

Dagvatten

Avsättningsmagasin Ryska Smällen

Undersökning utförd av Stockholm Vatten AB

Rapport nr 11-2004

Gudrun Aldheimer

Miljö- och utvecklingsavdelningen, Ledningsnät

December 2004



FÖRORD

Denna utvärdering av ett avsättningsmagasin för trafikdagvatten är gjord på uppdrag av Knut Bennerstedt, Miljö- och utvecklingsavdelningen, Stockholm Vatten AB.

Flera medarbetare på Stockholm Vatten har bidragit till genomförandet av projektet. Jan Stenlycke har ansvarat för provtagningarna. Knut Bennerstedt och Eva Wilmin har kommit med värdefulla synpunkter. Många på Stockholm Vattens laboratorium har varit inblandade i att analysera proverna. Ett stort tack till alla er. Tack även Gunnar Svensson (DHI) som har haft uppdraget att göra mätningar för styrning av provtagningarna.

Stockholm, december 2004

Gudrun Aldheimer
Miljö- och utvecklingsavdelningen, Ledningsnät

SAMMANFATTNING

Denna rapport redovisar utvärderingsresultat från en undersökning av ett avsättningsmagasin, Ryska Smällen, i Stockholm. Dagvattnet till magasinet kommer bl.a. från delar av Johanneshovsbron med en trafikintensitet på 71000 fordon per dygn. Den beräknade tillrinningsytan är 7400 m². Stockholm Vatten AB har driftansvaret för anläggningen. Tillsyn av anläggning och pumpar sker 2-3 gånger per månad. Anläggningskostnaden var ca 2 miljoner kronor 1997 och driftkostnaden uppgår till ca 70 000-75 000 kronor per år.

Flödesproportionella prover togs under en period av 7,5 månader från hösten 2000 till våren 2001. Analysresultaten för de ämnen som ses i tabellen nedan visar på en reningseffekt (medianvärden) som varierar mellan 55-84 % (utom för totalkväve, 13 %). I tabellen jämförs föroreningshalterna i vattnet före och efter sedimentation med de värden klassificerade som låga respektive höga i dagvattenstrategin för Stockholms stad. Halterna mellan de höga och låga kallas måttliga.

		SS	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Tot-N	Tot-P	Olja
		mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
Låga koncentrationer		<50	<3	<0,3	<9	<15	<45	<60	<1250	<100	<0,5
Höga koncentrationer		>175	>15	>1,5	>45	>75	>225	>300	>5000	>200	>1,0
Inlopp till magasin	Medelvärde	1127	86	1,1	254	92	40	1438	2288	697	2,7
	Median	710	72	0,6	155	71	28	970	2200	440	1,7
	Max	4700	320	5,0	890	380	180	5500	4000	3200	5,4
	Min	79	20	0,2	54	13	5	370	1100	150	1,0
Utlopp från magasin	Medelvärde	120	14	0,3	60	17	9	336	1913	158	1,2
	Median	76	14	0,3	50	14	9	295	1700	140	1,0
	Max	380	30	1,0	160	36	28	570	3500	460	2,9
	Min	18	1	0,1	12	5	2	160	1000	77	0,4
Reduktion (%)	Medelvärde	83	74	57	67	70	64	65	15	65	39
	Median	84	76	60	72	69	67	69	13	70	55
	Max	99	99,8	92	96	98	94	97	40	95	87
	Min	66	50	0	18	37	0	30	-26	26	-35

Tabellen baserad på 21-24 st. prov (olja 9 prov)

Utvärderingen visar att föroreningskoncentrationen i dagvattnet från den hårt trafikerade Johanneshovsbron är hög. Enligt klassificeringen i dagvattenstrategin har det inkommande vattnet höga koncentrationer (både medel- och medianvärden) av suspenderat material, totalfosfor, olja och metallerna bly, koppar och zink. Kromvärdena är höga till måttliga medan kadmium och totalkväve har måttliga koncentrationer. Av de analyserade föroreningarna är det endast nickel som har låga värden. Koncentrationerna varierar med årstiderna med de högsta värdena på vintern och våren. Det finns ett tydligt samband mellan metallhalterna och halt suspenderat material i det inkommande vattnet. Medel- och medianvärdena i utgående vatten efter rening motsvarar ett dagvatten med måttliga halter för suspenderat material, totalkväve, totalfosfor, bly och kadmium och måttliga till låga halter för krom. Koppar har fortfarande höga värden och zink och olja har höga till måttliga halter. Även i utgående vatten är det bara nickel som har låga medel- och medianvärden av koncentrationen.

Fler ämnen än de som redovisas i tabellen analyserades, varav här kan nämnas konduktivitet och PAH. Att vägdagvattnets konduktivitet ökar då vägsalt används vid halkbekämpning åter-

speglas tydligt i halten konduktivitet som ökade 20-30 gånger då man saltade första gången under säsongen 2000/2001. PAH-analysen som gjordes på ett samlingsprov som togs en månad under hösten visade att inloppsvattnet hade måttliga halter och utloppsvattnet efter sedimentering hade låga halter. Reningseffekten med avseende på PAH i anläggningen var 55%.

För metallerna, totalkväve och totalfosfor har en massbalans upprättats över totala föroreningsmängden i inkommande vatten jämfört med föroreningsmängderna i utgående vatten och i sedimentet. Massbalansberäkningen visade att för de föroreningar som har reducerats mycket i avsättningsmagasinet så har summan av mängden föroreningar i utgående vatten och i sedimentet tillsammans varit mindre än mängden av föroreningar i inkommande vatten. För kväve däremot som har haft en mycket lägre reningseffekt så är den beräknade massan i utgående vatten och i sedimentet ungefär lika stor som i inkommande vatten. Resultaten visar på osäkerheten i dessa kalkyler och den största felkällan är sannolikt beräkning av mängderna i sedimentet.

Provtagningarna visade att koncentrationen av föroreningar var störst under vintern – våren. En massbalans har gjorts månadsvis för att se om även de totala mängderna av föroreningarna följde samma mönster. Resultaten visar att alla föroreningar som var med i beräkningen, utom totalkväve, hade störst mängder i januari. Totalkväve hade de största mängderna under hösten –vintern med maxvärdet i november. De totala mängderna av föroreningarna var alltså större tidigare under vintern (och t.o.m. på hösten för totalkväve) medan koncentrationerna oftast var högst i mars-april. Orsaken till det beror troligen på att det var större regnmängder under hösten än våren.

Sedimentets utbredning och tjocklek kontrollerades vid några tillfällen före och efter provtagningsperioden. Beräkningar har gjorts på hur ofta tömning av magasinet bör ske, och enligt dessa räcker det att tömma magasinet vart fjärde till vart femte år.

Rening av dagvatten genom sedimentering i avsättningsmagasin ger relativt goda reningsresultat och är en metod som man även i fortsättningen kommer att använda sig av. Det är en ganska dyr metod såvida man inte kan använda öppna bassänger. I innerstadsområden är det dock svårt att hitta tillräckligt stor plats för öppna bassänger.

SUMMARY

This report presents analysis results from a study of the Ryska Smällen sedimentation tank in Stockholm. The stormwater enters the tank from parts of Johanneshov Bridge, where the average traffic volume is 71,000 vehicles a day. The catchment area is estimated to be 7,400 m². The Stockholm Water Company has operational responsibility for the plant. The plant and pumps are inspected two or three times a month. The construction cost of the plant was about SEK 2 million in 1997 and operating costs total about SEK 70,000-75,000 a year.

Flow-proportional samples were taken for a period of 7.5 months from autumn 2000 to spring 2001. The analysis results for the substances in the table below indicate reductions (median values) varying between 55 and 84% (except for total nitrogen, 13%). The table compares the pollutant concentrations in the water before and after sedimentation, as well as values defined as low and high respectively in Stockholm City's stormwater strategy. Concentrations between low and high are designated moderate.

		SS	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn	Tot-N	Tot-P	Oil
		mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
Low concentrations		<50	<3	<0.3	<9	<15	<45	<60	<1250	<100	<0.5
High concentrations		>175	>15	>1.5	>45	>75	>225	>300	>5000	>200	>1.0
Tank inlet	Average	1127	86	1.1	254	92	40	1438	2288	697	2.7
	Median	710	72	0.6	155	71	28	970	2200	440	1.7
	Max.	4700	320	5.0	890	380	180	5500	4000	3200	5.4
	Min.	79	20	0.2	54	13	5	370	1100	150	1.0
Tank outlet	Average	120	14	0.3	60	17	9	336	1913	158	1.2
	Median	76	14	0.3	50	14	9	295	1700	140	1.0
	Max.	380	30	1.0	160	36	28	570	3500	460	2.9
	Min.	18	1	0.1	12	5	2	160	1000	77	0.4
Reduction (%)	Average	83	74	57	67	70	64	65	15	65	39
	Median	84	76	60	72	69	67	69	13	70	55
	Max.	99	99.8	92	96	98	94	97	40	95	87
	Min.	66	50	0	18	37	0	30	-26	26	-35

The table is based on 21-24 samples (9 samples in the case of oil).

The analysis indicates high pollutant concentrations in the stormwater from the congested Johanneshov Bridge. According to the classification used in the stormwater strategy, the concentrations in the incoming water (both average and median values) of suspended solids, total phosphorus, oil and the metals lead, copper and zinc are high. The values for chrome are high to moderate, while those for cadmium and total nitrogen are moderate. The only low values recorded are for nickel. The concentrations vary depending on the time of year, the highest levels occurring in the winter and spring. There is a clear correlation between the metal concentrations and the concentrations of suspended solids in the incoming water. The average and median values in the treated water correspond to stormwater with moderate concentrations of suspended solids, total nitrogen, total phosphorus, lead and cadmium, and moderate to low chrome concentrations. The values for copper are still high and those for zinc and oil are high to moderate. As is the case for incoming water, nickel is the only substance for which low average and median concentrations are recorded in the outgoing water.

The table does not include all the analysed parameters, and conductivity and PAHs are among the parameters that were omitted. The increased conductivity of road runoff when road salt is used for de-icing is clearly reflected in the conductivity values, which increased by 20-30 times when salt was applied for the first time during the 2000/2001 season. The PAH analysis, which was carried out on an aggregate sample taken during one month in the autumn, showed that the concentrations in the inlet water were moderate and that the concentrations in the treated water were low. PAHs were reduced by 55% in the plant.

A mass balance was calculated in the case of metals, total nitrogen and total phosphorus for total quantities of pollutants in the incoming water compared with the quantities in the outgoing water and the sediment. The calculation indicated that, in the case of the pollutants that were significantly reduced in the sedimentation tank, the total quantity of pollutants in the outgoing water and the sediment together was less than in the incoming water. However, in the case of nitrogen, for which the reduction rate was much lower, the aggregate estimated mass in the outgoing water and the sediment was approximately the same as in the incoming water. These results suggest that the calculations are uncertain and this concerns especially the calculation of pollutant quantities in the sediment.

The samplings showed that pollutant concentrations were highest during the winter and spring. A month-by-month mass balance was calculated to find out whether the total pollutant quantities followed the same pattern. The results show that the quantities of all the pollutants that were calculated, except total nitrogen, were highest in January. The largest quantities of total nitrogen occurred in the autumn and winter, with maximum values in November. In other words, the total quantities of pollutants were largest during the winter (during the autumn in the case of total nitrogen), while concentrations were usually highest in March and April. This is probably because precipitation is higher in the autumn than in the spring.

The distribution and thickness of the sedimentation layer were checked three times before and after the sampling period. Calculations were made of how often the tank should be emptied, and these indicated that every four or five years is an appropriate interval.

Stormwater will continue to be treated by means of sedimentation in a tank. This process gives an acceptable reduction. It is a rather costly method unless it is possible to use open tanks, but it is difficult to find sufficient space for open tanks in inner-city areas.

