den totalt inventerade materialytan i Nybohovsområdet uppgår till 64 805 m². I tabell 2 anges hur denna yta fördelas på de olika materialslagen. Det materialslag som är störst till ytan är puts (44 %). Andra "stora" materialslag är asfalterad koppar, ren kopparplåt, glas, betong och målat trä.

Tabell 2: Den totalt exponerade ytan uppdelat på olika material

Material	Exponerad yta (m2)	Andel av totala ytan
puts	28652	44%
koppar, asfalterat	12457	19%
koppar	3398	5%
glas	7889	12%
betong	6174	10%
trä, målat	3887	6%
trä, omålat	281	0%
förzinkat, omålat	1081	2%
förzinkat, målat	461	1%
betongtakpanna	335	1%
grusplatta	140	0%
bandlack	45	0%
rostfritt	5	0%
Totalt	64805	

Byggnader

I kartan i bilaga 2 har de olika byggnaderna i området markerats (bokstäver, ibland följt av en siffra). I området finns det 11 bostadshus, varav 8 är punkthus och 3 är långa bostadshus. Vidare finns det 5 s.k. miljöstugor, ett elhus, ett tvätthuset och ett parkeringshus. Den exponerade ytan för dessa byggnader uppgår till 61 393 m². Byggnaderna utgör 95 % av den totalt inventerade utsatta materialytan i området.

I tabell 3 anges hur den utvändiga ytan på byggnader fördelas på de olika materialslagen. Den största delen utgörs av puts (47 %). Andra stora materialslag är asfalterad koppar (21 %), ren kopparplåt, glas, betong och målat trä.

Tabell 3: Byggnader - exponerad yta uppdelat på olika material

Material	Exponerad area (m2)	Andel av tot. arean
puts	28652	47%
koppar, asfalt	12457	20%
koppar	3395	6%
glas	7889	13%
betong	4509	7%
trä, målat	3493	6%
trä, omålat	0	0%
förzinkat, omålat	255	0%
förzinkat, målat	228	0%
betongtakpanna	335	1%
grusplatta	140	0%
bandlack	40	0%
rostfritt	0	0%
Summa	61393	

I tabell 4 redovisas de olika materialslagen uppdelat på bostadshus och övriga hus. Av tabellen framgår att förzinkade ytor (omålade och målade), betongtakpanna, grusplatta och bandlackerade ytor bara finns på övriga hus. Notera vidare att den utsatta ytan på bostadshus är betydligt större än på övriga hus.

Tabell 4: Bostadshus och övriga hus - exponerad yta uppdelat på olika material

Material	Exponerad yta (m2)	
	Bostadshus	Övriga hus
puts	28042	610
koppar, asfalt	12457	0
koppar	3255	140
glas	7766	123
betong	2771	1738
trä, målat	3153	341
trä, omålat	0	0
förzinkat, omålat	0	255
förzinkat, målat	0	228
betongtakpanna	0	335
grusplatta	0	140
bandlack	0	40
rostfritt	0	0
Totalt	57443	3950

Alla bostadshusen i området har fasader i puts. Ursprungligen hade alla bostadshusen tak i korrugerad kopparplåt. Idag har större delen av dessa tak belagts med någon form av asfalt. Det är bara taken på hus N1 och halva hus N2, som ännu inte har belagts med asfalt. Koppertak (obehandlad) förekommer även på ett elhus (El 1) i området. Alla bostadshusen har vidare fönsterbleck och vindskivor i obehandlad kopparplåt. Betong förekommer på bostadshusens balkonger samt på P-husets väggar och på de uppstickande grunderna på flera av de övriga byggnaderna.

De utvändiga ytorna på ett punkthusen (se figur 1) i området visas i tabell 5. I tabellen anges även var materialen förekommer på huset. Fasaden i puts utgör 59 % av den totala ytan. Takytan i asfalterad koppar utgör 15 %. På punkthuset finns det 45 m² kopparplåt, varav 27 m² är vindskivor och 18 m² är fönsterbleck.

Fotografier på andra byggnader i området visas i figurena 2-7.

Tabell 5: Punkthus - exponerad yta uppdelat på olika material

delyta	material	yta (m ²)	andel av tot. ytan
fasad	puts	1594	59%
tak	koppar, asfalterat	405	15%
fönsterruta	glas	334	12%
balkongräcke	betong	181	7%
fönsterlist	trä, vitmålat	143	5%
vindskiva	koppar	27	1%
fönsterbleck	koppar	18	1%
Totalt		2701	



Figur 1: Punkthus



Figur 2: Bostadshus. Avstängd fontän i förgrunden.



Figur 3: Bostadshus. Torget Nybohov.



Figur 4: Förråd/miljöstuga. Bandlackerat tak??



Figur 5: Förråd/miljöstuga. Bandlackerat tak.



Figur 6: Elhus. Koppertak.



Figur 7: Daghem. Betongtakpannor

Stolpar&räcken

Stolpar&räcken omfattar alla objekt som inte är byggnader såsom lyktstolpar, vägskyltar, räcken och staket, sopkorgar, vädringsställ m.m. Den utvändiga ytan för dessa objekt uppgår till 3 412 m². I tabell 6 anges hur denna yta fördelas på de olika materialslagen. Knappt hälften utgörs av betong. De förzinkade ytorna uppgår till 31% (målat och omålat) och trä 19 % (målat och omålat).

Tabell 6: Stolpar&räcken - exponerad yta uppdelat på olika material

Material	Exponerad yta (m2)	Andel av totala ytan
betong	1665	49%
förzinkat, omålat	829	24%
förzinkat, målat	233	7%
trä, målat	393	12%
trä, omålat	281	8%
bandlack	5	0%
rostfritt	5	0%
Totalt	3412	

Betongytorna utgörs av betongväggar i området, se figur 8. Nybohovsområdet är kuperat och betongväggarna används som avsatser för att kunna erhålla jämna markytor.



Figur 8: Betongvägg

Av den förzinkade ytan är 22 % målade. I tabell 7 anges hur stor andel av de förzinkade ytorna uppdelat på olika huvudobjekt som är målade. I tabellen anges vidare de förzinkade ytorna uppdelat på omålade och målade ytor, samt summan av dessa ytor.

Tabell 7: Förzinkade ytor, målade och omålade. Andel av den totalt förzinkade ytan som är målade.

Huvudobjekt	Förzinkad yta omålade (m ²)	Förzinkad yta målade (m ²)	Summa förzinkad yta (m ²)	Andel av summa förz. yta som är målade
vägräcken	447	0	447	0%
lyktstolpar	59	142	201	71%
övriga stolpar	44	5	49	9%
räcke/staket	80	73	153	48%
portgaller	110	0	110	0%
lek	33	14	46	29%
övrigt	56	1	57	1%
Totalt	829	233	1063	22%

Av tabellen framgår att alla vägräcken och portgaller är omålade och att hela 71 % av lyktstolparna samt knappt hälften av räcken/staket är målade.

Fotografierna i figurerna 9-16 visar vanligt förekommande objekt i området. I figurtexten anges de olika objektens exponerade ytor.



Figur 9: Förzinkat vägräcke. Exponerad yta: 1,6 m² per meter



*Figur 10: Målade förzinkade lyktstolpar.
Höjd 3,7 - 4 m. Exponerad area ca 0,85 m².*



Figur 11: Blåmålad förzinkad lyktstolpe
Höjd 7,2 m. Exponerad area 1,8 m².



Figur 12: Förzinkad sopkorg.
Exponerad area 0,5 m².



Figur 13: Parkbänkar. Bräder per bänk, exponerad area 1,5 m². Förzinkade hållare per bänk, exponerad area 0,7 m².



Figur 14: Förzinkade elskåp. Exponerad area per ~~bänk~~^{skåp} 1,6 m².



Figur 15: Brunmålad träspalje framför port. Exponerad area 12 m².



Figur 16: Blomlåda i impregnerat trä, exponerad area 1,8 m².
Portgaller framför port, exponerad area 3,1 m²

Materialytor anslutna till dagvattennätet

Av den totalt exponerade utvändiga ytan i Nybohovsområdet (64 805 m²) är ca 47 % direktanslutna till dagvattensystemet (30 179 m²). I tabell 8 anges den direktanslutna ytan fördelat på de olika materialslagen samt hur stor andel denna yta utgör av den totalt anslutna materialytan. I tabell 9 anges både de direktanslutna ytorna och de totalt exponerade materialytorna i området, samt hur stor andel de direktanslutna materialytorna utgör av de totalt exponerade ytorna för respektive materialslag.

Det till ytan största materialslaget av de direktanslutna ytorna är asfalterad koppar (41 %). Asfalterad koppar förekommer enbart som takmaterial i området. Hela den ytan är direktanslutna till dagvattnet. Puts, däremot, som är det till ytan största materialslaget av den totalt exponerade ytan i området (se tabell 2), utgör bara 27 % av den inventerade direktanslutna ytan. Puts förekommer enbart på bostadshusens fasader. Från dessa fasader leds den största delen av avrinnande nederbörd direkt ner i marken. Endast 28 % av den putsade fasaden är direktanslutna.

Tabell 8: Till dagvattensystemet direktanslutna ytor uppdelat på olika material

	Direktanslutna ytor (m ²)	Andel av totala ytan
puts	8158	27%
koppar, asfalt	12457	41%
koppar	2409	8%
glas	1978	7%
betong	2584	9%
trä, målat	1206	4%
trä, omålat	75	0%
förzinkat, omålat	673	2%
förzinkat, målat	253	1%
betongtakpanna	335	1%
grusplatta	50	0%
bandlack	2	0%
rostfritt	0	0%
Totalt	30179	

Tabell 9: Totalt exponerade samt direktanslutna ytor uppdelat på olika material

Material	Totalt exponerade ytor	Direktanslutna ytor (m ²)	Direktanslutna ytans andel av den totalt exp. ytan för resp. mtrl
puts	28652	8158	28%
koppar, asfalt	12457	12457	100%
koppar	3398	2409	71%
glas	7889	1978	25%
betong	6174	2584	42%
trä, målat	3887	1206	31%
trä, omålat	281	75	27%
förzinkat, omålat	1081	673	62%
förzinkat, målat	461	253	55%
betongtakpanna	335	335	100%
grusplatta	140	50	36%
bandlack	45	2	4%
rostfritt	5	0	0%
Totalt	64805	30179	4

Materialytor direktanslutna till provtagningspunkterna

Under 1998 pågår provtagning av dagvattnet i tre dagvattenbrunnar i området (se inledningskapitlet). I tabell 10 redovisas direktanslutna materialytor till respektive provtagningspunkt. Dessa uppgifter kommer att användas för att kunna bedöma hur stor andel av de analyserade ämnena i dagvattnet som kan härröra från korrosion av utvändiga materialytor.