Innehållsförteckning

FÖRORD

SAMMANFATTNING

SUMMARY

1	INLEDNING	3
1.1	Bakgrund	3
1.2	Syfte	3
2	OMRÅDESBESKRIVNING	5
2.1	Lokalisering.....	5
2.2	Anslutna ytor	5
2.3	Trafikintensitet	6
2.4	Sandsopning och renhållning	6
2.5	Halkbekämpning	7
2.6	Vägarbeten i tillrinningsområdet.....	7
2.7	Ledningssystem	7
3	BESKRIVNING AV ANLÄGGNINGEN.....	9
3.1	Allmänt.....	9
3.2	Anläggningens konstruktion	9
3.3	Anläggningens funktion, styrsystem och underhåll	9
4	PROVTAGNING, FLÖDESMÄTNING OCH ANALYSER	11
5	DAGVATTENMÄNGDER	13
5.1	Nederbörd.....	13
5.2	Dagvattenvolym	14
6	ANALYSRESULTAT OCH RENINGSEFFEKT.....	17
6.1	Föroreningar i dagvattnet	17
6.1.1	Suspenderat material	17
6.1.2	Konduktivitet och pH	19
6.1.3	Metallanalyser	20
6.1.4	Kväve och fosfor	24
6.1.5	Olja (opolära alifatiska kolväten).....	25
6.1.6	PAH.....	26
6.1.7	Övriga analyser	27
6.2	Sedimentuppbbyggnad och föroreningar i sediment.....	28
6.3	Massbalansberäkning och representativitet.....	29
6.3.1	Massbalansberäkning	29
6.3.2	Undersökningens representativitet	31
7	DISKUSSION OCH SLUTSATSER.....	33
8	REFERENSER.....	35
9	BILAGEFÖRTECKNING	37

1 INLEDNING

1.1 *Bakgrund*

I olika riktlinjer för dagvattenhantering gäller att dagvatten från bl.a. stora trafikleder ska renas innan det släpps ut till recipient (1, 2, 3). På flera ställen byggs därför reningsanläggningar för förorenat trafikdagvatten, t.ex. avsättningsmagasin. Vid en undersökning av avsättningsmagasinet Norra Länkens effektivitet (4) försvårades utvärderingen av stor tillförsel av grundvatten. Därför bestämdes att en ny undersökning skulle göras av ett liknande magasin, Ryska Smällen¹. Det byggdes 1997 för att rena dagvatten från bl.a. Johanneshovsbron som är en starkt trafikerad väg.

1.2 *Syfte*

Syftet med undersökningen är att utvärdera avsättningsmagasinets funktion och reningseffekt. Bedömning ska även göras av driftinstruktionen, sedimentupbyggnad och tömning av magasinet samt tillsynsfrekvens.

¹ Det lite udda namnet Ryska Smällen kommer ifrån att ryskt bombflyg under andra världskriget av misstag släppte bomber över Eriksdalslunden. Ett kvarter i området har sedan fått namnet Ryska Smällen.

2 OMRÅDESBESKRIVNING

2.1 Lokalisering

Anläggningen ligger nära Eriksdalsbadet på Södermalm i slänten ner mot Hammarby Sluss under Johanneshovsbron.



Bild 2.1 Anläggningens placering på Södermalm i Stockholm

2.2 Anslutna ytor

Avsättningsmagasinet är byggt för att rena trafikdagvatten från bl.a. Johanneshovsbron. Tillrinningsområdet består till ca en tredjedel av bron (delen över Eriksdalsbadet och Badmintonstadion) samt vägytor, parkeringsplatser och en takyta i området under den aktuella brodelen. Se bilaga A. Takytan består av målad galvaniserad stålplåt. Parkeringsplatserna utnyttjas av besökare till Eriksdalsbadet och Badmintonstadion.

Den uppmätta anslutna arean kan delas in i två delar. Dels de ytor som nederbörden kommer fritt på (8300 m²) dels de ytor som ligger rakt under Johanneshovsbron och således har ”tak” (3100 m²). Uppdelat per ytkategori är tillrinningsytan fördelad enligt följande:

Johanneshovsbron	4500 m ²
Gatu- och p-platser i markplanet	5600 m ² (varav 2900 m ² ”fri” yta och 2700 m ² under ”tak”)
Takyta delvis under bron	1300 m ² (varav 900 m ² ”fri” yta och 400 m ² under ”tak”)
Totalt	11400 m²

Beroende på hur det blåser vid regn kan man anta att olika delar av ytorna bidrar till avrinningen. Troligen är tillrinningsytan nästan aldrig så mycket som 11400 m² utan snarare ca 8000 – 10000 m² (0,8 – 1,0 ha).

I de uppmätta ytorna ingår även mindre grönytor (planteringar) i anslutning till p-platserna.

En kontroll av den på ledningskartan uppmätta anslutna arean utfördes i juni 2001 med hjälp av spolbil genom att spola vatten i några utvalda brunnar. På så vis kunde kontrolleras hur dagvattenledningarna hänger ihop där det var oklart på ritningen.



Bild 2.2 Vy norrut under Johanneshovsbron. Nedstigningsbrunnar till magasinet i grässlätten.



Bild 2.3 Vy söderut. Locket av till provtagningsbrunnen.

2.3 Trafikintensitet

Johanneshovsbron är en tungt trafikerad led med ca 71 000 fordon per dygn (årsmedelvärdet för ett vardagsdygn). Dygnsmedelvärdet på ett år är ungefär 10 % mindre d.v.s. ca 64 000 fordon per dygn. Andelen tung trafik mättes under en dag i oktober 1992 till 4 % (kl. 06.00-21.00) enligt uppgift från Gatu- och fastighetskontoret.

Trafikmängden på gator och p-platser i markplanet finns det inga uppgifter om men antalet p-platser på parkeringsplatserna är ca 140 st.

2.4 Sandsopning och renhållning

Johanneshovsbron rengörs ordentligt 1 gång per år, oftast i maj. Bron stängs då av under en natt i vardera riktningen. Då sopas, spolats och tvättas bron ordentligt, även broskarvar, och brunnarna spolats. Diverse underhåll görs på samma gång. Sandsopning utförs två gånger till under barmarksäsongen. Denna s.k. underhållssopning görs utan att bron stängs av.

År 2000 utfördes den stora rengöringen den 10 och 11 maj (en natt för varje körriktning). Brunnarna rensades 19 juni och 2 juli (olika tillfällen för norr- och södergående trafik), troligen hanns inte detta med i maj. Underhållssopning utfördes 4 juli och 16-19 oktober. Alla åtgärderna utom sandsopningen i oktober gjordes innan proverna på dagvattnet för den här undersökningen började tas. (Provtagningsperiod 31 augusti 2000 – 10 april 2001). Den 8 och 9 maj år 2001 gjordes åter den årliga storrengöringen av Johanneshovsbron (en natt för varje körriktning). Dagvattenprovtagningen var avslutad innan det tillfället.

Uppgifterna kommer från Gatu- och fastighetskontoret.

2.5 Halkbekämpning

Vid halkbekämpning använder man vägsalt eller sand beroende på temperaturen. Vid frosthalka sprids 20 – 25 g salt per m². Ibland saltas i förebyggande syfte, då med 5 – 10 g per m². Om det är kallare än -5° eller -6° så fungerar inte saltet, då sandar man istället punktvis, t.ex. på broar. Vid sandning används en blandning, s.k. Huddingeblandning, som består av sand blandat med 1-3 % salt samt flis (ett krossmaterial).

Under vintersäsongen 2000/2001 (provtagningsperioden) saltades vid 36 tillfällen. Den första saltningen inträffade den 22/12 2000. Man saltade även vid temperaturerna -7° och -8° kallt. I början på februari inföll en period med -16° till -22° då man sandade. Vid ytterligare ett tillfälle i februari (-10° den 23/2) sandade man.

Saltnings- och sandningstillfällena uppdelade månadsvis:

Saltning 4 tillfällen; 22-28 dec. 2000

Saltning 14 tillfällen; 2-25 jan. 2001

Saltning 12 tillfällen; 2-26 febr. och sandning 3 tillfällen, 4-5 och 23 febr. 2001

Saltning 4 tillfällen; 1-16 mars 2001

Saltning 2 tillfällen; 4 och 13 april 2001

Uppgifterna kommer från Gatu- och fastighetskontoret och Vägverket.

2.6 Vägarbeten i tillrinningsområdet

Under våren 2000 fram till 1 juni pågick markarbeten vid parkeringsplatserna och gatorna under Johanneshovsbron. Arbetena bestod av asfaltering, plantering och sättning av plattor (med sand under) och kantsten. Eftersom detta skulle störa värdena i en dagvattenprovtagning fick provtagningen skjutas upp tills arbetet var avslutat.

På Johanneshovsbron pågick arbeten under vintern och våren 2000/2001 vid infarten till tunneln under Södermalm. Området ligger nedströms tillrinningsområdet till avsättningsmagasinet och bör inte ha påverkat provtagningen. För övrigt görs underhållsarbeten någon enstaka gång på delar av bron som t.ex. på kantbalkar, mittremsan, skyltar och fundament. När dessa arbeten görs stängs en fil i taget, kanske 100 m åt gången, på natten. Om det är möjligt sparar man dock dessa arbeten till den årliga avstängningen för rengöring.

Under sommaren 2001 (efter provtagningsperioden) sattes bullerskydd upp längs med delar av bron.

2.7 Ledningssystem

Från ytavloppsbrunnar i Johanneshovsbron leds dagvattnet i stuprör på 5 st. bropelare ner till brunnar i markplanet. I fyra av dessa brunnar finns sandfång enligt ritning. Vattnet leds vidare till en dagvattenledning i vägen mellan Eriksdalshallen och Badmintonstadion och blandas där med dagvatten från parkeringsplatserna, vägen och en takyta på Eriksdalshallens runda utbyggnad. Från sista brunnen innan ledningen går in i avsättningsmagasinet går en bräddledning som leder bräddvattnet från magasinet till en annan dagvattenledning som utmynnar i Årstaviken vid Hammarby Sluss. Till denna ledning pumpas även det renade dagvattnet från avsättningsmagasinet. Ledningarna består dels av betongrör från 1983 och dels betongrör och PVC-rör från 1997.

Se situationsplan, bilaga A samt figur 1 i bilaga D (principskiss för inkommande och utgående ledningar till avsättningsmagasinet).

3 BESKRIVNING AV ANLÄGGNINGEN

3.1 Allmänt

Anläggningen är ett avsättningsmagasin för dagvatten som styrs med automatik. Anläggningen byggdes av Gatu- och fastighetskontoret och togs i drift 1997. Anläggningskostnaden var ca 2 miljoner kronor. Stockholm Vatten AB har driftansvaret för anläggningen. Driftkostnaden uppgår till ca 70 000-75 000 kronor per år. I planeringsförutsättningarna antogs att det är de första 20 minuterna av ett regn som innehåller de största koncentrationerna av föroreningar och att det är den delen av regnet som behöver renas och resterande del av det bildade dagvattnet får brädda till recipient. Det antogs även att dagvattnets uppehållstid i magasinet bör vara 36 timmar varvid tungmetaller och andra föroreningar ostört avsätts som sediment i botten. Magasinet dimensionerades för att kunna innehålla en vattenmängd motsvarande 15 mm nederbörd över ytan 7300 m². Effektiva volymen blir då ca 110 m³.

3.2 Anläggningens konstruktion

Anläggningen är av formsatt betong och belägen under mark med tillträde via luckor. Ett separat utrymme finns för el- och styrutrustning och en pumpgrop för pumpar. Dagvattenmagasinet är avgränsat med en oljeskärm som hänger från taket. Under inloppet finns en avskärmning för att dämpa virvlar och före utloppet finns en slamskärm. Hela anläggningen har yttermått 14,6 m x 5,6 m med höjden ca 4,5 m enligt ritning. Se bilaga B. Själva avsättningsdelen har (inner)mått 12,0 m x 5,0 m, dvs. arean är 60 m². När vattennivån i magasinet når upp till inloppsledningen (+ 3,35) börjar vattnet dämna upp i ledningssystemet. Vid nivå +3,65 börjar vattnet brädda ut i recipienten. Volymen i magasinet är 114 m³ mätt vid dämningnivån och 132 m³ vid bräddnivån.

Mellan magasin och pumpgrop finns en el-manövrerad ventil som automatiskt öppnar och släpper in vatten i pumpgropen när magasinet ska tömmas. Magasinet töms med hjälp av en 1 st. pump med en kapacitet på ca 2,5 l/s. 1 st. pump finns i reserv.

3.3 Anläggningens funktion, styrsystem och underhåll

För att få god avskiljning av partiklar styrs anläggningen så att dagvattnet ska få en uppehållstid på 36 timmar innan utpumpningen startas. Det har dock visat sig (se kapitel 5.2) att tiden för sedimentation varierar från några få timmar till ett par dygn.

Start och stopp av magasinets pumpar styrs via nivågivare och med hjälp av givare som mäter vattnets stighastighet i magasinet. Om stighastigheten överstiger ett visst värde så avbryts summeringen av lagringstiden som påbörjas på nytt. Detta därför att ett nytt kraftigt regn ska kunna få tillräcklig sedimentationstid. En övergripande funktionsbeskrivning finns i bilaga C.

Tillsyn av anläggning och pumpar sker 2-3 gånger per månad. Sedimentet tas omhand med hjälp av slamsugbilar ungefär vart tredje eller fjärde år, eller vid behov, och förs till tipp.

4 PROVTAGNING, FLÖDESMÄTNING OCH ANALYSER

Provtagning har gjorts under perioden augusti 2000 – april 2001 på ingående och utgående vatten till magasinet samt vid enstaka tillfällen på ytvattnet i bassängen och på sedimentet. Dessa prov har sedan analyserats med avseende på vissa föroreningar och halterna har utvärderats för att få reda på anläggningens effektivitet.