Tabell 10: Direktanslutna ytor till provtagningspunkterna 1, 2 och 3 uppdelat på olika material

Material	Direktanslutna ytor (m ²)		
	provpunkt 1 Nybohov 1	provpunkt 2 Nybohov 1 + Nybohov 2	provpunkt 3 Nybohov 1 + Nybohov 2 + Nybohov 3
puts	401	4280	8158
koppar, asfalt	1395	8845	12457
koppar	543	991	2409
glas	91	1084	1978
betong	63	351	2584
trä, målat	39	604	1206
trä, omålat	13	19	75
förzinkat, omålat	52	95	673
förzinkat, målat	0,5	67	253
betongtakpannor	0	335	335
grusplatta	0	50	50
bandlack rostfritt	0	0	2
Totalt	2598	16720	30180

DISKUSSION

Den utvändiga ytan på stolpar&räcken utgör bara 6 % av den totala ytan. Det är alltså de utvändiga byggnadsmaterialen som är helt avgörande för hur den totala ytan fördelas på olika materialslag. Om t.ex. alla fasader kläddes med tegel skulle puts helt saknas i området. Om däremot all förzinkade lyktstolpar ersattes av trästolpar skulle detta inte påverka de totala materialytorna i området nämnvärt.

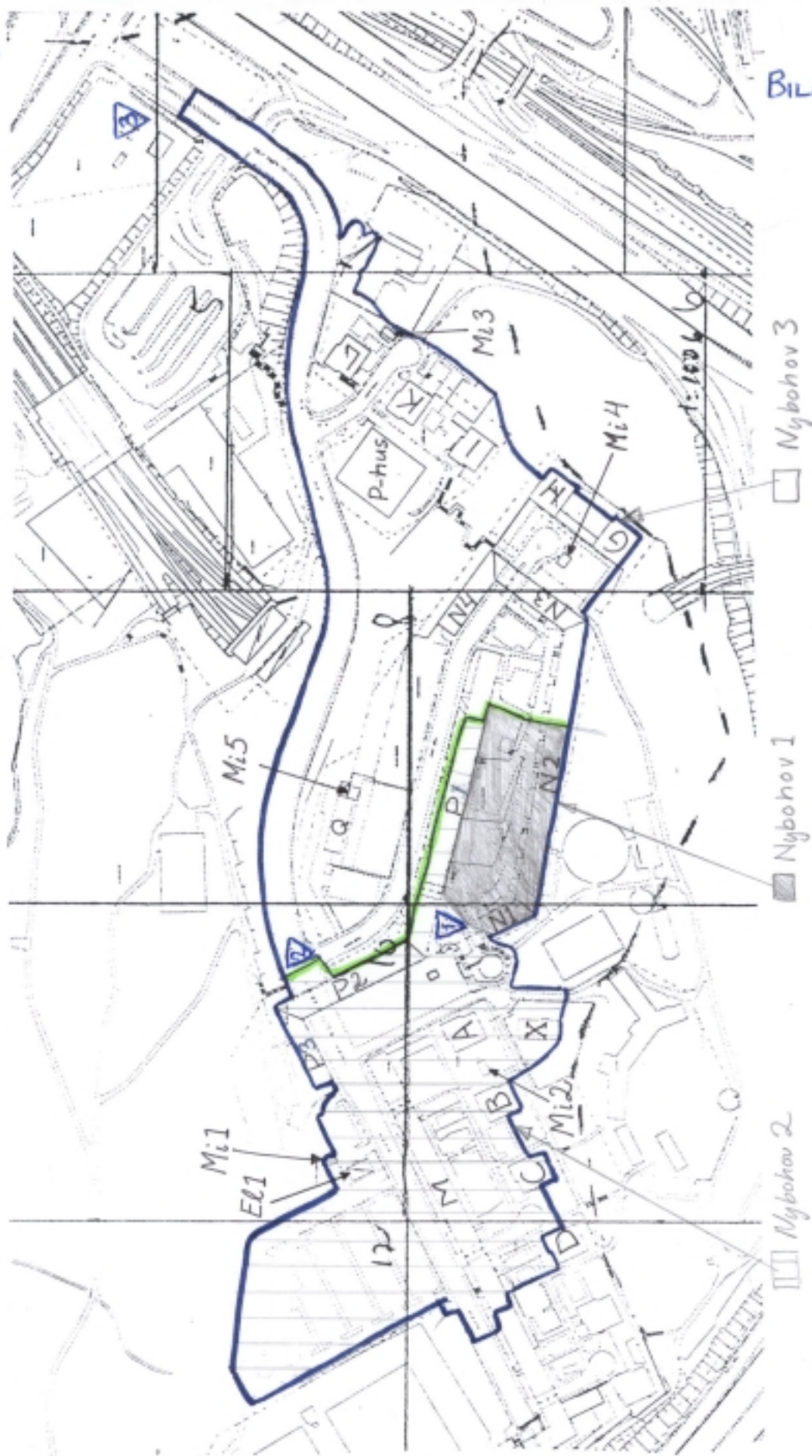
Cirka hälften av materialytan i området är direktansluten. Det innebär att hälften av föroreningarna som frigörs från de utvändiga materialytorna kommer att belasta sjön Trekanten, resterande del rinner av till marken inom området. Av den direktanslutna ytan har takmaterialet stor betydelse, eftersom den inom Nybohovsområdet till största delen avleds direkt till dagvattensystemet

Enligt denna inventering finns det 1063 m² förzinkade utvändiga ytor i området på stolpar och räcken m.m. Inom det inventerade området (Nybohov) bor det 1898 personer (1997, Utrednings- och statistikkontoret). Det ger 0,56 m² per person. I studien: "Framtida dagvattenhantering i Stockholm - Exemplifierat på Hammarby Sjöstad" (Per-Arne Malmqvist m.m.) har vid beräkning av ytorna stolpar och räcken värdet 0,21 m² per person använts. Denna siffra är hämtad från den s.k. MOBAK-studien (Materialinventering och besiktning av korrosionsskador orsakade av luftföroreningar på byggnader i Stockholm, Tolstoy m.fl. 1989). Det är oklart om denna siffra omfattar både omålade och målade förzinkade ytor, eller bara avser de omålade förzinkade ytorna.

Resultatet från denna studie tyder dock på att de förzinkade ytorna omfattande stolpar och räcken m.m kan vara underskattade i MOBAK-studien. Dessa ytor har i MOBAK-studien bestämts utifrån uppgifter från bl.a. Vattenfall, gatukontor m.m. och grundar sig inte på inventerade ytor. I MOBAK-studien är det enbart byggnader som har inventerats.

DELAVRINNINGSMRÅDET: NYBOHOV

Area: 91 000 m² Hårdgjord yta: 65 000 m² (72%)



BILAGA 1

Trekanten, Indata bygnadsmaterial, sida 1

Delområde (dagvatten)	Karta		Objekt		sort	Detalj		(ev. målat:)		Exponerad area (m ²)	Material skri kt	Andel till dagvatten	Ev. via mark/dike (m)	faktor
	nr	nr	nr	typ		typ	antal	material	färg					
Nybohov 1	9	31	portgaller		portgaller L2,2m	galler				17,6		1		
Nybohov 1	9	1	lyktstolpe		lyktstolpe H3m	stolpe				0,7		0		
Nybohov 1	9	2	lyktstolpe		lyktstolpe H3,7m	stolpe		svart?		0,9		0		
Nybohov 1	9	3	lyktstolpe		lyktstolpe H3,7m	stolpe				0,9		0		
Nybohov 1	9	4	lyktstolpe		lyktstolpe H3,7m	stolpe				0,9		0		
Nybohov 1	9	5	lyktstolpe		lyktstolpe H3,7m	stolpe		grå		0,9		0		
Nybohov 1	9	6	ramp		ramp L5m	ramp				8		1		
Nybohov 1	9	8	staket		lekplatsstaket	hällare				10,1		0		
Nybohov 1	9	8	staket		lekplatsstaket	bräder				21		0		
Nybohov 1	9	8	bänkar		typ 1	hällare				1,4		0		
Nybohov 1	9	8	bänkar		typ 1	bräder				3		0		
Nybohov 1	9	9	lyktstolpe		lyktstolpe H3,7m	stolpe		grå	impne	0,9		0		
Nybohov 1	9	10	cykelstall		cykelstall L3m	stall				0,9		1		
Nybohov 1	9	11	lyktstolpe		lyktstolpe H4m	stolpe				0,9		1		
Nybohov 1	9	13	stängsel		Gunnebo H1,1m	stängsel				12,5		0		
Nybohov 1	9	14	gungor		gungor 4	kedja				9,2		0		
Nybohov 1	9	14	gungor		gungor 4	ställning		svart?		3,8		0		
Nybohov 1	9	15	lyktstolpe		lyktstolpe H5m	stolpe		svart?		2,2		0		
Nybohov 1	9	17	staket		lekplatsstaket	hällare				10,1		0		
Nybohov 1	9	17	staket		lekplatsstaket	bräder		grönt		21		0		
Nybohov 1	9	17	bänkar		typ 1	hällare				1,4		0		
Nybohov 1	9	17	bänkar		typ 1	bräder			impne	3		0		
Nybohov 1	9	18	bänkar		typ 1	hällare		målad		0,7		0		
Nybohov 1	9	18	bänkar		typ 1	bräder			impne	1,5		0		
Nybohov 1	9	19	lekstol									0		
Nybohov 1	9	21	lekkiosk									0		
Nybohov 1	9	25	betongvägg							44		0		
Nybohov 1	9	27	betongvägg							28		1		
Nybohov 1	9	28	betongvägg							12		1		

total

Delområde	kartnr	objektnr	objekt	typ	antal	material	färg	exp. area	andel dagv. area dagv.
Nybohov 2	9 N4		bostadshus	balkongräcke		betong		0	0
Nybohov 1	9 P1		bostadshus	balkongräcke		betong		174	0,1
Nybohov 1	9 P1		bostadshus	balkongräcke		betong		0	0,1
Nybohov 1	10 P2		bostadshus	balkongräcke		betong		0	0,6
Nybohov 1	10 P2		bostadshus	balkongräcke		betong		0	1
Nybohov 1	10 P2		bostadshus	balkongräcke		betong		0	0,6
Nybohov 1	10 P3		bostadshus	balkongräcke		betong		0	0
Nybohov 1	10 P3		bostadshus	balkongräcke		betong		91	1
Nybohov 1	10 P3		bostadshus	balkongräcke		betong		23	1
Nybohov 2	6 P-hus		p-hus	fasad		betong		114	0
Nybohov 2	6 P-hus		p-hus	fasad		betong		42	0,3
Nybohov 2	6 P-hus		p-hus	fasad		betong		114	0,8
Nybohov 2	6 P-hus		p-hus	fasad		betong		126	1
Nybohov 2	6 P-hus		p-hus	p-däck		betong		1330	1
Nybohov 1	10 M1		Miljöstuga	grund		betong		1,2	1,2
Nybohov 1	10 M1		Miljöstuga	grund		betong		2,4	1
Nybohov 1	10 M1		Miljöstuga	grund		betong		1,2	1,2
Nybohov 1	10 M1		Miljöstuga	grund		betong		2,4	0
Nybohov 2	6 M3		Miljöstuga	fasad		betong		0,5	0
Nybohov 2	6 M3		Miljöstuga	grund		betong		2	0
Nybohov 2	6 M3		Miljöstuga	grund		betong		0,5	1
Nybohov 2	6 M3		Miljöstuga	grund		betong		2	1
Nybohov 1	11 X		Dagis	tak		betongtakpanna		10	0,8
Nybohov 1	11 X		Dagis	lågpannor		betongtakpanna		325	1
Nybohov 1	10	4	trafikstolpe	2m		forzinkat		0,4	1
Nybohov 2	6	51	cykelstall	cykelstall 1,2stod		forzinkat		1,7	1,7
Nybohov 1	13	2	cykelstall	cykelstall 4stod	1	forzinkat		0,55	1
Nybohov 1	10	6	cykelstall	cykelstall 4stod	4	forzinkat		2,2	1
Nybohov 1	13	9	cykelstall	cykelstall 4stod	3	forzinkat		1,65	0,5
Nybohov 2	9	25	cykelstall	cykelstall 4stod	1	forzinkat		0,55	1
Nybohov 2	9	75	cykelstall	cykelstall 4stod	1	forzinkat		1,1	1,1
Nybohov 1	11	20	cykelstall	cykelstall L2m		forzinkat		0,6	1
Nybohov 0	9	10	cykelstall	cykelstall L3m	1	forzinkat		0,9	1
Nybohov 0	9	14	gungor	gungor 4		forzinkat		9,2	0
Nybohov 2	9	23	gungor	gungor 4		forzinkat		9,2	0

Bilaga 7

Release of metals from buildings during
atmospheric exposure

Dan Persson and Vladimir Kucera

Swedish Corrosion Institute, Roslagvagen 101, hus 25, 104 05 Stockholm , Sweden

Abstract - This paper presents results from investigations of run-off from materials obtained by one exposures of larger materials surfaces on buildings situated in the Nybohov area at Liljeholmen in Stockholm. Elevated concentrations of metals in run-off were observed for a wide range of different materials on the buildings and other constructions. Sources of metal emission to the environment includes copper surfaces, galvanized steel, impregnated wood, lead surfaces, asphalt surfaces, painted material stainless steel and concrete. Metal emission rates from surfaces of copper and galvanized steel with different orientations were measured from surfaces on buildings during 12 months exposure. The magnitude of metal emission from other surfaces was also estimated and the applicability of these data for calculations of metal flows in an urban environment is discussed.

1 Introduction

Metals and metal containing products are essential to the modern society and are used in large amounts in buildings, in constructions and in vehicles. Since metals are accumulated in urban environments there is a potential risk of detrimental effects due to emissions of heavy metals to the environment in the long-term perspective. Metals run-off from materials on buildings and other constructions can give a significant contribution to metal emissions in urban environments. In recent studies [1] the aqueous emissions of metals such as zinc, cadmium and lead have to a large extent been attributed to emissions from diffuse sources, to which corrosion and degradation of materials containing metals belong. Although the rates of corrosion and degradation of different materials have been studied extensively investigations of run-off from metals are rare. However, realistic values of metal emission rates are essential in order to estimate the contributions from different materials and products to the total flow of metals to the environment.

A wide range of materials are possible sources of metals emission when they are subjected to corrosive environments. Metal coatings and metallic materials used on buildings, constructions and vehicles are obvious candidates, but other materials such as paints, plastics and concrete which are used in large amounts on buildings and constructions may also be potentially important sources of metal emissions.

In a research programme initiated by the Swedish Environmental Protection Agency [2] the flow of different metals from buildings, constructions, vehicles and other products to the environment is evaluated for the greater Stockholm urban environment. As a part of this programme, investigations of metal emissions and run-off rates of different materials are conducted, in the first place to identify materials which significantly contribute to emissions of heavy metals, and secondly to determine realistic values of metal emissions from common building materials.

The purpose of the long-term study presented in this paper is to assess metal emission rates from important materials under realistic conditions on buildings including larger material surfaces at different positions, orientations and different seasons of the year. This investigation is a part of a larger project which aims at assessing the contribution of metal emissions from the built environment and from traffic to the total metal flow in urban storm water in a limited geographical area close to the lake Trekanten. The results from the study which includes a detailed inventory of all material surfaces and of the traffic intensity in the catchment area will

serve as a base for model calculations and for countermeasures in order to reduce the metal flows.

2 Experimental

2.1 Exposures on buildings

2.1.1 Performance of field exposures

The investigations of run-off from buildings were performed in a residential area outside central Stockholm. The area is located on a small hill surrounded by heavily trafficated roads. Run-off was collected from different types of material surfaces located on roofs and walls on buildings in the area. Some materials were not available on buildings in the area and surfaces of these materials were installed on the roof of one of the buildings. The exposure period extended from January to December 1998 for copper, galvanized steel and inert surfaces and from May/June to September/October 1998 for other materials. The run-off from the surfaces was collected on a monthly basis during 12 months for copper, galvanized steel and inert surfaces and during 5 months for the other surfaces.

2.1.2 Materials

The selection of materials studied in the field exposure was based on the results obtained from the model surfaces and the availability of different materials on buildings and other constructions in the residential area. Run-off was collected from 12 different kind of material surfaces in the area. The materials were located on roofs for copper, coil-coated steel, concrete tiles, stainless steel and on a wall for the concrete surface. The remaining surfaces were installed on the building with the copper roof. Table 1 shows the size, orientation, inclination the maximum length of the water flow between the upper and lower end of the investigated surface and the age of the surfaces investigated.

Table 1. Description of material surfaces investigated.

Material	Area	Max length of waterflow	Exposition	Inclination ^a	Age
	m ²	m			years
Copper, 1 / 2	1,47 / 1,44	2,7	NNE / SSW	5°	35
Galvanized steel, 1 / 2	0,47 / 0,47	2,7	NNE / SSW	5°	35
Asphalt roofing felt	0,45	1	NNE	5°	new
Lead	0,46	1	SSW	5°	new
Impregnated wood	0,35	0,8	NNE	5°	new
PVC gutter	0,16	1	NNE	5°	30
Coil-coated steel	1,3	2,7	WSW	21°	10
Asphalted surface	0,34	0,8	SSW	5°	new
Concrete tiles	0,82	1,9	ENE	22°	20
Concrete	-	-	WNW	90°	35
Stainless steel, SS2333	1,5		NW	60°	20
Paint coated steel	0,45	1	NNE	5°	new
Polyethylene, 1 / 2	0,51 / 0,51	0,9	NNE / SSW	5°	new

a: Inclination in respect to the horizontal plane.

The asphalt roofing felt and the PVC gutter are the same materials as in the exposure of model surfaces. The coil-coated galvanized steel with a PVC plastisol topcoat is chromium rinsed and coated with a chromium rich primer. The wood is impregnated with a copper compound according to the manufacturer. The paint coated steel surface was coated with an acrylic resin containing 14 % zinc phosphate, used for roofs. Surfaces installed on the copper roof were washed with deionized water before exposure and the metal surfaces were also degreased using ethanol. The galvanized steel was slightly abraded before the exposure in order to remove any passivating layer containing chromium from the manufacture. The copper surface is not completely flat, but consist of thin copper sheet with small cupformed elevations.

Dry and wet deposition of particles were measured using an open polyethylene bucket filled with water installed on the roof and on a small building situated approximately 200 m from the copper roof. The bucket was about 1 meter above the roof in order to avoid splash from the roof during rain.

2.1.3 Sampling procedure and analysis of run-off

The run-off from the different surfaces was collected using polyethylene gutters with 12 mm polyethylene pipes connected to the surfaces. The water was collected in 25 l polyethylene vessels which were washed with HNO₃ and deionized water before use. After sampling concentrated HNO₃ (suprapur) is added to the water to obtain a pH of approximately 1.7 and smaller samples are then taken for analysis which were further acidified with HNO₃ before analysis. Analysis of copper, zinc and lead from copper, galvanized steel and lead surfaces were performed using flame atomic absorption spectrometry. All other analysis were performed using an atomic absorption spectrometer with a graphite furnace.

3 Results and discussion

3.1 Exposures on buildings

3.1.1 Metal concentrations in run-off from different materials

The results from measurements on buildings are presented for the copper surfaces and surfaces of galvanized steel exposed from January to December 1998, totally 12 months. The other surfaces were exposed 5 months, the exposures beginning during the period from May/June to August/September 1998. The mean concentrations and the standard deviations obtained from the different materials during the exposure periods mentioned above are summerized in table 2. For impregnated wood mean values during the first two months and the following three months are presented separately due to the large difference between these time periods. The standard deviation has been obtained from the variation of the single surface during the exposure period and does not represent the variation between sample replicates.

As seen from the table high concentrations of copper were observed from the copper surfaces as expected but concentrations in the same magnitude were also found from the impregnated wood especially in the beginning of the exposure. However, the concentration from the wood impregnation decreases significantly after two months of exposure and may decrease further with prolonged exposure. There is no significant difference in concentration between the mean values from the two different orientations of the copper surfaces

For zinc elevated concentrations were observed for galvanized steel and for the paint coated steel surface, in the former case with concentrations twice as high compared to copper. The difference between mean values from the two orientations is different for galvanized steel in contrast to the copper surfaces. The concentrations and the volume of the water collected from

copper surfaces and surfaces of galvanized steel for each month during the exposure period are given in figs 1 and 2.