Provtagningen har utförts flödesproportionellt på inkommande vatten till magasinet. På utgående vatten har provtagningen styrts av när vattnet har pumpats ut från magasinet. Var tionde minut under pågående utpumpning har ett prov på 300 mm tagits. Prover på både inkommande och utgående flöden har tagits som samlingsprover. Konsultföretaget DHI har gjort mätningarna som ligger till grund för den styrda provtagningen. I bilaga D finns DHI:s rapport med en närmare beskrivning av flödesmätningar och provtagningar.

Följande parametrar analyserades på inkommande och utgående vatten: Vid varje tillfälle: kadmium, krom, koppar, bly, nickel, zink, totalkväve, totalfosfor, suspenderat material (SS) och glödningsförlust på SS (GF). Vid några tillfällen: olja (opolära alifatiska kolväten), konduktivitet, pH, partikelstorlek, fosfatfosfor, kemisk syreförbrukning och ett samlingsprov med PAH (Polyaromatiska kolväten).

Analys av olja (opolära alifatiska kolväten) har även gjorts på ytvattnet från båda sidor av oljeskärmen vid några tillfällen. Provtagning på sedimentet har gjorts vid 2 tillfällen.

Analysresultaten och jämförelsen mellan ingående och utgående vatten redovisas i kapitel 6 samt i bilaga F.

De flesta proverna har analyserats på Stockholm Vattens ackrediterade laboratorium. Undantag är opolära alifatiska kolväten (olja) som har analyserats på Vattenvårdslaboratoriet (VVL), partikelstorlek på Ytkemiska Institutet (YKI), PAH på Institutet för Tillämpad Miljöforskning (ITM), Stockholms Universitet och sedimentets densitet som har analyserats på Geo- och Trädgårdslab, SWECO VBB. En metodförteckning finns i bilaga G.

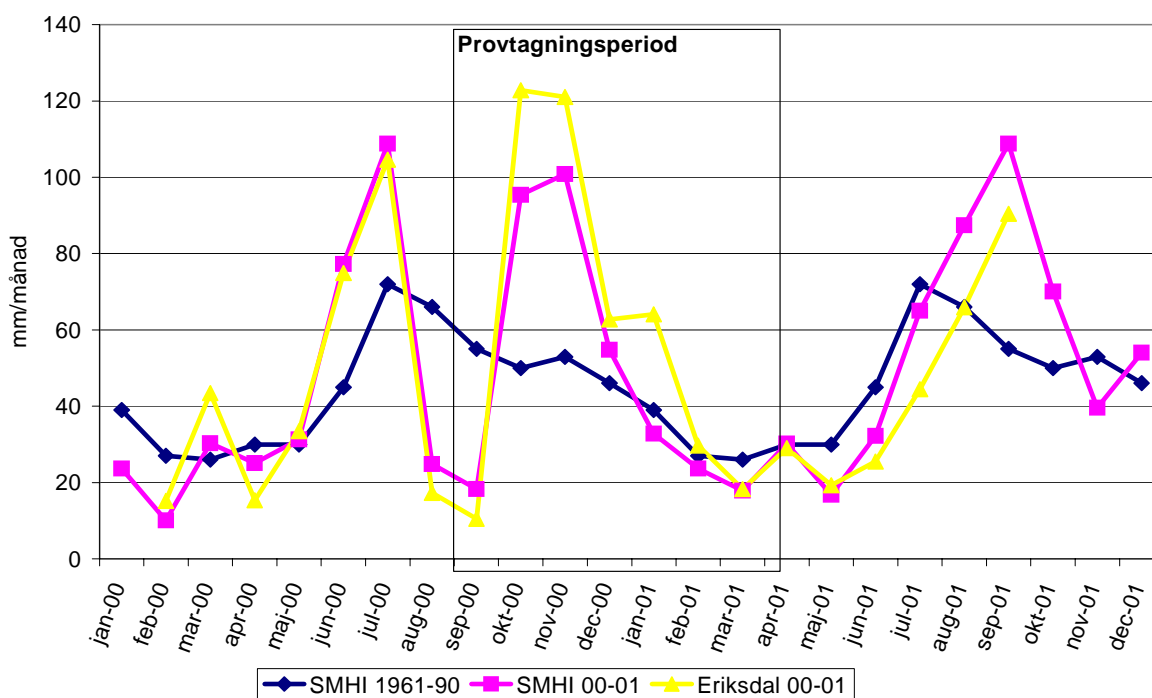
5 DAGVATTENMÄNGDER

5.1 Nederbörd

Nederbördsmängden i Stockholm var i genomsnitt 539 mm per år mätt vid Observatorielunden under perioden 1961-1990 enligt SMHI:s statistik (5). Åren 2000 och 2001 mätte SMHI nederbördsmängderna vid Observatorielunden till 601 mm respektive 579 mm. Båda åren var alltså nederbördsrikare än normalt.

Värden från nederbördsmätaren Eriksdal har använts i undersökningen. Eftersom regnmätaren var placerad 200-300 m nordväst om avrinningsområdet får den anses vara representativ för området.

I figur 5.1 visas månadsnederbörden i Eriksdal och Observatorielunden (SMHI) för åren 2000 – 2001 jämfört med medelnederbörden per månad vid Observatorielunden för perioden 1961-1990 (5). Man kan se att nederbördsmängderna avviker mycket från de normala under juni – november 2000 samt även september 2001, men man ser även att Eriksdal och SMHI i stort sett följer varandra under åren 2000 – 2001.

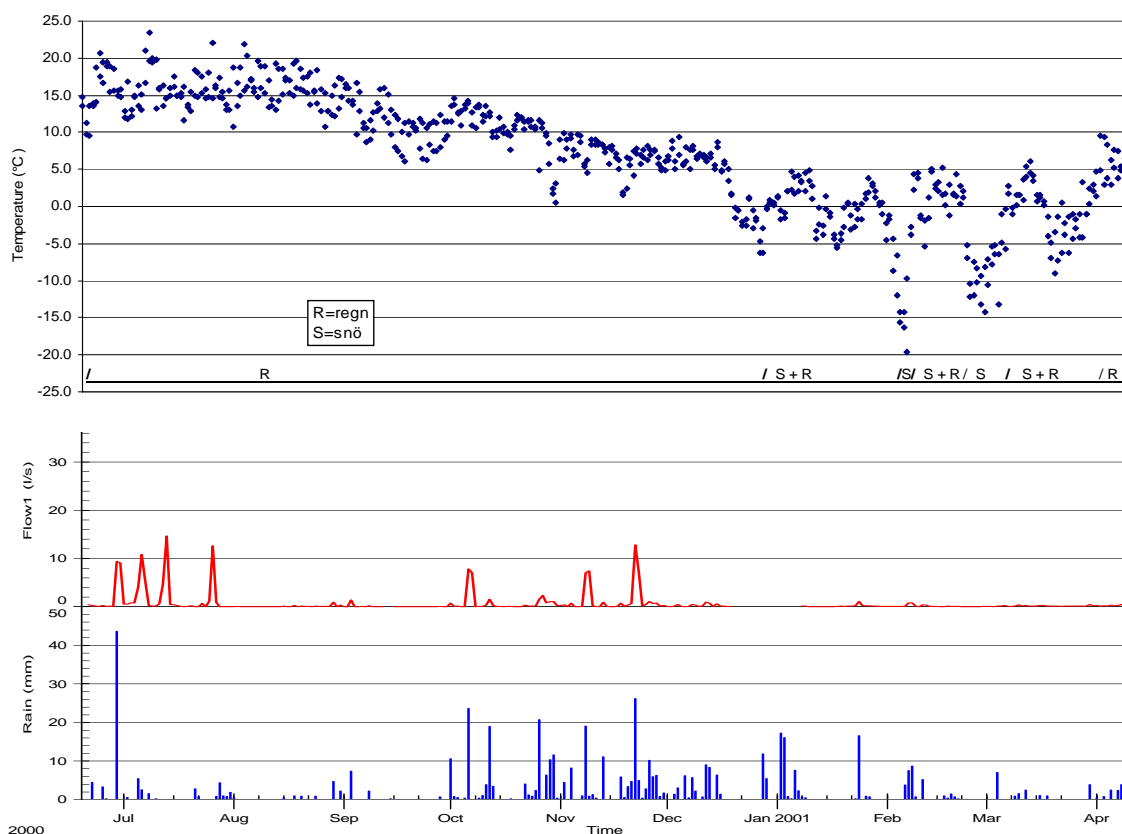


Figur 5.1 Månadsnederbörd i Eriksdal och Observatorielunden ("SMHI 00-01") för åren 2000-2001 samt medelnederbörden per månad vid Observatorielunden ("SMHI 1961-90") för perioden 1961-1990.

I figur 5.1 är provtagningsperioden 31/8 2000 – 10/4 2001 inramad. Under provtagningsperioden uppmättes 441 mm i Eriksdal. Under samma period registrerades 361 mm nederbörd vid Observatorielunden (SMHI), vilket är 80 mm mindre än i Eriksdal. Speciellt under oktober och november 2000 och januari 2001 var nederbörden större i Eriksdal där det under dessa

månader föll 27 mm, 20 mm respektive 31 mm mer. Skillnaderna i nederbördsmängden dessa månader är svårförklarlig. Avståndet mellan mätarna är ca 4 km vilket kan vara en förklaring till skillnaden. Dessa värden kan även jämföras med medelnederbörden för samma period i Stockholm som är 331 mm.

Den 18 december blev det minusgrader för första gången under hösten/vintern och den 26 december snöade det för första gången. Under resten av vintern växlade det mellan att snöa och regna och temperaturen varierade mellan -20° och $+7^{\circ}$. Snötäcket varierade mellan noll och 17 cm. Det bildades därför periodvis smältvatten. I figur 5.2 visas den uppmätta temperaturen samt en översikt över uppmätta flöden och nederbörd. Det är markerat under vilka perioder nederbörden varit i form av regn eller snö.



Figur 5.2 Lufttemperatur, inkommande flöde till magasinet och nederbörd

5.2 Dagvattenvolym

Vid mätning av inkommande flöde till avsättningsmagasinet har inte hastighetsgivaren fungerat och flödet har istället beräknats med hjälp av Mannings tal (se bilaga D sid. 8). Flödesproportionell provtagning har på så sätt kunnat genomföras (dock inte vid dämning av ledningen). De beräknade flödena kan däremot inte anses tillräckligt noggranna för att användas i beräkning av tillrinningsyta och totala dagvattenmängder. Istället för att använda beräknade flöden kan den uppmätta nivån i magasinet användas för att få fram volymerna. I tabell 5.1 jämförs inkommande volym från beräknade flöden och volym i magasin (från tabell B2:1 i bilaga D) med beräkning av vattenvolymen i magasinet där totala volymen är med för nästan

alla de regn som har blivit provtagna. Magasinsvolymen från tabell B2:1 är beräknad volym som tillrunnit magasinet fram till sista prov tagits på inkommande vatten, det är alltså inte alltid hela volymen.

Namn för regntillfälle vid provtagning	Volym Inkommande (m ³) (från tabell B2:1, bilaga D)	Volym Magasin (m ³) (från tabell B2:1, bilaga D)	Total volym Magasin (m ³)	Kommentar
"3/10"	70	80	75	
"9/10"	130	130	>135	Dämning & bräddning
"3/11"	25	20	20	
"5/11"	60	50	55	
"10/11"	90	80	>135	Dämning & bräddning
"15/11"	80	70	75	
"20/11"	55	45	45	Ev. lite regn samtidigt som tömning av magasin
"24/11"	120	160	>155	Dämning & bräddning
"28/11"	95	135	>105	Regn samtidigt som tömning av magasin
"5/12"	80	40	75	
"11/12"	75	55	55	
"14/12"	120	90	>90	Regn samtidigt som tömning av magasin
"19/12"	30	30	35	
"25/1"	70	nivå saknas	>75	Regn samtidigt som tömning av magasin
"9/2"	80	60	>70	Regn samtidigt som tömning av magasin
"13/2"	50	40	45	
"21/2"	5	5	10	
"7/3"	5	nivå saknas	20	
"12/3"	30	nivå saknas	15	
"28/3"	15	15	20	
"2/4"	40	30	>25	Regn samtidigt som tömning av magasin
"6/4"	25	15	15	
"10/4"	30	30	30	

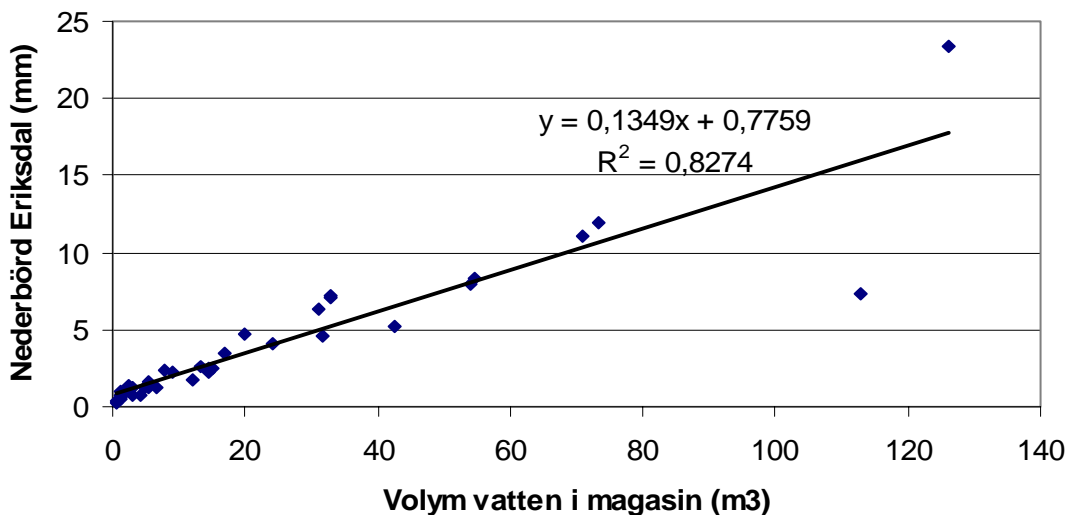
Tabell 5.1 Jämförelse dagvattenvolymer uträknat från inkommande flöde och volym i magasinet.