The figures show clearly that for months with larger amounts of rain the concentrations in the run-off are lower, except for the initial concentration of the galvanized steel, probably since a rest of a passivating layer of chromium from the manufacture were remaining on the surface. The differences in concentration for different rain volumes may be connected to the rates of dissolution and rate of transport of metals ions from the metal surface. The overall rate of metal emission may be controlled by surface reactions, for instance the dissolution of metals from the metal / solution interface, or transport of metal ions from the metal / solution interface to the water layer covering the surface during the rain [3]. If the rain has a high intensity the transport of metal ions from the interface to the water layer on the metal surface is fast and the dissolution of metal ions may become a rate-limiting step. In that case the concentration of metal ions in the run-off may be lower compared to a situation with less intensive rain events when the transport of metals ions from the surface to the water layer is slower. It may be mentioned that the months with the highest amount of rain coincide with the summer period when the concentration of pollutants is low, which lead to lower corrosion rates. The zinc concentrations are also higher compared to the values obtained for the model surfaces, which could be explained by the difference in inclination and size of the samples between the two investigations. The study of model surfaces is performed with small samples at 45° on which the water transport is faster compared to the exposure in buildings where the length of the surface is much larger and the inclination smaller.

Elevated concentrations of chromium compared to the inert surfaces were observed for concrete tiles and concrete surfaces although the values were below detection limits for two months for the concrete surfaces. Concentrations of the same magnitude were observed from the older concrete tiles in the exposure of model surfaces, while run-off from new concrete tiles showed much higher concentrations of chromium. The chromium is probably due to the natural content of the raw material used in the manufacture of cement but can also originate from other materials added to the concrete such as metal slag.

Chromium is also released from the roofing material of stainless steel in higher concentrations compared to the inert surface.

The nickel concentrations in the run-off from asphalt roofing felt, asphalted surfaces, concrete tiles, concrete and stainless steel were higher compared to the concentrations from the inert surface.

The release of metals from stainless steel is probably related to the susceptibility of stainless steel to different forms of local corrosion, such as pitting corrosion and crevice corrosion. On stainless steel used on a building there is an increased risk that local corrosion may occur due to crevices present in the construction and deposits formed on the surfaces during time.

Table 2. Mean value and standard deviation of concentration for different materials

Material	Concentration, Mean value / Standard deviation					
	Cu	Zn	Cr	Ni	Pb	Cd
	$\mu\text{g/l}$					
Copper roof	3233 / 980 3575 / 1425					
Galvanized steel		6125 / 1915 6758 / 1879			3,6 / 3 4,8 / 2,6	0,06 0,05
Lead					11250 / 3900 ^b 1500 / 0 ^c	
Asphalt roofing felt				<1-4 ^a		
Concrete tiles	<20	25 / 6	<1-3 ^a	<1-2 ^a	3,5 / 1,9	
Concrete	30 / 18	41 / 23	<1-3 ^a	2,3 / 0,6	5,3 / 4,9	
Coil-coated steel		44 / 21	<1-1 ^a			
Inert surface, PE		56 / 25 53 / 19	<1 <1	<1-2 ^a <1-1 ^a	36 / 22 6,5 / 3	0,05 0,07
Impregnated wood	4050 / 70 ^b 1150 / 210 ^c					
PVC gutter					19,5 / 5	
Stainless steel			9 / 4	5 / 3		
Asphalted surface				1,8 / 1		
Painted steel		2100 / 100 ^d				

a: concentration interval, b: first 2 months exposure, c: last three months exposure, d: 4 months exposure

Lead was found in elevated concentrations only from lead surfaces. The concentrations were very high during the first two months of exposure but decreased then dramatically probably due to the formation of protective corrosion products.

It is important to note that the concentrations of lead and cadmium from galvanized steel were similar as the concentrations from the inert surface.

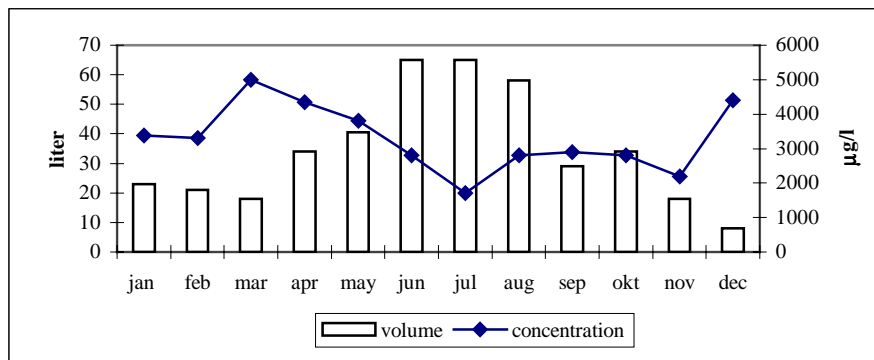


Figure 1. Collected rain volumes and concentration of copper in run-off from copper surfaces vs. exposure period.

Galvanized steel has been suggested as an possible source of lead and cadmium release [1] but the results obtained in this work does not support this hypothesis, at least for new galvanized material where zinc of high purity is used in the production.

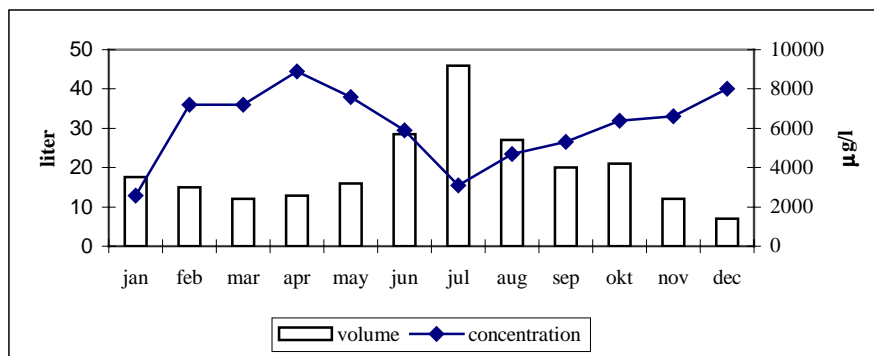


Figure 2. Collected rain volumes and concentration of zinc in run-off from surfaces of galvanized steel vs. exposure period.

3.1.2. Metal emission rates from different materials

Metal emission rates have been estimated for materials exposed on buildings for which the concentrations were significantly higher compared to the inert surface and were the area was well defined and the run-off could be collected quantitatively. Table 3 shows the estimated metal emissions rates for materials from the exposure on buildings on a yearly basis. The values are based on 12 months exposure for copper and galvanized steel and 5 months exposure for the other materials. For lead surfaces and impregnated wood the results from the first two months exposure were not used for calculation of metal emissions since the concentration was much higher during the first months and consequently not representative for a longer exposure period. The metal emission rate for surfaces of copper and galvanized steel with two different orientations are similar to run-off rates reported by Odnevall Wallinder et al. [4,5] and values of copper run-off estimated from corrosion measurements [6]. The run-off rate reported by Odnevall Wallinder et al for copper exposed 2 years approximately 2 times higher compared to the values obtained in this work. However, the patina on the copper surfaces in their work was not fully developed and the run-off was associated with the formation and dissolution properties of Cu_2O . The metal emission rates are significantly lower compared to corrosion rates of copper and zinc measured in Stockholm which are 4.4 g/m^2 , year respectively during the exposure period.

The copper roof in this work is covered by a green patina consisting of a basic copper sulfate, brochantite which has a much lower solubility $\text{pK}_s = 69$ [7] compared to the Cu_2O , $\text{pK}_s = 15$ [8].

Another reason for the unexpectedly low rates for copper run-off may be the uneven surface with cupformed elevations in combination with the small inclination, which contribute to retainment of water after a rain event. This may lead to smaller run off due to evaporation and to excessive build-up of patina. Loss of run off may also occur during very intense rain events when the water volumes may exceed the capacity of the gutter collecting the water.

The rate of copper emission from impregnated wood was of the same magnitude as from copper surfaces, which can be explained by the copper ions in the material in the form of relatively soluble chemical compounds.

Copper compounds used for wood impregnation are probably more soluble compared to the compounds in the patina formed on copper roofs. It can be expected that the rate of metal emission from wood will decrease after longer exposures, which implies that the results obtained in this investigation is of limited value at long-term exposure.

The metal emission rate from the lead surfaces was of similar magnitude as the emission from the copper surfaces when run-off from the last three months of exposure were used to calculate the metal emission rate.

The metal emission rates estimated from concrete tiles and asphalt roofing felt are about 3 to 4 orders magnitude lower compared to the emission rates from the other materials. Release of metals from these kind of materials is probably to a high extent dependent on factors associated with the manufacture and processing of the materials. The composition of these kind of materials can be very variable which implies that the values of metal emission obtained in this work are of limited general value and that further studies are needed. This also applies for the impregnated wood and surfaces painted with metal containing paints. Furthermore the results are based on 5 months exposures but lower metal emission rates can be suspected with longer exposure times for the new surfaces of asphalt roofing felt, asphalt, impregnated wood, paint coated steel and lead.

The metal emission rates from the stainless steel surface could not be accurately estimated since the rain volumes were not for practical reasons not measured from this surface. However, a rough estimate based on the measured concentrations and the rain volumes obtained from the other surfaces in the investigation indicates that the emission rates of chromium and nickel are a few milligrams per square meter and year.

The metal emission due to wet and dry deposition of metals at the exposure site was estimated from the inert polyethylene surfaces and the wet and dry deposition collector.

Table 3. Estimated metal emission rates from different materials

Material	Metal emission rate				
	Cu	Zn	Cr	Ni	Pb
	mg/m ² , year				
Copper roof, 1 / 2	849 / 689				
Galvanized steel, 1 / 2		2742 / 3014			
Lead					940
Asphalt roofing felt				1,5	
Concrete tiles			<0,1	<0,08	
Impregnated wood	660				
Painted steel		720			
Dry and wet deposition collector	17	29			4
Inert surface, PE		23 / 21	-	-	17 / 3

The accumulated run-off from copper and zinc surfaces for averaged over the two different orientations are shown in figure 3 during exposure from January 1998 to December 1998. The run-off rate is quite constant during the exposure period although an increase in the run-off rate is seen after 3 to 4 months of exposure, probably related to the increase in rain volumes during the spring and summer, see figure 1. A linear increase of the accumulated run-off was observed in the investigation by Odnevall Wallinder [4,5] as well as in an older work by Vernon [9].