Vid de tillfällena magasinet har bräddat eller då det har regnat samtidigt som magasinet har tömts måste dagvattenmängderna beräknas med hjälp av nederbörds mängd och antagen tillrinningsyta. Även dagvattenmängderna för övriga regn som inte blivit provtagna ska beräknas.

Som man kan se i kolumnen för kommentarer kan volymerna i tabellen inte utgöra ett tillräckligt stort underlag för att kunna göra ett regn-volym-diagram för beräkning av tillrinningsyta, eftersom det vid många av tillfällena har bräddat eller regnat vid tömning. Istället har de regn som går att räkna på under provtagningsperioden, även de som inte blivit provtagna, valts ut för att göra ett sådant diagram.

I bilaga E har gjorts en sammanställning av samtliga regntillfällena under provtagningsperioden. I den sammanställningen har de regn som inte kan vara med i beräkning av avrinningsytan markerats med asterisk. Det kan t ex vara när magasinet tömmer samtidigt som det reg-

nar, när dämning och bräddning sker, då det är svårt att avgöra gräns mellan täta regn och vilken volym de skapar i magasinet, vid tillkommande smältvatten mm. Dessa regn är dock med vid den totala beräkningen av dagvattenmängder. I figur 5.3 nedan är nederbörd som funktion av volym i magasin uppritad med trendlinje. Formeln ger vätningsförlusten 0,8 mm och arean 7400 m² (1000/0,1349). Sambandet mellan nederbörd och volym vatten i magasinet är god med en korrelationskoefficient (R) på 0,91.



Figur 5.3 Samband nederbörd och volym vatten i magasinet

Volym dagvatten för varje regn (antingen beräknad direkt från magasinsnivån eller beräknad utifrån storlek på regnet insatt i volym/nederbördsformeln för de regn då magasinsnivån inte har stämt, t ex vid bräddning mm, se ovan) finns i bilaga E. Den sammanlagda dagvattenvolymen för provtagningsperioden blir om man summerar alla delvolymen 2860 m³. Detta stämmer väl överens med den överslagsmässigt beräknade dagvattenvolymen från den sammanlagda nederbörden (441 mm) över arean 7400 m² och med hänsyn till vätningsförlust för de 60-70 regn (större än 0,8 mm) som föll under mätperioden, vilken blir ca 2880 m³.

Bräddning enligt nivåmätningen har skett vid tre tillfällen under provtagningsperioden. Den beräknade bräddade mängden (ung. 200 m³) motsvarar 6-7 % av hela dagvattenvolymen.

Från registreringen av vattennivån i magasinet så kan man även utläsa hur lång avsättningstiden har varit vid varje regntillfälle (bilaga E). Det har visat sig att denna tid har varierat allt från 1 timma till 56 timmar under provtagningsperioden, alltså både mycket längre och kortare tid än den avsedda tiden på 36 timmar.

6 ANALYSRESULTAT OCH RENINGSEFFEKT

6.1 Föroreningar i dagvattnet

I dagvattenstrategin för Stockholms stad (3) och i ett förarbete till dagvattenstrategin (6) delas dagvattnet in i tre klasser: ”låga”, ”måttliga” och ”höga” föroreningshalter. I tabeller och diagram i detta kapitel har gränserna för dessa klasser lagts in som jämförelse.

6.1.1 Suspenderat material

Innehållet av suspenderat material (SS) är ett mått på mängden partiklar i vattnet. I det orenade dagvattnet före avsättning i magasinet varierade halten suspenderat material mycket under provtagningsperioden. I tabell 6.1 anges max-, min-, medel- och medianvärden på halten suspenderat material i dagvattnet före och efter sedimentation samt reningseffekten. Gränserna för höga och låga koncentrationer, och däremellan måttliga, som de är definierade i dagvattenstrategin för Stockholms stad är även inlagda i tabellen. Halterna på inkommande vatten var höga medan utgående vatten efter avsättning hade måttliga värden. För mer detaljerade analysvärden se bilaga F:1-F:2.

		SS (mg/l)
Låga koncentrationer		<50
Höga koncentrationer		>175
Inlopp till Magasin	Medelvärde	1127
	Median	710
	Max	4700
	Min	79
Utlopp från Magasin	Medelvärde	120
	Median	76
	Max	380
	Min	18
Reduktion (%)	Medelvärde	83
	Median	84
	Max	99
	Min	66

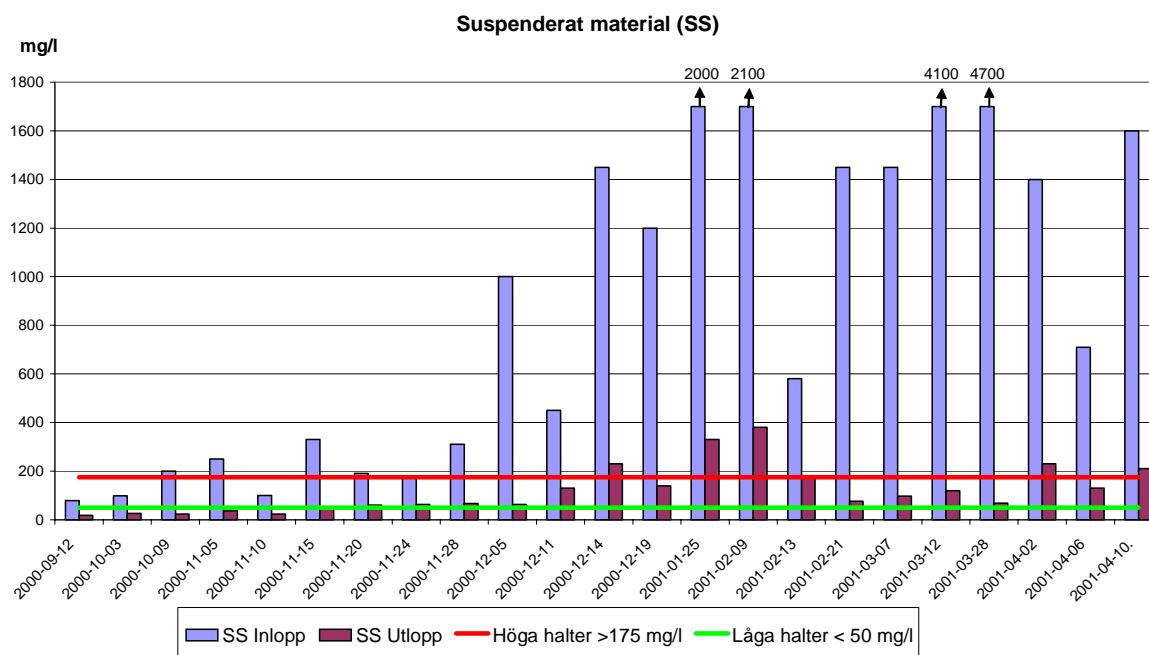
Tabellen är baserad på 23 st. prov

Tabell 6.1 Suspenderat material (SS), halter och reduktion

I figur 6.1 syns variationen av halten suspenderat material för hela provtagningsperioden på både inkommande och utgående vatten från magasinet. Även i diagrammet är gränserna för höga och låga halter inlagda. Man ser att fr.o.m. december och speciellt fr.o.m. januari var halterna på inkommande vatten väldigt höga med maxvärdet i slutet av mars. Jämfört med andra undersökningar (4,7,8) är det mycket höga värden (Norra Länken (4) max 840 mg/l och Blommensberg (7) max 1295 mg/l). Man kan observera att halterna ökar kraftigt redan i början på december. Saltning och snösmältning som inträffade 2-3 veckor senare kan alltså inte ha påverkat föroreningshalten vid det tillfället.

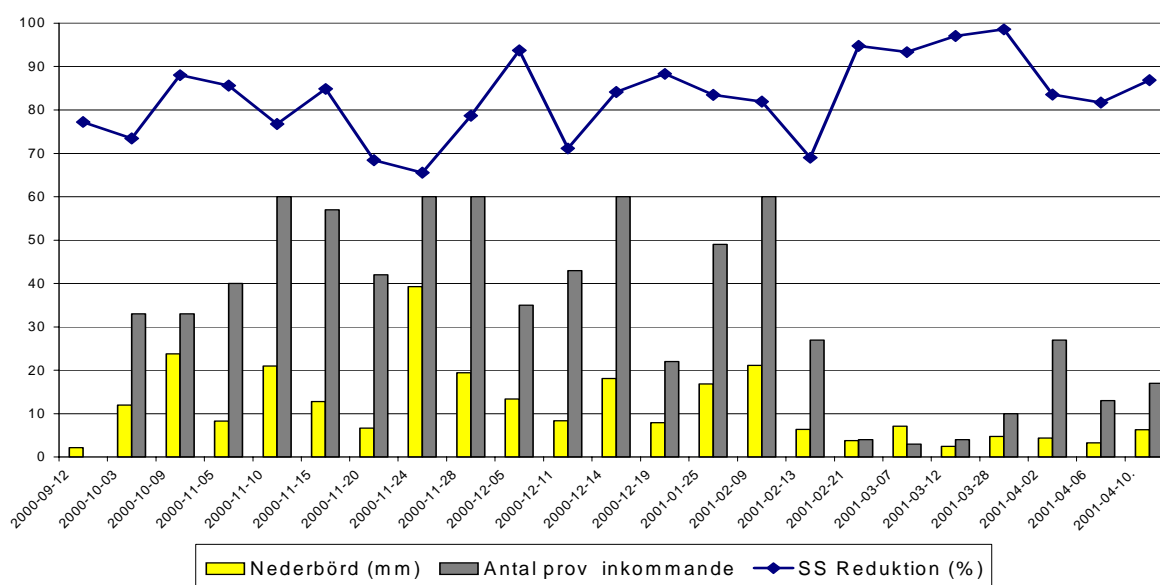
En bidragande orsak till att halterna av suspenderat material är så höga kan vara att det finns räcken med stänkskydd på Johanneshovsbron vilket innebär att föroreningar, finare partiklar, sand etc. inte blåser av så lätt från vägytan utan följer med dagvattnet till rännstensbrunnarna. På Essingeleden vid Blommensberg fanns under provtagningsperioden endast ordinära bro-räcken och vägytan var relativt oskyddad för vindens påverkan. För Norra Länkens del kan de lägre halterna förklaras av att få prover togs under vintern då dagvattnet har höga förore-

ningshalter. 20 % av proverna togs mellan november – april för Norra Länken medan motsvarande siffra är ca 80 % för både Ryska Smällen och Blommensberg.



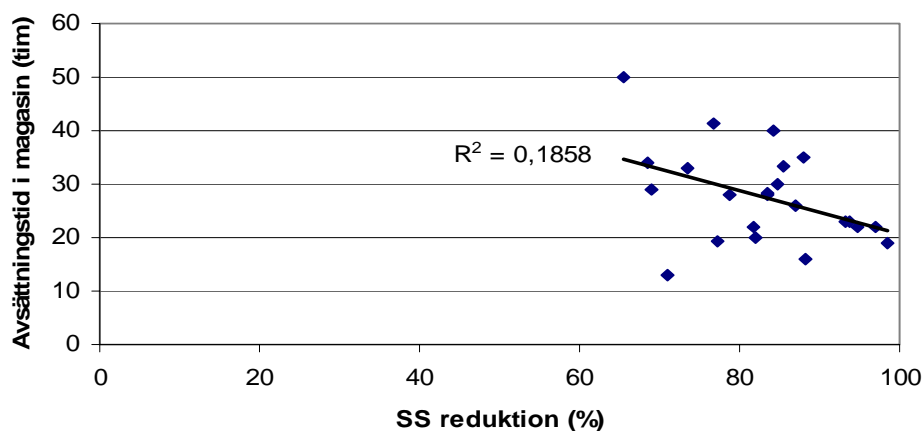
Figur 6.1 Suspenderat material (SS), halter vid varje provtagningstillfälle jämfört med gränserna för höga och låga halter enligt dagvattenstrategin.