Amount of metal emitted, collected rain volumes and concentrations in run-off from surfaces of galvanized steel and copper for each month during the investigation can be found in table A1 and A2 in appendix 1. Metal deposition from the atmosphere was measured using dry and wet deposition collectors. One collector was situated on the copper roof and the the other was on a small building approximately 200 m from the copper roof. The data of the metal deposition is presented in table A3 and A4.

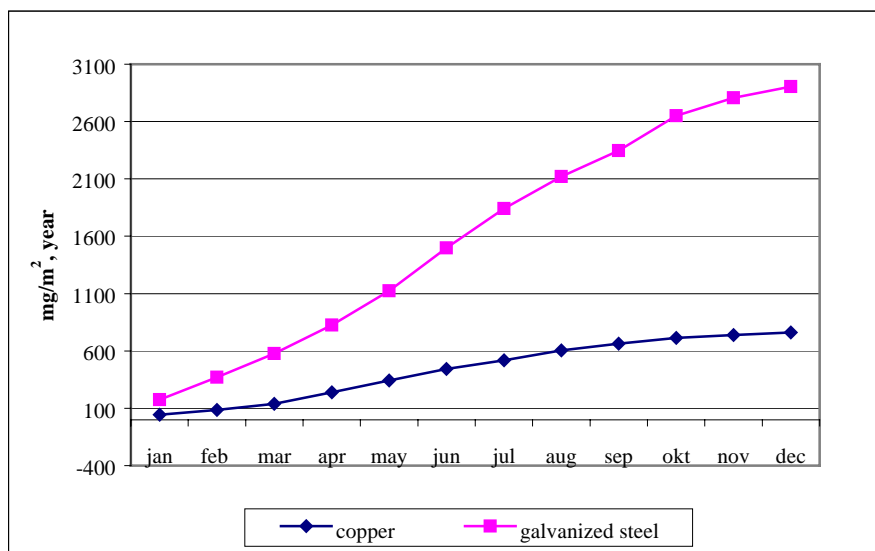


Figure 3. Accumulated amount of copper and zinc in run-off from surfaces copper and galvanized steel vs. exposure period. The figures are average values of two different orientations (see table 1).

4 Comparison with other investigations

Measurements of metal emission rates from different materials which can be used for calculation of metal flows to the environment are very rare. Metal emission rates (run-off rates) from copper and zinc in Stockholm have been obtained at Corrosion Science, KTH. The values obtained in their investigations are compared with the results obtained in this work in table 4. For other important materials such as painted surfaces there is no information in the literature about metal emission rates.

As seen in table 4 are the emission rates from galvanized steel and zinc very similar. Surfaces of galvanized steel are expected to behave similar to pure zinc surfaces in the beginning of the exposure but at longer exposure times the metal emission rates may differ especially when the underlying steel substrate is exposed. For copper are the emission rates measured by He et al 2 to 3 times higher compared to the value obtained in this investigation. The unexpected high values for the older copper surfaces were partly explained by the by the effect of panel storage before exposure.

An explanation for the low rates for copper run-off in the present work may be the uneven surface with cupformed elevations in combination with the small inclination, which contribute to retainment of water after a rain event. Loss of run off may also occur during very intense rain events when the water volumes may exceed the capacity of the gutter collecting the water.

Table 4. Metal emission rates of different materials in Stockholm.

Material	Age (years)	Length of exposure (weeks)	Metal emission rate (g/m ²)	Reference
copper	35	52	0.77	This work
galvanized steel	new	52	2.88	This work
zinc	new	52	3.02	10
zinc	15	52	2.94	10
zinc	39	52	3.05	10
copper	new	48	1.3	11
copper	40	48	2.1 ^a	11
copper	100	48	1.9 ^a	11

a: The higher metal emission rates are partly explained by the effect of panel storage before exposure.

5 Conclusions

Investigations of run-off from materials on buildings and other constructions have been performed by long- term exposures of larger materials surfaces on buildings and other constructions. The following conclusions can be drawn:

- Several building materials are possible sources of emission of metals to the biosphere while other materials may serve as sinks for released metals.
- For copper and galvanized steel the release of metals in the run-off is lower than the corrosion rates as a part of the metal is retained on the surface in corrosion products of low solubility. This should be taken into account when calculating the flows of metals from materials in urban areas.
- The release of metals from metallic surfaces is affected by the environmental conditions mainly by the pollution levels and the amount of precipitation.
- The present investigations is for several of the materials of introductory character and the aim of the investigation was to show that these materials are possible sources of metals emission. However, further research is needed to establish the metal emission rates for heterogenous materials such as concrete, painted materials and impregnated wood.
- Elevated concentrations were observed for zinc in run-off from galvanized steel, surfaces painted with zinc containing paints in comparison with inert surfaces. The concentrations were in the order of 3.5 to 9 mg/l for galvanized steel and 2 mg /l for the painted surfaces.
- Elevated concentrations of copper were obtained in run-off from surfaces on copper roofs and wood impregnated with copper compounds. Concentrations were in the order of 1.8 to 5 mg /l for the copper surfaces and 1 to 4 mg/l for impregnated wood.
- Elevated chromium concentrations in the order of 1 to 3 µg/l and 9 µg/l were observed for concrete surfaces and the stainless steel surfaces respectively during the long-term exposures.
- Nickel concentrations were elevated in run-off from surfaces of asphalt, asphalt roofing felt, concrete surfaces and stainless steel during the long-term exposures, with concentrations in the range of 1 to 5 µg/l.

- Large variations in concentrations were observed for copper surfaces and galvanized steel for different exposure periods, related to differences in rain intensities for the exposure periods.
- Metal emission rates for surfaces of copper and galvanized steel were in the order of 0.7 to 0.9 g/m², year for copper and 2.7 to 3 g/m², year for galvanized steel.
- The rates of metal emission from other surfaces such as lead, impregnated wood, asphalt roofing felt, painted steel and different concrete surfaces were also estimated, although great care has to be used when applying these values for calculations of metal flows in an urban environment as both the length of the preexposure period of the materials and the composition of the materials may vary and this could greatly affect the emission rates.

6 References

1. Stigliani, W.M., Jaffé P. R. and Anderberg S. (1993) Heavy Metal Pollution in the Rhine Basin., *Environ. Sci. Technol.* Vol. 27, No. 5, pp. 786-793.
2. Swedish Environmental Protection Agency, *Metals in the urban and forest environment*, Research programme 1994/95-1998/99, report 4435 (1994)
3. Stumm, W. (1992) *Chemistry of the Solid Water Interface*. John Wiley & Sons, New York.
4. Odnevall Wallinder I and Leygraf C. (1997) *Corr Sci.* Vol. 39, No. 12, pp.2039-2052
5. Leygraf C. Odnevall Wallinder I. and He W., (1998) Metal Runoff Rates and Corrosion Rates – a Comparison, *The Impact of Metals on the Environment, Proc. IVA Symposium*, p. 41, Royal Swedish Academy of Engineering Science (IVA), Stockholm, Sweden
6. Persson D. And Kucera V., KI Rapport 1996:3 (in Swedish), Swedish Corrosion Institute, Stockholm (1996)
7. Mattson E. (1985) *Chemtech* 15, 234
8. Martell A.E. (1976) *Critical Stability Constants. Inorganic Complexes*, Plenum Press, New York
9. Vernon W.H.J.(1927) *Trans. Farad. Soc.*, 23, 166
10. I. Odnevall Wallinder, P. Verbiest, W. He and C. Leygraf, *Corr. Sci.*, 40, 1977 (1998)
11. W.He, I. Odnevall Wallinder and C. Leygraf, accepted for publ. in *Water, Air and Soil Pollution*

Table A1. Amount of precipitation, copper concentrations and amount of copper run-off from copper roofs in Nybohov

	Copper right		Copper left		Copper run-off	
	volume l	concentration $\mu\text{g/l}$	volume l	concentration $\mu\text{g/l}$	right mg/m^2	left mg/m^2
jan	23	3380	22	2360	53	36
feb	21	3300	20	2600	47	36
mar	18	5000	17	3500	61	41
apr	34	4350	34	4200	101	99
may	40,5	3800	40	3800	105	106
jun	65	2800	24	4600	124	77
jul	65	1700	50	2100	75	73
aug	58	2800	50	2400	110	83
sep	29	2900	23,5	3400	57	55
okt	34	2800	24	2400	65	40
nov	18	2200	11,5	2800	27	22
dec	8	4400	4,5	6500	24	20

Table A2. Amount of precipitation, zinc concentrations and amount of run-off from galvanized steel installed on roof in Nybohov

	Zinc right		Zinc left		Zinc run-off	
	volume l	concentration $\mu\text{g/l}$	volume l	concentration $\mu\text{g/l}$	right mg/m^2	left mg/m^2
jan	17,6	2570	15,3	7760	96	253
feb	15	7200	15	5000	230	160
mar	12	7200	12	9100	184	232
apr	12,8	8900	12,5	9500	242	253
may	16	7600	13,5	9400	259	270
jun	28,5	5900	28	6600	358	393
jul	46	3100	47	3800	303	380
aug	27	4700	27	5000	270	287
sep	20	5300	20	5300	226	226
okt	21	6400	24	6400	286	327
nov	12	6600	12	6100	169	156
dec	7	8000	5	7199	119	77

Table A3. Metal deposition in the Nybohov area measured at the Fishermens house and copper roof

	Copper		Zinc		Lead		Cadmium		Chromium		Nickel	
	mg/m²											
	Fish. house	Roof	Fish. house	Roof	Fish. house	Roof	Fish. house	Roof	Fish. house	Roof	Fish. house	Roof
may	0,3	0,5	3,0	4,2	0,3	0,3	0,01	0,004	0,05	0,04	0,05	0,04
june	0,4	1,4	0,1	3,4	0,6	0,5	0,05	0,02	0,06	0,23	0,06	0,47
july	1,9	1,5	2,1	2,3	2,1	0,6	0,01	0,01	0,06	0,07	0,26	0,28
august	0,9	1,4	1,7	0,3	0,3	0,2	0,02	0,01	0,05	0,02	0,10	0,03
sept.	0,4	0,4	1,5	0,9	0,1	0,1	0,02	0,002	0,06	0,04	0,06	0,08
october	1,2	2,1	-	2,2	0,3	0,4	0,09	0,01	0,08	0,05	0,30	0,33
nov.	0,9	1,0	1,7	1,4	0,3	0,5	0,02	0,01	0,08	0,06	0,30	0,25
dec.	1,2	0,9	3,2	2,1	0,3	0,3	0,01	0,03	0,07	0,07	0,29	0,07
january	2,8	3,5	3,7	5,0	0,6	0,4	0,04	0,01	0,09	0,07	0,09	0,07

Table A4. Metal deposition on a yearly basis at Fishermens house and the copper roof

Metal deposition		
mg/m², year		
	Fish. House	Roof
Copper	13,2	17,0
Zinc	25,4	29,0
Lead	6,3	4,4
Cadmium	0,4	0,2
Chromium	0,8	0,9
Nickel	2,0	2,2

Bilaga 8

Mätningar i stoftsamlare

Anna-Britt Hulterström
Miljö och Utveckling
Vattenvård
tel: 736 2463

Analys av prov uttaget i stoftsamlare vid provtagningspunkterna Fiskarens kåk och Hustak

Uppdragsgivare: Miljö och utveckling, Ledningsnät
OBS!!! Alla värden "mindre än" ändrade till hälften. (<1=0,5)

Omkörningar markerade med fet kursiv stil.