Reningseffekten för det suspenderade materialet i avsättningsmagasinet var under provtagningsperioden 84 % (medianvärdet). I tabell 6.1 och i figur 6.2 kan man se att reduktionen varierar mellan 66 och 99 %. För att eventuellt få en förklaring till varför reningseffekten varierar har nederbörden vid provtagningstillfället samt antal prov på inkommande vatten även lagts in i diagrammet. Under perioden 21/2-01 till 28/3-01 var reduktionen ovanligt hög, 93 - 99 %. På samma gång var nederbörden liten och antal prov på inkommande vatten var lågt. Det finns därför en osäkerhet i de beräknade höga reningsresultaten.



Figur 6.2 Reduktion av suspenderat material (SS) jämfört med nederbörd och antal prov på inkommande flöde.

Ytterligare en förklaring till variationen i reningseffekt skulle kunna vara att sedimenteringstiden varierar mellan de olika regntillfällena. Korrelationen mellan avsättningstid och reduktion har undersökts men inget samband verkar finnas. Se figur 6.3.

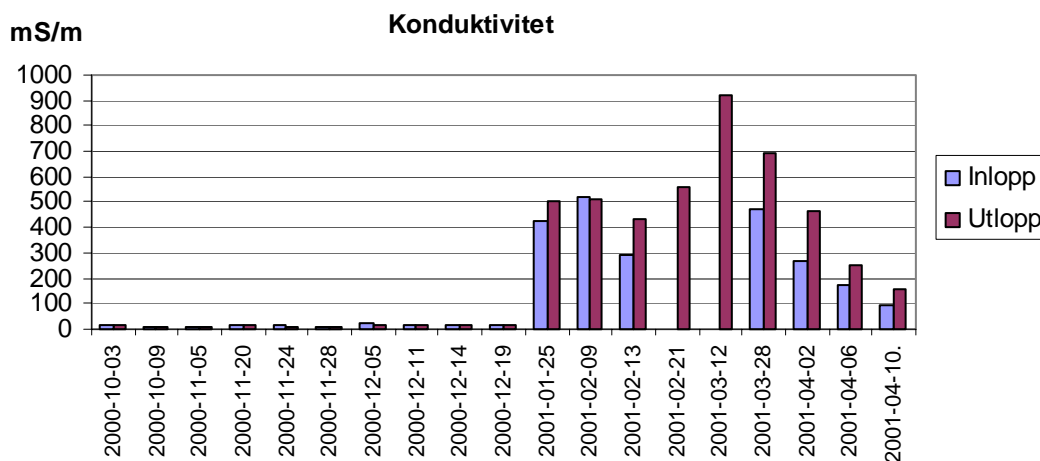


Figur 6.3 Samband mellan reduktion av suspenderat material och avsättningstid i magasinet.

Det suspenderade materialets glödgningsförlust (GF) som är organiskt material, stod för i genomsnitt 21 % av inkommande suspenderat material. I utgående vatten har glödgningsförlustens andel av det suspenderade materialet ökat till 24 %. Detta verkar rimligt eftersom det innebär att den oorganiska (och tyngre) delen av det suspenderade materialet har minskat i utgående vatten i förhållande till inkommande, dvs. en högre andel av det oorganiska materialet än det organiska har sedimenterat.

6.1.2 Konduktivitet och pH

Konduktiviteten är ett mått på vattnets ledningsförmåga som är beroende av vattnets innehåll av lösta ämnen. Vägsalt som används vid halkbekämpning ökar vägdagvattnets konduktivitet. Den 22/12 2000 saltades Johanneshovsbron för första gången under säsongen 2000/2001. Detta återspeglas tydligt i figur 6.4 där man ser att konduktiviteten ökade 20-30 gånger mellan 19/12 till 25/1. Saltning av Johanneshovsbron pågick sedan vid minusgrader ända till 14 april 2001.



Figur 6.4 Konduktivitet, halter vid varje provtagningsstillfälle

Analys av pH gjordes vid 6 olika tillfällen, se tabell 6.2. pH på ingående vatten har varierat mellan 5,5 och 8,7 medan utgående vatten har varierat mellan 7,0 och 8,1.

Datum	2000-10-03	2001-01-25	2001-02-08	2001-04-02	2001-04-06	2001-04-10
pH inlopp	5,5	8,4	8,7	8,1	7,3	8,0
pH utlopp	7,0	8,1	8,1	7,5	7,6	7,9

Tabell 6.2 pH på inkommande respektive utgående vatten från magasinet

6.1.3 Metallanalyser

Sex stycken olika metaller har analyserats; zink, koppar, bly, krom, kadmium och nickel. I tabell 6.3 anges metallhalterna i dagvattnet före och efter sedimentation samt reningseffekten. Gränserna för höga, måttliga (mellan höga och låga) och låga koncentrationer, enligt dagvattenstrategin för Stockholms stad, är även inlagda i tabellen.

		Pb µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Cr µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
Låga koncentrationer		<3	<0,3	<9	<15	<45	<60
Höga koncentrationer		>15	>1,5	>45	>75	>225	>300
Inlopp till Magasin	Medelvärde	86	1,1	254	92	40	1438
	Median	72	0,6	155	71	28	970
	Max	320	5,0	890	380	180	5500
	Min	20	0,2	54	13	5	370
Utlopp från Magasin	Medelvärde	14	0,3	60	17	9	336
	Median	14	0,3	50	14	9	295
	Max	30	1,0	160	36	28	570
	Min	1	0,1	12	5	2	160
Reduktion (%)	Medelvärde	74	57	67	70	64	65
	Median	76	60	72	69	67	69
	Max	99,8	92	96	98	94	97
	Min	50	0	18	37	0	30

Tabellen är baserad på 24 st. prov

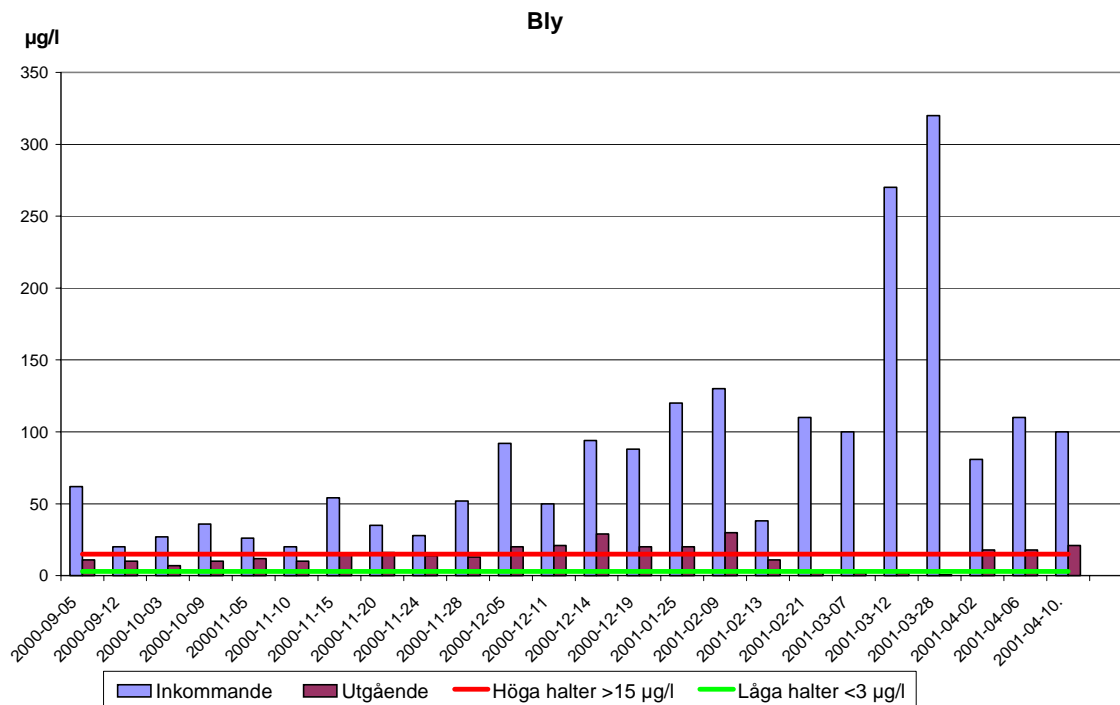
Tabell 6.3 Metaller, halter och reduktion

Det inkommande dagvattnet till magasinet hade höga halter av bly, koppar och zink och i utgående vatten var halterna måttliga för bly, fortfarande höga för koppar och höga till måttliga för zink. Kromvärdena var höga till måttliga på inkommande vatten och måttliga till låga på utgående. För kadmium var halterna på inkommande och utgående vatten måttliga. För nickel slutligen hade både inkommande och utgående vatten låga halter enligt beskrivning i dagvattenstrategin.

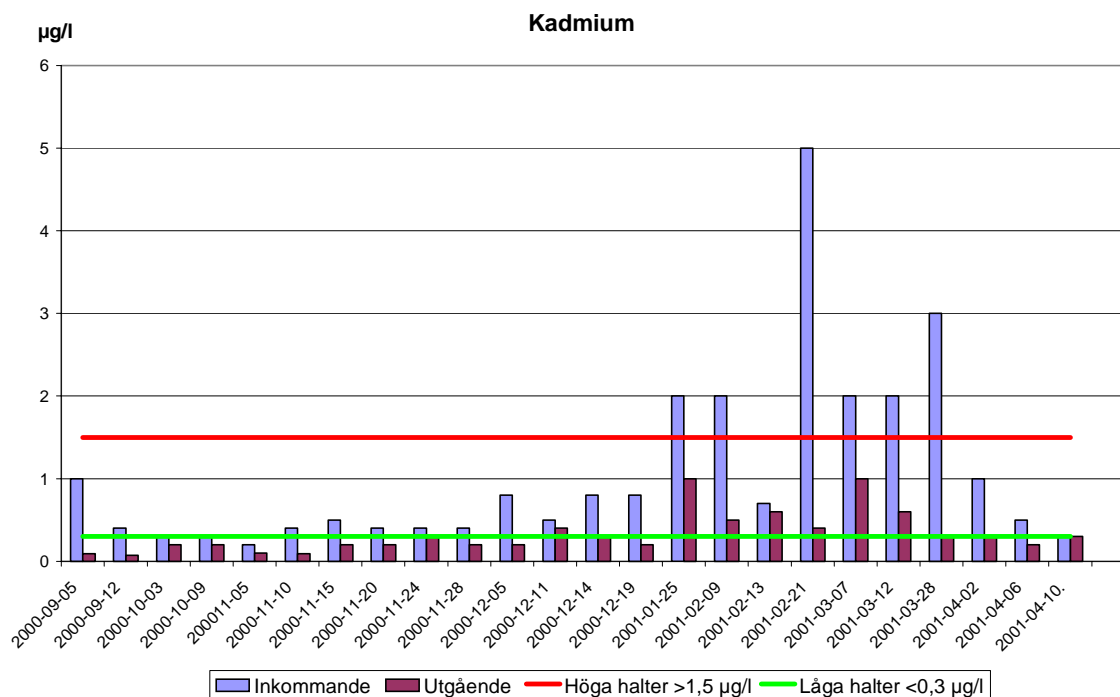
Reningseffekten i avsättningsmagasinet för metallerna var 60-76 % (medianvärden).

I de följande diagrammen (figur 6.5-6.10) ser man hur halterna har varierat under provtagningsperioden, se även bilaga F:1-F:2. I jämförelse med de analyser som gjorts på trafikdagvatten i Blommensberg (7) och Norra Länken (4) är halterna i ingående dagvatten till Ryska Smällen högre för samtliga metaller. Även metallhalterna, liksom halt suspenderat material, varierar efter årstid med störst koncentrationer under vintern - våren. Det finns ett tydligt

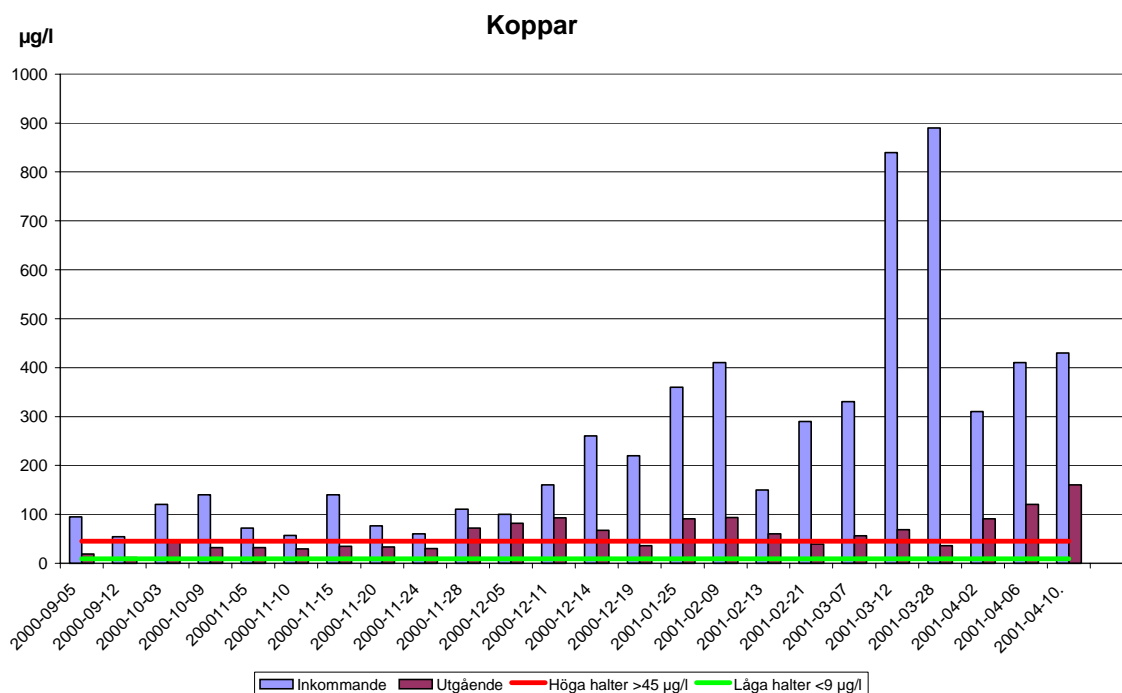
samband mellan metallhalterna och halt suspenderat material i det inkommande vattnet. För suspenderat material kan man notera att de höga uppmätta halterna på inkommande vatten under några provtagningar på våren sammanföll med att nederbörden var liten och antal prov på inkommande vatten var lågt. Detta gäller även för de höga metallhalterna vid samma tillfällen.



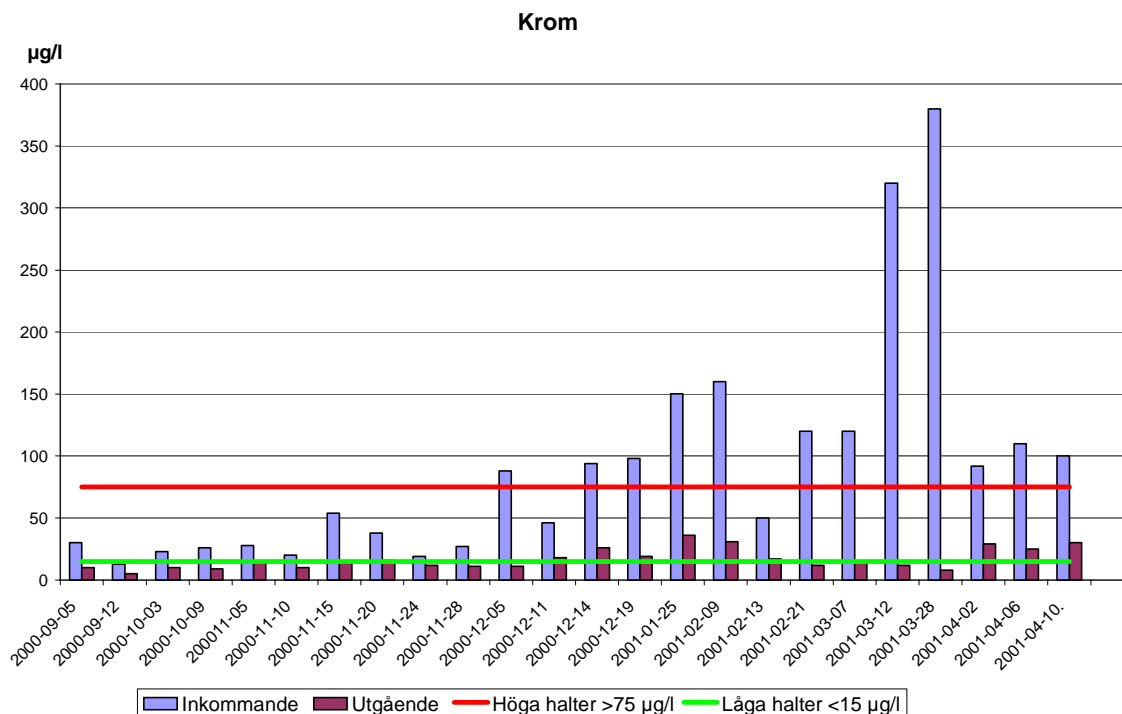
Figur 6.5 Bly (Pb), halter vid varje provtagningstillfälle jämfört med gränserna för höga och låga halter enligt dagvattenstrategin.



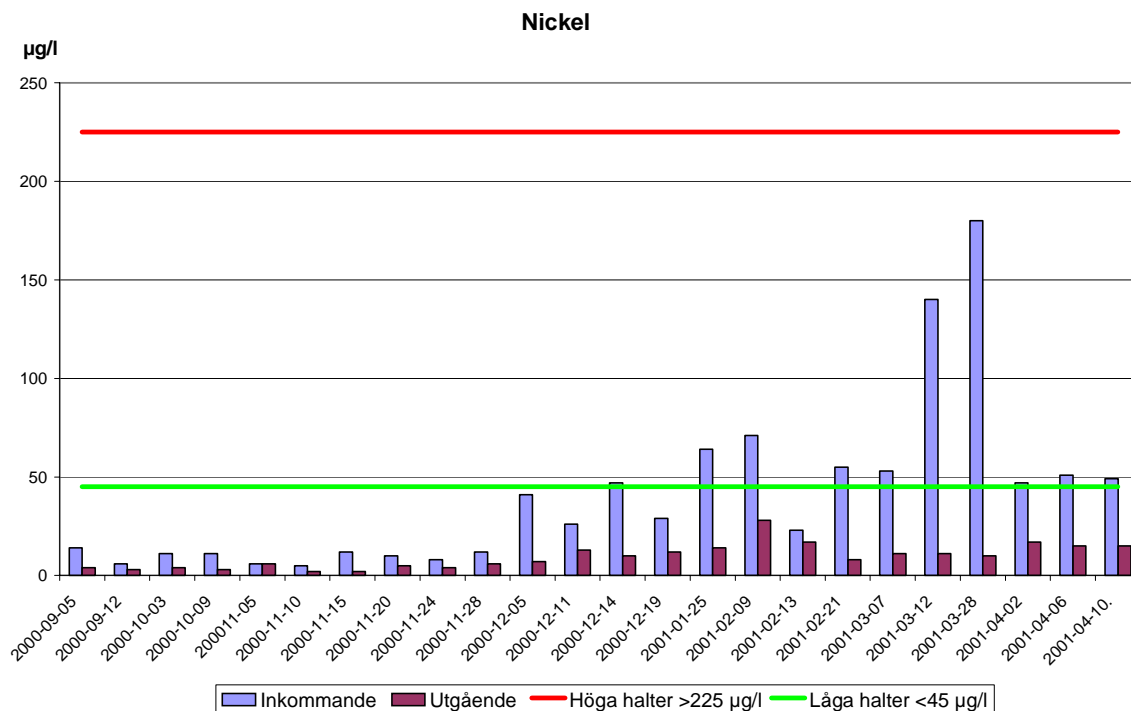
Figur 6.6 Kadmium (Cd), halter vid varje provtagningstillfälle jämfört med gränserna för höga och låga halter enligt dagvattenstrategin.



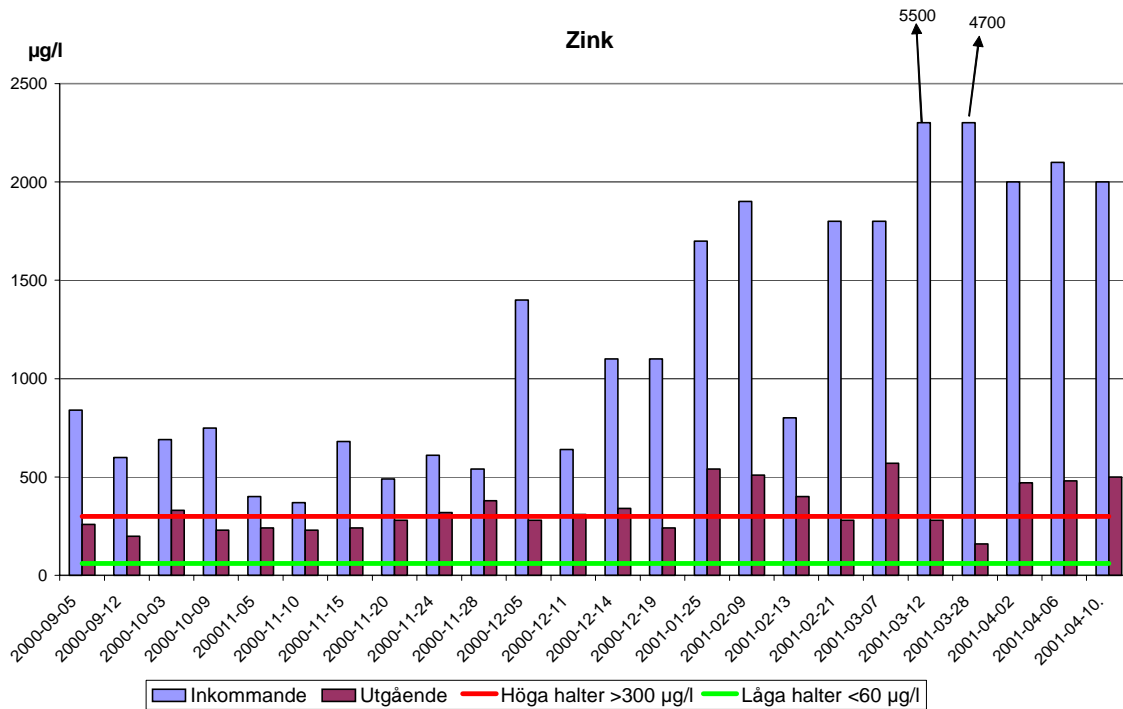
Figur 6.7 Koppar (Cu), halter vid varje provtagningstillfälle jämfört med gränserna för höga och låga halter enligt dagvattenstrategin.



Figur 6.8 Krom (Cr), halter vid varje provtagningstillfälle jämfört med gränserna för höga och låga halter enligt dagvattenstrategin.



Figur 6.9 Nickel (Ni), halter vid varje provtagningstillfälle jämfört med gränserna för höga och låga halter enligt dagvattenstrategin.



Figur 6.10 Zink (Zn), halter vid varje provtagningstillfälle jämfört med gränserna för höga och låga halter enligt dagvattenstrategin.

6.1.4 Kväve och fosfor

I tabell 6.4 anges totalkväve- och totalfosforhalterna i dagvattnet före och efter sedimentation och gränserna för höga, måttliga (mellan höga och låga) och låga koncentrationer som de är definierade i dagvattenstrategin för Stockholms stad, samt reningseffekten.

För totalkväve var halterna enligt dagvattenstrategin måttliga både på inkommande och utgående vatten. Reduktionen var i medeltal endast 15 % (median 13 %). Vid enstaka tillfällen ökade halten på utgående vatten jämfört med inkommande.