	Datum	Provets volym	Bly, Pb	Kadmiu m, Cd	Koppar, Cu	Krom, Cr	Nickel, Ni	Zink, Zn	Kvicksilver
		ml	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Fiskaren	980529	2700	3	0,1	3	0,5	0,5	33	
Hustak	980605	2300	4	0,05	7	0,5	0,5	55	
Fiskaren	980626	3500	5	0,4	3	0,5	0,5	99	<0,1
Hustak		3500	4	0,2	12	2	4	29	<0,1
Fiskaren	980729	3875	16	0,1	15	0,5	2	16	
Hustak		2100	9	0,2	21	1	4	32	
Fiskaren	980902	3000	3	0,2	9	0,5	1	17	
Hustak		1000	6	0,7	73	0,5	230	1100	
Fiskaren	980928	3500	0,5	0,2	3	0,5	0,5	13	
Hustak		2500	1	0,025	5	0,5	1	11	
Fiskaren	981028	4550	2	0,6	8	0,5	2	180	
Hustak		3250	4	0,09	19	0,5	3	20	
Fiskaren	981125	4500	2	0,1	6	0,5	2	11	
Hustak		3700	4	0,05	8	0,5	2	11	
Fiskaren	981217	4300	2	0,06	8	0,5	2	22	
Hustak		4000	2	0,2	7	0,5	0,5	16	

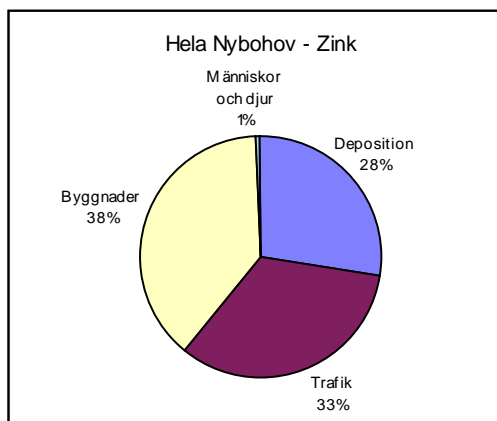
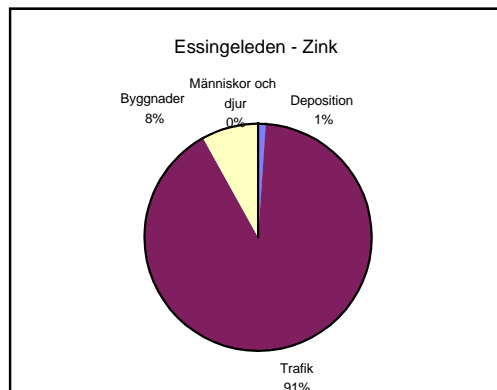
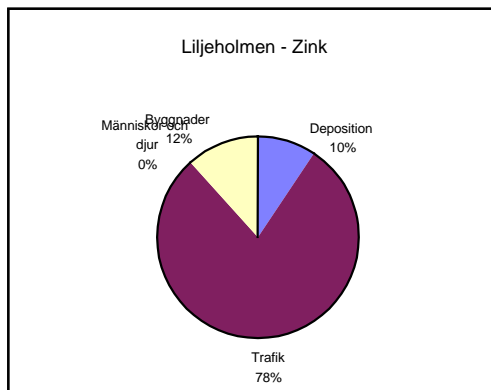
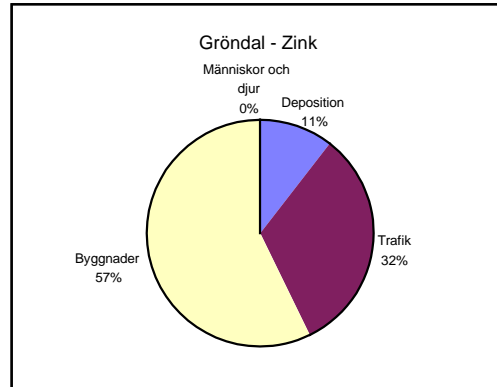
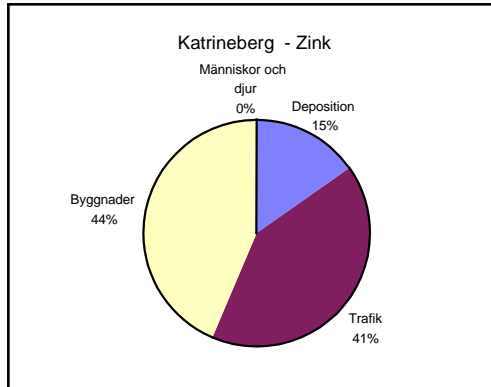
Nedfall/m ² dag		ug														medel	median	min	max	
Pb	21,5	14,6	19,2	21,2	60,1	18,2	8,2	5,5	2,1	3,1	9,8	13,6	10,2	16,8	12,4	11,6	15,5	13,0	2,1	60,1
Cd	0,716	0,183	1,54	1,06	0,376	0,405	0,545	0,636	0,9	0,1	2,9	0,3	0,5	0,2	0,4	1,2	0,74	0,53	0,1	2,9
Cu	21,5	25,6	11,5	63,6	56,4	42,5	24,5	66,3	12,8	15,3	39,0	64,4	30,7	33,6	49,7	40,5	37,4	36,3	11,5	66,3
Cr	3,6	1,8	1,9	10,6	1,9	2,0	1,4	0,5	2,1	1,5	2,4	1,7	2,6	2,1	3,1	2,9	2,6	2,1	0,5	10,6
Ni	3,6	1,8	1,9	21,2	7,5	8,1	2,7	209,0	2,1	3,1	9,8	10,2	10,2	8,4	12,4	2,9	19,7	7,8	1,8	209
Zn	236	201	380	154	60,1	64,8	46,3	999	55,7	33,6	877,7	67,8	56,2	46,2	136,7	92,5	219	80,2	33,6	999

bly (Pb); Kadmium (Cd); Koppar (Cu); Krom (Cr); Nickel (Ni); Zink (Zn)

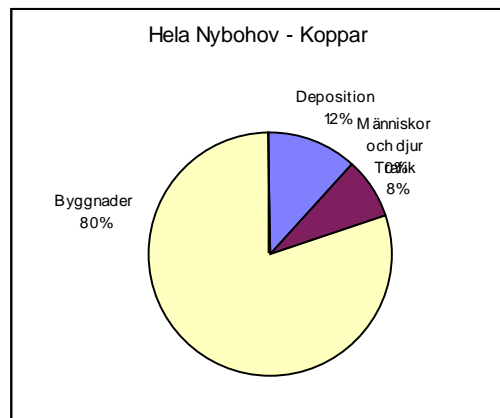
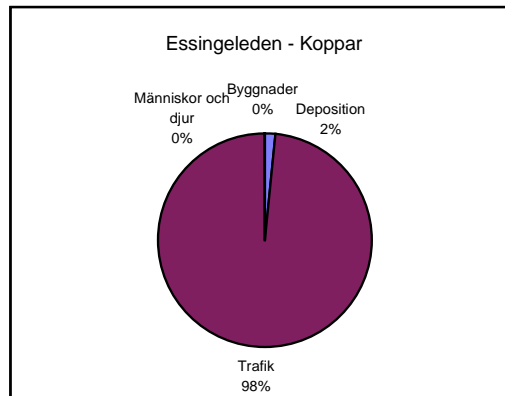
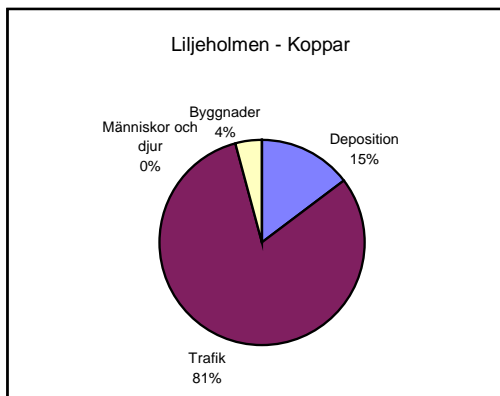
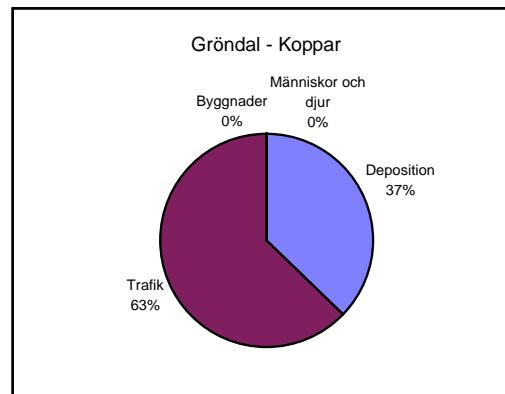
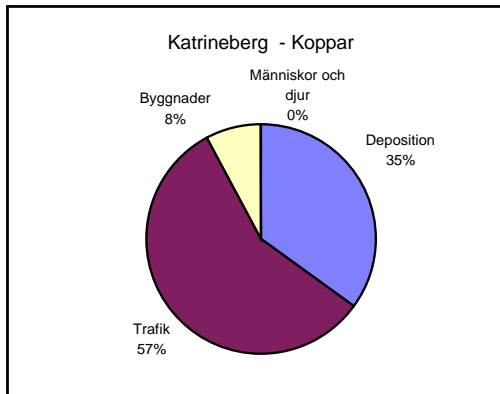
Bilaga 9

Diagram över utsläppens fördelning mellan källor för Katrineberg, Gröndal, Liljeholmen och Essingeleden.