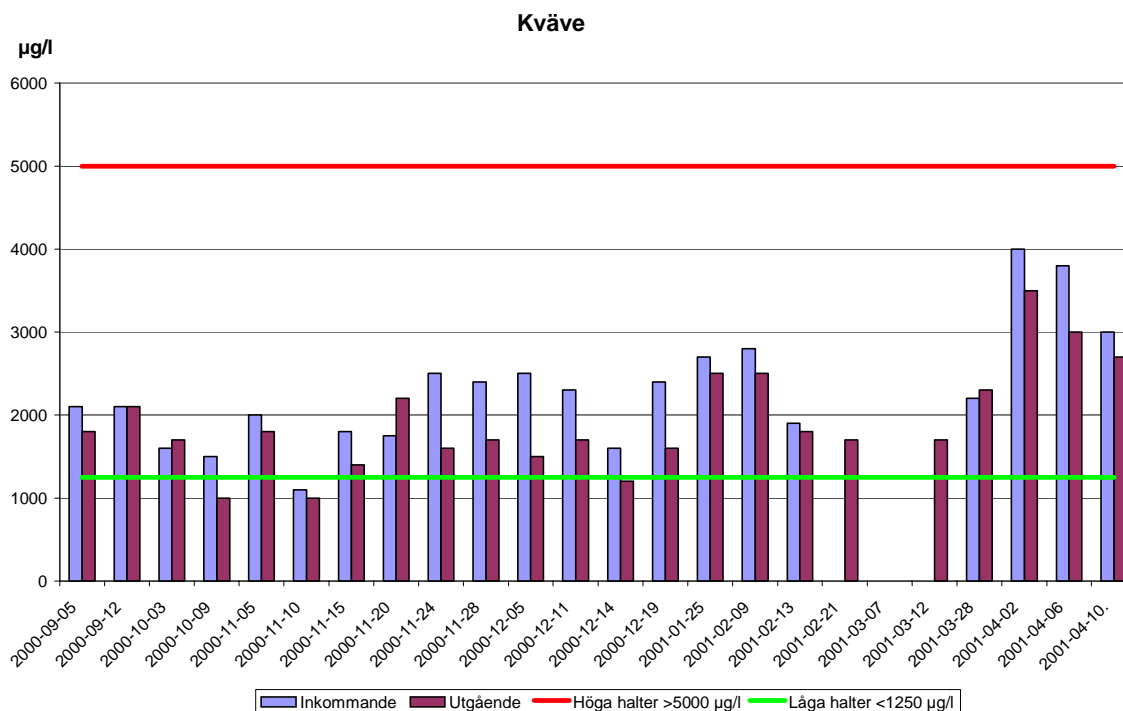
Totalfosfor reducerades med i medeltal 65 % (median 70 %). Halterna var höga i det inkommande vattnet och reducerades till måttliga.

		Tot-N µg/l	Tot-P µg/l
Låga koncentrationer		<1250	<100
Höga koncentrationer		>5000	>200
Inlopp till Magasin	Medelvärde	2288	697
	Median	2200	440
	Max	4000	3200
	Min	1100	150
Utlopp från Magasin	Medelvärde	1913	158
	Median	1700	140
	Max	3500	460
	Min	1000	77
Reduktion (%)	Medelvärde	15	65
	Median	13	70
	Max	40	95
	Min	-26	26

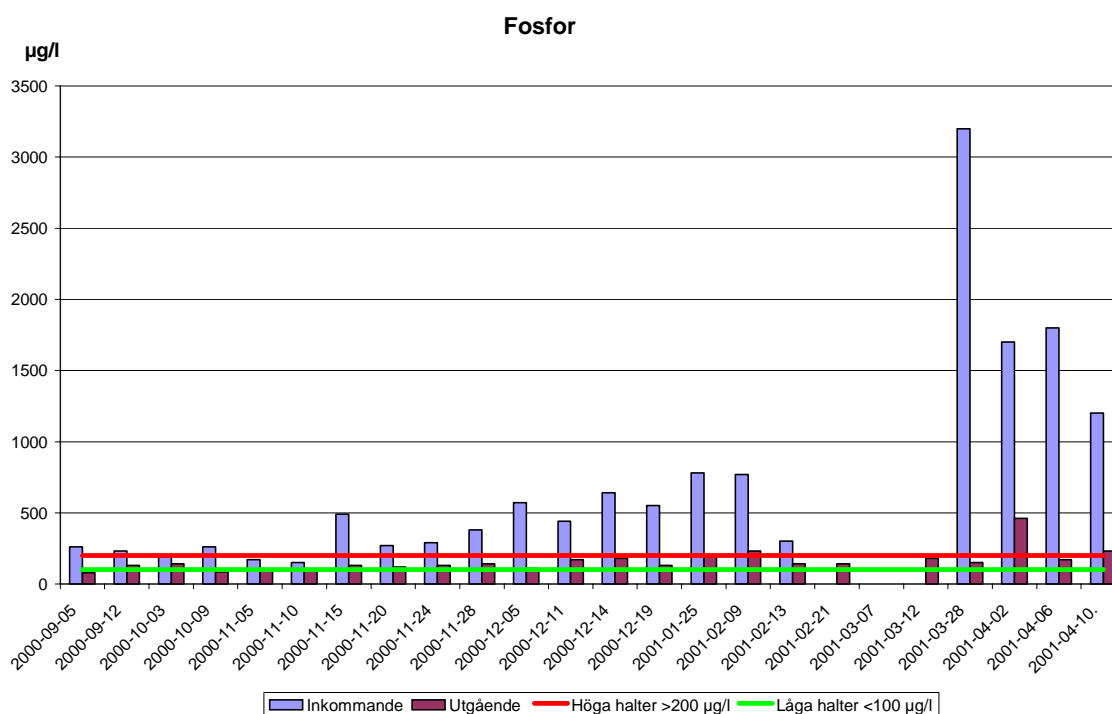
Tabellen är baserad på 21-23 st. prov

Tabell 6.4 Kväve- och fosforhalter samt reduktion

I figur 6.11 och 6.12 ser man kväve- och fosforkoncentrationernas variation över provtagningsperioden, se även bilaga F:1-F:2. För både kväve och fosfor infaller perioden med största koncentrationerna i slutet av provtagningsperioden, i april för kväve och slutet av mars – april för fosfor. För kväve är dock variationen inte lika tydlig som för övriga analyserade ämnen.



Figur 6.11 Totalkväve (Tot-N), halter vid varje provtagningsstillfälle jämfört med gränserna för höga och låga halter enligt dagvattenstrategin.



Figur 6.12 Totalfosfor (Tot-P), halter vid varje provtagningsstillfälle jämfört med gränserna för höga och låga halter enligt dagvattenstrategin.

6.1.5 Olja (opolära alifatiska kolväten)

Inkommande och utgående vatten har analyserats med avseende på olja (opolära alifatiska kolväten) vid fem tillfällen på hösten 2000 och vid 4 tillfällen på vintern/våren 2001. Se bilaga F:1-F:2. I tabell 6.5 anges halterna i dagvattnet före och efter sedimentation samt reningseffekten. Gränserna för höga, måttliga (mellan höga och låga) och låga koncentrationer, enligt dagvattenstrategin för Stockholms stad, är även inlagda i tabellen.

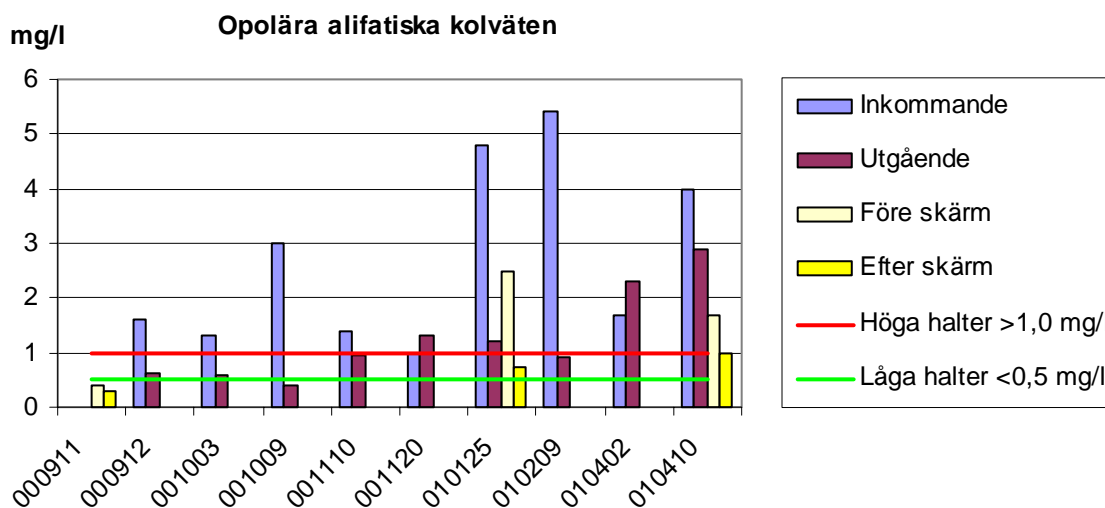
Medel- och medianvärdena för reduktionen är 39 % respektive 55 %. Den stora skillnaden beror på att det är få prover. I figur 6.13 ser man att halterna var högre på vintern/våren än på hösten och värdena har reducerats från höga halter till måttliga - höga halter enligt dagvattenstrategin.

		Olja (mg/l)
Låga koncentrationer		<0,5
Höga koncentrationer		>1,0
Inlopp till Magasin	Medelvärde	2,7
	Median	1,7
	Max	5,4
	Min	1,0
Utlopp från Magasin	Medelvärde	1,2
	Median	1,0
	Max	2,9
	Min	0,4
Reduktion (%)	Medelvärde	39
	Median	55
	Max	87
	Min	-35

Tabellen är baserad på 9 st. prov

Tabell 6.5 Opolära alifatiska kolväten (olja), halter och reduktion

Analys av olja i magasinets ytvatten har även gjorts från båda sidor av oljeskärmen vid tre tillfällen. Se tabellen i bilaga F:3 samt även i figur 6.13. En slutsats av dessa resultat är svår att dra. Man kan dock se att halten olja i ytvattnet var lägre än i inkommande vatten vid samma provtagningstillfällen. En annan iakttagelse man kan göra är att halterna i ytvattnet i magasinet är lägre efter skärmen. Någon lukt av olja noterades aldrig.



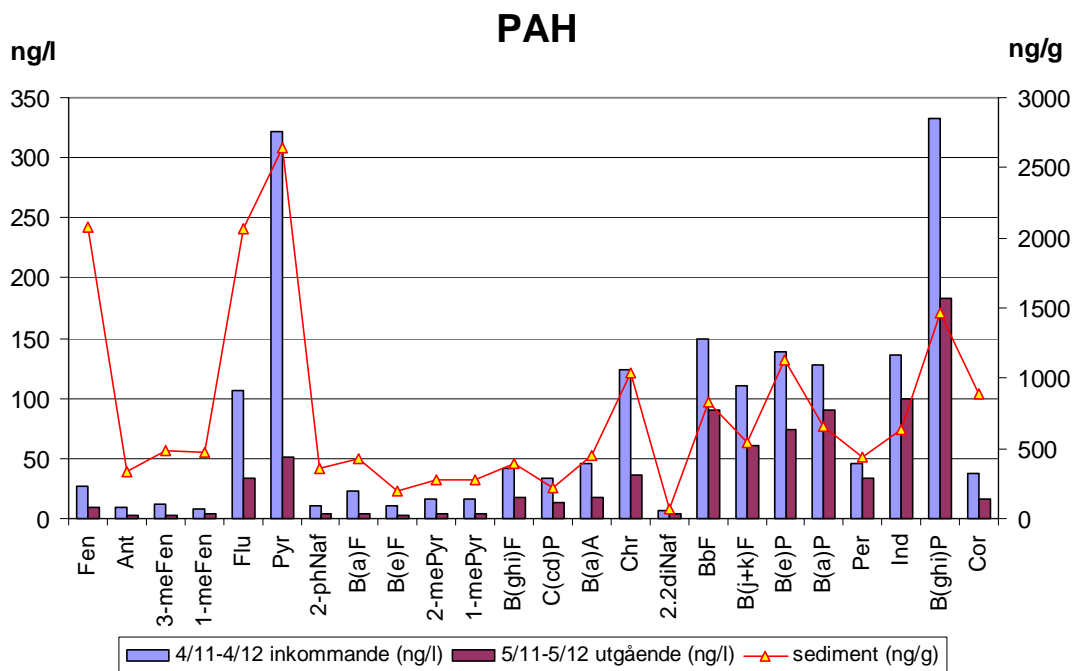
Figur 6.13 Opolära alifatiska kolväten (olja), halter på inkommande och utgående vatten vid 9 tillfällen och på ytvattnet före och efter oljeskärmen vid 3 tillfällen.

6.1.6 PAH

Ett samlingsprov på inkommande respektive utgående vatten från magasinet togs under perioden 4 november till 5 december 2000. 24 olika PAH-föreningar analyserades. Totalhalten i inloppsprovet var 1892 ng/l och i utloppsprovet 861 ng/l. Reningseffekten (reduktionen) i anläggningen var ca 55 %. Enligt dagvattenstrategins indelning av dagvatten hade inloppsvattnet måttliga halter och utloppsvattnet efter sedimentering hade låga halter. I jämförelse med andra undersökningar av trafikdagvatten (se 8) där 15 av PAH-föreningarna är summerade, är halten PAH i inkommande vatten till Ryska Smällen ofta lägre än i flera av undersökningarna av stora trafikleder. En förklaring till detta kan vara att samlingsprovet är taget under en höstmånad och de högre värdena brukar uppkomma på vintern och speciellt vid snösmältning enligt (4).

PAH har också analyserats i ett sedimentprov taget från botten av avsättningsmagasinet den 16 maj 2001. I figur 6.14 jämförs PAH-analyserna från inkommande och utgående vatten med sedimentprovet. Man ser att kurvorna följer varandra. De PAH-föreningar som finns i höga halter i vattendelen är också i hög koncentration i sedimentet.

För analysvärden, se bilaga F:4.