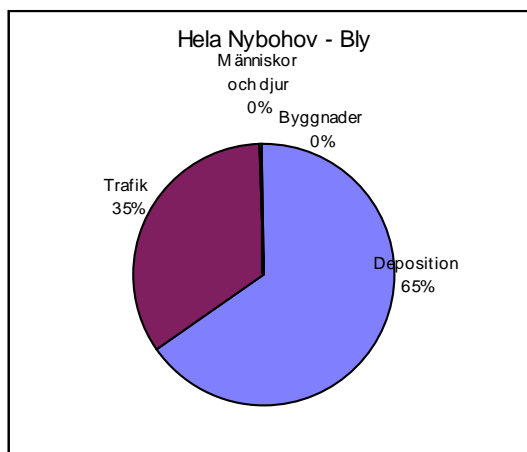
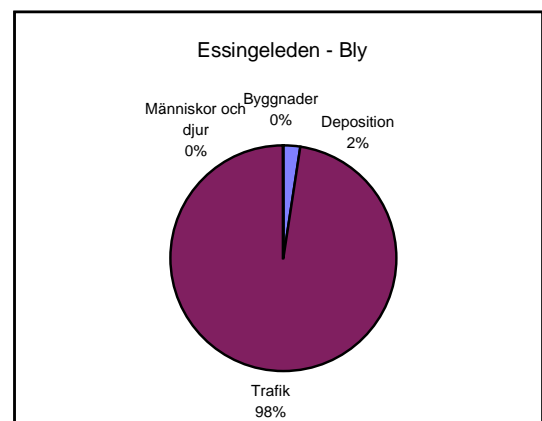
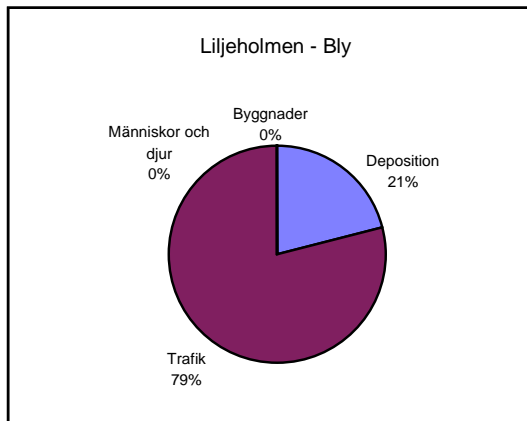
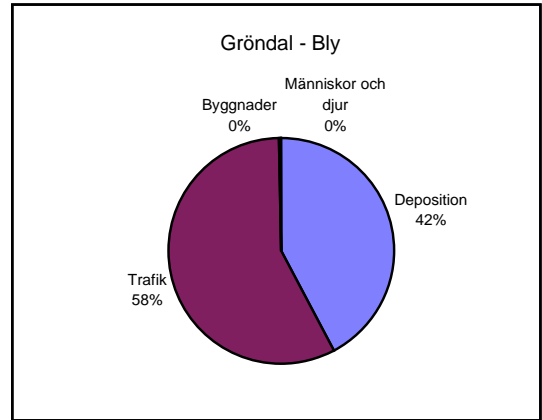
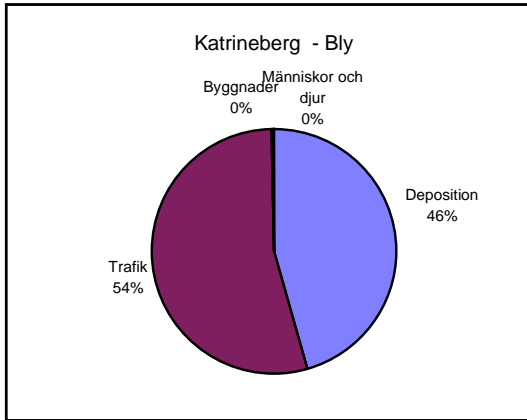
Zink



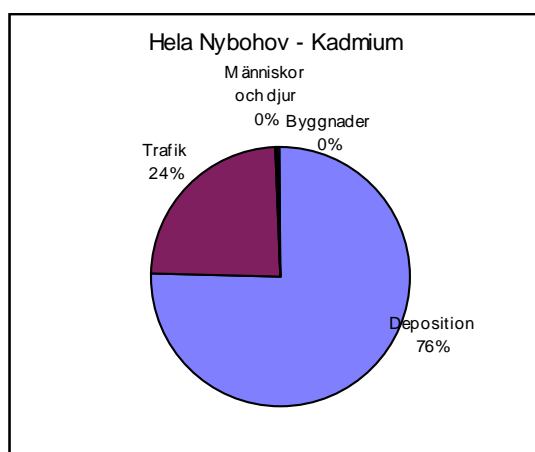
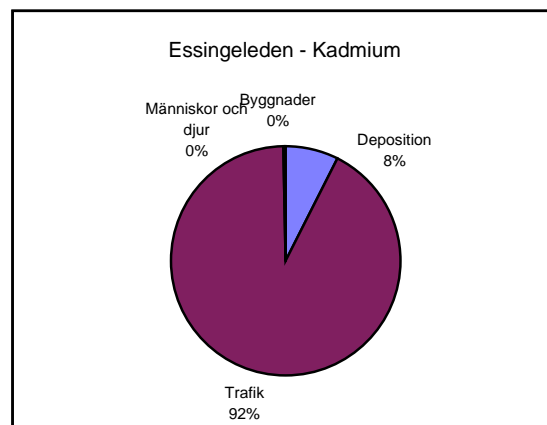
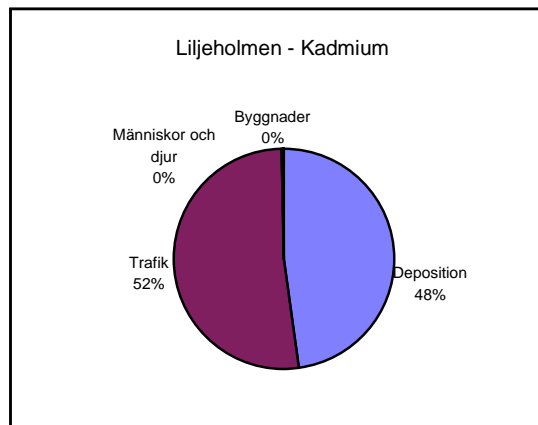
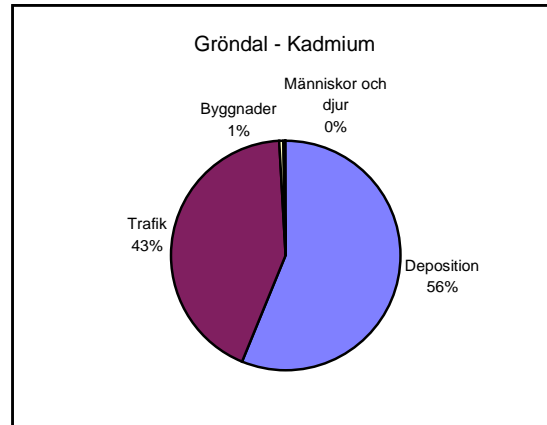
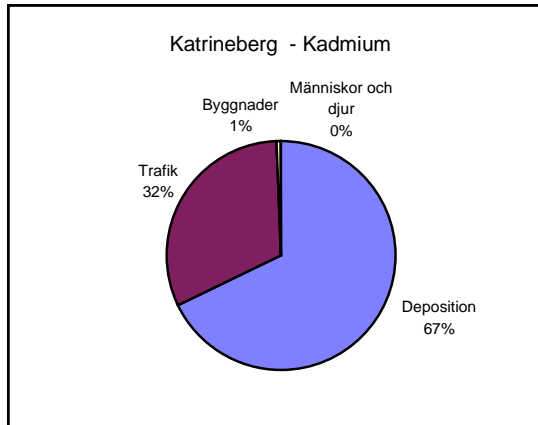
Koppar



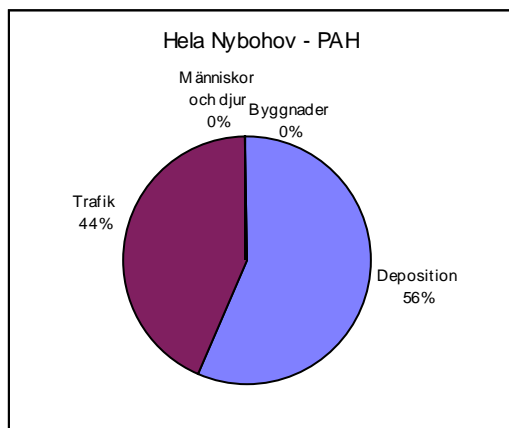
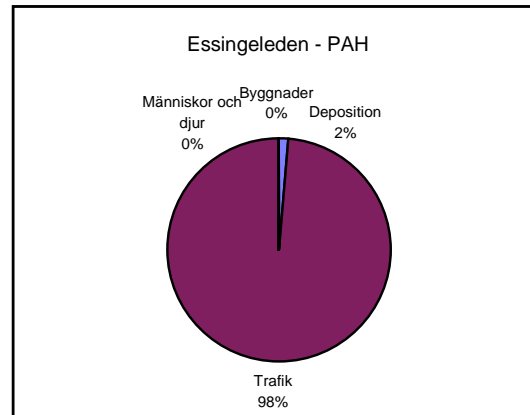
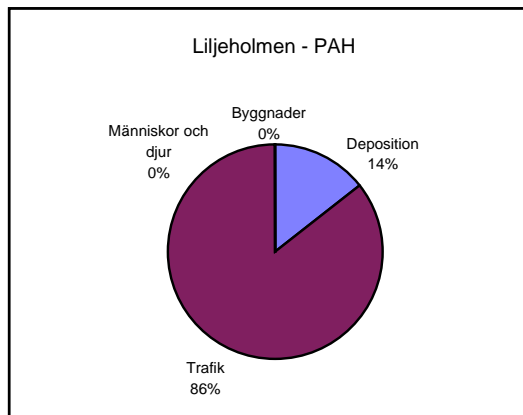
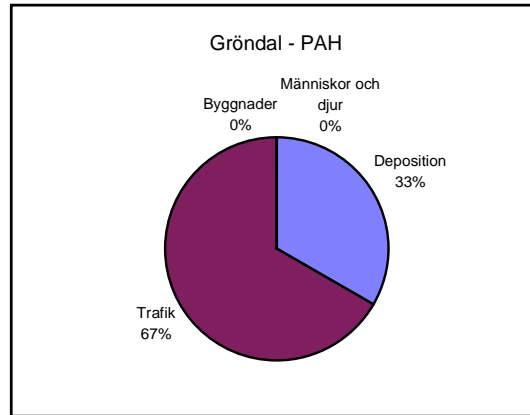
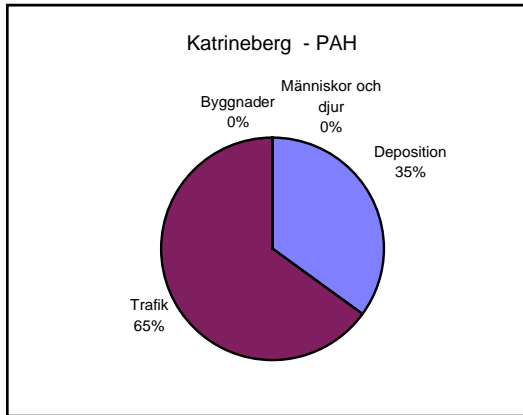
Bly



Kadmium



PAH



Bilaga 10

Andel av passerade volymer som provtagits

Nybohov 98-99 /Faktiska provtagningar (33 st/provpunkt om inte annat anges) & vilken passerad volym dessa representerar

Suspekta värden i **fetstil**. *Provtagning med större diff än 20% markerat med kursiv/fetstil.*

Teoretisk maxvolym för provtagning: Pkt1, 52,8m³. Pkt2, 330m³. Pkt3, 660m³.

Datum	98-	0211	0224	0226	0320	0407	0420	0430	0508	0528	0605	0612	0617	0630	0708
Provvolum (l)	Kl.	13 ⁰⁰	11 ⁰⁰	11 ⁰⁰	11 ⁰⁰	13 ⁰⁰	13 ⁰⁰	11 ³⁰	?	12 ⁰⁰	?	15 ⁰⁰	?	?	?
	Pkt 1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	10	10	11
	pkt 2	3,5	7	0	3	4	8,7	4,3	6,8	8,4	0	8	5,5	7	4,5
	pkt3	7,3	0	6,5	8,5	0	7,8	5,1	7	8	7	8,5	6,7	9	8
Datum, klockslag (sista prov)	Pkt 1									21/5 12 ⁰⁴		10/6 23 ⁰⁴	17/6 09 ¹⁴	22/6 03 ³⁰	6/7 15 ⁴⁰
	pkt 2	9/2 07 ⁰⁸	16/2 13 ²⁰		18/3 12 ⁰⁴	7/4 15 ¹⁰	20/4 12 ²²	27/4 14 ⁵⁰	8/5 08 ⁵⁴	25/5 14 ⁰⁰		12/6 ¹ 15 ²²	17/6 14 ¹⁶	23/6 15 ²⁴	6/7 15 ⁴⁰
	pkt3	8/2 21 ¹⁰		11/2 18 ¹⁶	11/3 ² (24st)		19/4 00 ⁵⁰	27/4 18 ²⁶	6/5 10 ²²	21/5 19 ²⁶	4/6 18 ⁴⁴	12/6 06 ³²	17/6 14 ¹⁸	21/6 04 ¹²	6/7 15 ⁵⁰
Provtagna Volymer	Pkt 1	0	0	0	0	0	0	0	0	38,6	0	48	49,3	48,7	58,9
	pkt 2	353	358	0	337	242	427	222	306	350	0	325	298	325	422
	pkt3	476	0	48	469	0	1134	639	687	695	609	717	677	695	833
Passerade Volymer(m ³)	Pkt 1	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	54	58	67	81
	pkt 2	879	412	0	345	242	428	222	306	354	0	325	298	428	624
	pkt3	1053	0	862	1380	0	1316	691	724	795	611	740	684	1039	1319
Diff Provtaget/Passerat	Pkt 1	0	0	0	0	0	0	0	0	5,4	0	6	8,7	18,3	22,1
	pkt 2	526	54	0	8	0	1	0	0	4	0	0	0	103	202
	pkt3	577	0	814	911	0	182	52	37	100	2	23	7	344	486
Diff % Provtaget/Passerat	Pkt 1	0	0	0	0	0	0	0	0	12,3	0	11,1	15	27,3	27,3
	pkt 2	59,8	13,1	0	2,3	0	0,2	0	0	1,1	0	0	0	24,1	32,4
	pkt3	54,8	0	94,4	66,0	0	13,8	7,5	5,1	12,6	0,3	3,1	1,0	33,1	36,8

fortsättning

Datum	98-	0721	0805	0819	0904	0918	0923	1019	1105	1119	1217	0114	0115	0129	
Provvolum (l)	Kl.	?	14 ⁰⁰	11 ⁰⁰	12 ⁰⁰	?	?	13 ⁰⁰	?	?	11 ⁰⁰	?	?		
	Pkt 1	11	0	9,5	2,5	10	0	10	6,5	0	0	0	0	0	
	pkt 2	10	7,5	9	5	0	9,5	7	0	0	0	0	0	0	
	pkt3	9,5	2,5	9,2	5	0	7,5	5,5	0	5	1,5	0	4,5	0	
Datum, klockslag (sista prov)	Pkt 1	15/7 17 ³⁴		17/8 23 ²⁴	31/8 09 ⁰⁴	15/9 13 ⁰⁷		18/10 14 ⁴⁸	5/11 09 ²⁸						
	pkt 2	12/7 07 ³⁶	5/8 18 ¹²	13/8 18 ²⁶	1/9 02 ⁴⁸		14/9 21 ²⁶	14/10 12 ²⁶							
	pkt3	12/7 07 ⁵⁰	26/7 21 ⁴⁸	15/8 23 ¹⁴	1/9 03 ²⁰		14/9 21 ³⁶	17/10 12 ³²		27/10 22 ⁴⁴	30/11 ³ 14 ³⁰		???? ?	Totalt	Diff %
Provtagna Volymer	Pkt 1	52,4	0	42,8	30,6	51,4	0	72,7	29,1	0	0	0	0	0	522,5
	pkt 2	353	325	396	324	0	342	340	0	0	0	0	0	0	6045
	pkt3	747	196	693	573	0	724	747	0	748	268	0	967	0	13342
Passerade volymer(m ³)	Pkt 1	56	0	43	31	64	0	73	97	0	0	0	0	0	668
	pkt 2	617	342	550	325	0	561	711	0	0	0	0	0	0	7969
	pkt3	1300	196	814	578	0	1198	1374	0	2330	1053	0	1994	0	22051
Diff Provtaget/Passerat	Pkt 1	3,6	0	0,2	0,4	12,6	0	0,3	67,9	0	0	0	0	0	145,5
	pkt 2	264	17	154	1	0	219	371	0	0	0	0	0	0	1924
	pkt3	553	0	121	5	0	474	627	0	1582	785	0	1027	0	8709
Diff % Provtaget/Passerat	Pkt 1	6,4	0	0,5	1,3	19,7	0	0,4	70	0	0	0	0	0	21,781
	pkt 2	42,8	5,0	28,0	0,3	0	39,0	52,2	0	0	0	0	0	0	24,144
	pkt3	42,5	0	14,9	0,9	0	39,6	45,6	0	67,9	74,5	0	51,5	0	39,495

¹ f.o.m. 7/6 16.52

² Ytterligare 33 st t.o.m. 19/3 ??

³ Inga data f.o.m. 30/11

Bilaga 11

Flygfoto över sjön Trekanten

upp

ner



(Foto: Thomas Henrikson, Orange AB).

Bilaga 12

Fosforberäkningar med källmodellen

HELA TILLRINNINGSOMRÅDET (samtliga urbana tillrinningsområden)

<u>Källmodellresultat</u>		
Fosfor	Halt	Massflöde
	µg/l	kg/år
Delområde		
Liljeholmen (4)	40	0.7
Katrineberg (5)	50	1.0
Gröndal (6)	90	1.4
Essingeleden (7)	2	0.01
Nybohov (1-3)	70	1.90
Totalt		5.0*

* Massflödet av fosfor beräknat i källmodellen är mycket tveksamt. En uppskattning av fosforbelastningen utifrån mätdata ger 21 kg vilket innebär att det är sannolikt att fosforbelastningen kan vara 3-5 ggr större än vad resultatet från källmodellberäkningarna visar.

NYBOHOV

NYBOHOV	<u>Källmodellresultat</u>		<u>Mätdata</u>	
	Halt	Massflöde	Halt	Massflöde
	µg/l	kg/år	µg/l	kg/år
Provpunkt A	120	0.15	185	0,4
Provpunkt B	80	1.04	255	3
Provpunkt C*	70	1.90	330	8

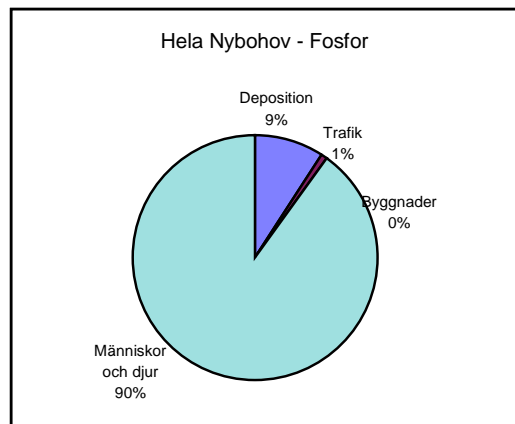
*-Provpunkt C motsvarar hela Nybohovområdet

ESSINGELEDEN

Essingeleden	<u>Källmodellresultat</u>		<u>Mätadata</u> (Ekvall, 1998)	
	Halt	Massflöde	Halt	Massflöde
	µg/l	kg/år	µg/l	kg/år
	2	0.01	300	1.4

Modellresultat för fosfor avviker väsentligt från mätdata för samtliga områden. I exempelvis Nybohov (provpunkt C) är uppmätt fosforhalt mycket högre än källmodellresultatet (jmf 330 µg/l med 70 µg/l). Fosforhalten har även tidigare uppskattats till 270 µg/l (Ekvall J, Stockholm Vatten AB) efter att de mest tveksamma provtagningarna uteslutits. Källmodellen verkar således underskatta fosforhalten, vilket tyder på att det finns fosforkällor som är oidentifierade eller saknas i källmodellen (t.ex. gödsling av grönområde och rengöring av en plaskdamm), alternativt att modellparametrarna är fel. Källmodellresultatet indikerade annars att den dominanta fosforkällan är människor och djur (se speciellt fördelning i Nybohov).

Fördelning av utsläpp mellan källor i **Nybohov** enligt beräkningar i **källmodellen**



Fördelning av utsläppskällor i **hela det urbana tillrinningsområdet** enligt beräkningar i **källmodellen**