Figur 6.14 PAH-halter från samlingsprov på inkommande resp. utgående vatten samt från ett sedimentprov.

6.1.7 Övriga analyser

Partikelstorlek

Vid 5 tillfällen har partikelstorleken bestämts både på inkommande och utgående vatten från avsättningsmagasinet. Vid ett tillfälle har botten sedimentet analyserats. Medeldiametern på de inkommande partiklarna vid respektive provtagningstillfälle har varierat mellan 17 och 50 μm och på de utgående partiklarna mellan 7 och 19 μm . Från sedimentprovet togs 6 delprov som vart och ett analyserades. För dessa varierade medeldiametern mellan 100 och 217 μm (dvs. ungefär 0,1-0,2 mm). De 10 (volym-%) största partiklarna i sedimentprovet var ungefär 0,3 – 0,6 mm. Maximalt uppmätt storlek av partiklar både i inkommande vatten och i sedimentet var 2,2 mm. I utgående vatten var maximal partikelstorlek 0,4 mm. Detta visar att det är de stora partiklarna som sedimenterar.

Mediandiametern har genomgående varit lägre än medeldiametern för samtliga prov, både i dagvattnet och i sedimentet.

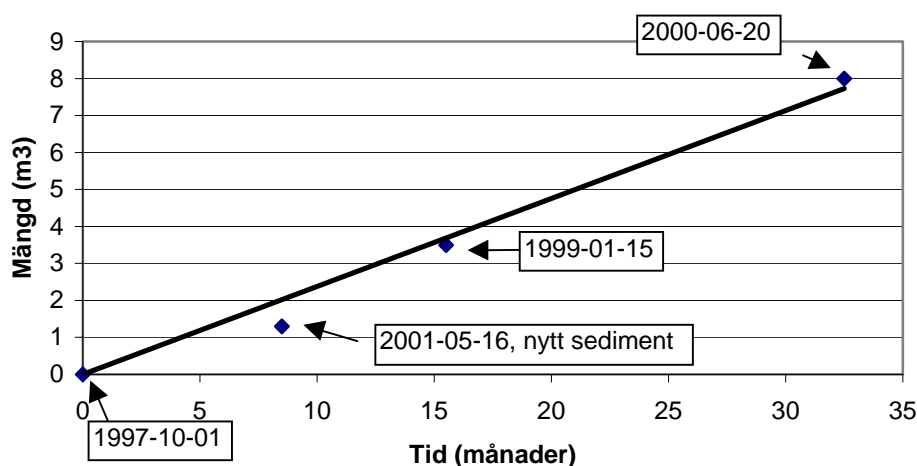
I bilaga F:5 finns metodbeskrivning, analysvärden samt exempel på diagram över partikelstorleksfördelning.

Fosfatfosfor och kemisk syreförbrukning

I tabellbilagan (bilaga F:1-F:2) redovisas fosfatfosforhalten ($\text{PO}_4\text{-P}$) som analyserades vid 6 tillfällen och kemisk syreförbrukning (COD_{cr}) vid 7 tillfällen.

6.2 Sedimentuppsygnad och föroreningar i sediment

Den 20 juni 2000 uppskattades sedimentmängden i magasinet och i slutet av augusti, strax innan provtagningsperioden började, tömdes magasinet på det sediment som hade samlats under tiden från det att anläggningen togs i drift i oktober 1997. Ett sedimentlager på ca 8 m³ hade byggts upp. Även en bit av ledningen (ca 100 m) närmast uppströms avsättningsmagasinet spolades 2 månader innan provtagningsperioden började. Sedimentmängden i magasinet uppskattades dessutom i januari 1999. Under provtagningsperioden byggdes ett nytt sedimentlager upp och i maj 2001, efter provtagningsperioden, var mängden ca 1,3 m³. Med hjälp av dessa data kan sedimentuppsygnadens förlopp ritas upp i ett diagram (figur 6.15). Diagrammet visar att ett slamlager byggs upp med en hastighet av ca 3 m³ per år.



Figur 6.15 Sedimentuppsygnadens förlopp

Sedimentmängden vid de olika tillfällena har uppskattats genom mätning av sedimentets nivå på olika ställen i magasinet. Sedimentlagret har varit tjockare vid inloppssidan i magasinet och i avskärmningen vid inloppet har det byggts på mest; 2 dm över kanten på avskärmningen efter 2,7 års drift. Vid utloppssidan har sedimentlagret varit som mest ca 1 dm efter 2,7 års drift innan tömningen år 2000.

Analyser av föroreningar i sedimentet har gjorts två gånger under provtagningsperioden. En mätning av densiteten gjordes i oktober 2002. I tabell 6.6 nedan visas analysresultaten. Man ser att halterna är högre vid provtagningen efter vintern. Halterna har jämförts med gränsvärden för avloppsslam som får läggas ut på åkermark enligt Svensk författningssamling § 20, SFS 1998:944 (9) och med halter i avloppsslam från Henriksdals reningsverk enligt Miljörapport 2000 och 2001 (10, 11). Man ser att metallhalterna i sedimentet från avsättningsmagasinet Ryska Smällen ligger under gränsvärdena för slam på åkermark men att de ibland (zink, bly och krom) överskrider årsmedelvärdena på avloppsslam från Henriksdals reningsverk. Glödningsförlusten, alltså den organiska delen, är mycket lägre för sedimentet från avsättningsmagasinet än för reningsverksslammet och torrsustanshalten är betydligt högre. Fosfor- och kvävehalterna i sedimentet som kommer från trafikdagvattnet är, som man kunde vänta, mycket lägre än halterna i avloppsslam.

Analysnamn	Enhet	Värden, sediment från Ryska Smällen			Gränsvärden för avloppsslam från reningsverk som får läggas på åkermark (SFS 1998:944)	Årsmedelvärden, avl.slam från Henriksdals reningsverk (uppgifter från miljörapport)	
		2000-12-20	2001-05-16	2002-10-04		2000	2001
GF	%	2,8	13,7	-		56,3	56,5
Zink	mg/kg TS	170	660	-	800	580	560
Bly	mg/kg TS	15	48	-	100	46	44
Kadmium	mg/kg TS	<0,6	0,4	-	2	1,5	1,4
Nickel	mg/kg TS	9,4	22	-	50	25	25
Krom	mg/kg TS	27	52	-	100	32	29
Koppar	mg/kg TS	76	160	-	600	390	380
Kvicksilver	mg/kg TS	<0,1	<0,1	-	2,5	1,8	1,7
Kobolt	mg/kg TS	-	14	-			
Mangan	mg/kg TS	-	280	-			
Ph		-	7,0	-			
Total-fosfor	mg/kg TS	280	520	-		33 000	37 000
Total-kväve	mg/kg TS	390	1300	-		41 000	40 000
Opol. alif. kolv.	mg/kg TS	2500	17000	-			
Torrsubstans	%	80,6 / 74,3	50,1 / 50,1	69		27,4	28,1
Densitet	kg/m ³	-	-	1740			

Tabell 6.6 Föroreningshalter i sediment från Ryska Smällen jämfört med gränsvärden för slam som får läggas på åkermark och årsmedelvärden för slam från Henriksdals reningsverk.

Analys av PAH samt partikelstorlek i sediment har redovisats i kapitel 6.1.6 respektive 6.1.7.

6.3 Massbalansberäkning och representativitet

6.3.1 Massbalansberäkning

En massbalans har upprättats för några av de analyserade ämnena. Totala föroreningsmängden i inkommande vatten (räknad på hela dagvattenvolymen) har jämförts med föroreningsmängderna i utgående vatten och i sedimentet. Massbalansen har gjorts för tidsperioden 31 augusti 2000 då provtagningarna startade och fram till 16 maj 2001 då prover togs på sedimentet. Se tabell 6.7 nedan samt bilaga H. För de föroreningar som har haft en stor reduktion (60 – 76 %, medianvärden, alla i tabellen utom totalkväve) ger beräkningen av mängderna en mindre del i utgående vatten och i sedimentet än i inkommande vatten (ca 50-70 %). För kväve däremot som har haft en betydligt sämre reduktion (13 %, medianvärde) är den beräknade massan i utgående vatten och i sedimentet ungefär lika stor som i inkommande vatten. Resultatet

taten visar på osäkerheten i dessa kalkyler och den största felkällan är sannolikt beräkning av mängderna i sedimentet.

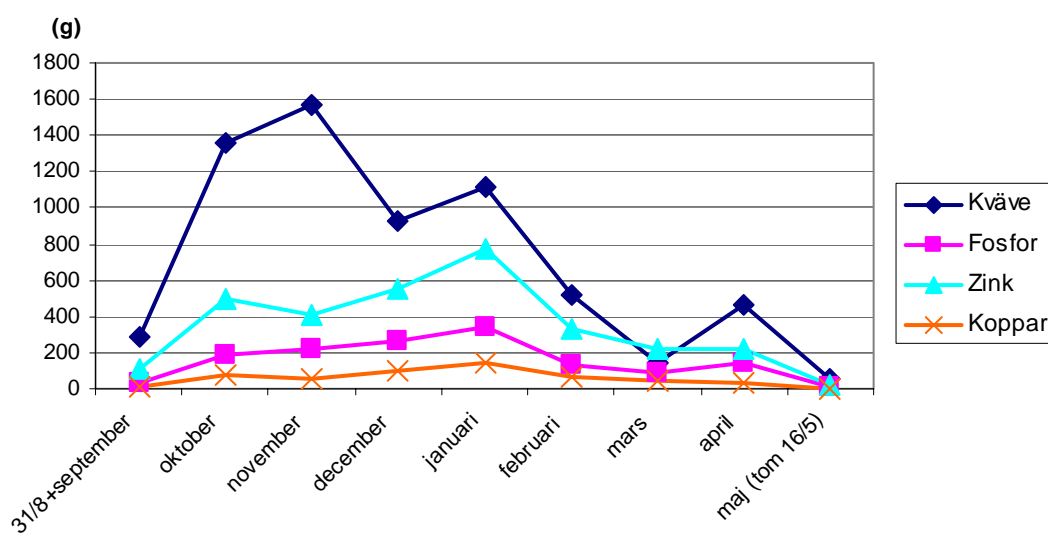
Parameter	Inkommande	Utgående	Sediment	Utgående och sediment	(Ut + sed)/In (%) ¹⁾
Tot-N (kg)	6,4	5,1	1,5	6,6	103
Tot-P (kg)	1,4	0,4	0,6	1,0	71
Zn (kg)	3,1	1,0	0,7	1,7	55
Cr (g)	186,1	46,2	58,9	105,1	56
Cu (g)	540,3	156,4	181,3	337,7	62
Cd (g)	2,2	0,9	0,5	1,4	64
Pb (g)	187,6	45,6	54,4	100,0	53
Ni (g)	81,9	23,9	24,9	48,8	60

1) Mängd förorening i utgående vatten och i sediment i förhållande till mängd förorening i inkommande vatten (%).

Tabell 6.7 Jämförelse mellan inkommande och utgående mängd för några av föroreningarna.

En massbalansberäkning har även gjorts månadsvis (bilaga H) för att se om det inte bara är koncentrationerna som var större på vintern - våren utan kanske också totala mängderna. Figur 6.16 visar de totala mängderna månadsvis för några av föroreningarna, beräknat på inkommande vatten till magasinet. Man ser att koppar, zink och totalfosfor hade de största mängderna i januari. Totalkväve hade de största mängderna under hösten –vintern med maxvärdet i november. Övriga metaller och suspenderat material följde samma mönster som koppar, zink och totalfosfor.

De totala mängderna av föroreningar var alltså större tidigare under vintern (och t.o.m. på hösten för totalkväve) medan koncentrationerna oftast var högst i mars-april. Orsaken till det beror troligen på att det var större regnmängder under hösten än våren.



Figur 6.16 Totala föroreningsmängder månadsvis på inkommande vatten till magasinet

Reningseffekten uträknad från de totala mängderna föroreningar under provtagningsperioden var enligt följande tabell:

Parameter	SS	Tot-N	Tot-P	Zn	Cr	Cu	Cd	Pb	Ni
Reduktion (%)	86	20	70	69	75	71	60	76	71

Tabell 6.8 Reningseffekten uträknad från totala mängderna föroreningar

Jämfört med reningseffekten uträknad från koncentrationen av föroreningarna är värdena ungefär desamma.

6.3.2 Undersökningens representativitet

Provtagningsperioden har inte varit ett helt år. Erfarenhet från provtagningar på dagvatten säger att man bör ha ett helt år för att göra en korrekt utvärdering. Den viktigaste perioden då största andelen föroreningar finns i dagvatten har dock kommit med i provtagningen; höst, vinter, vår. Från andra utredningar vet man hur fördelningen brukar vara över ett år.

7 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Utvärderingen av avsättningsmagasinet Ryska Smällen visar att föroreningskoncentrationen i dagvattnet från den hårt trafikerade Johanneshovsbron är hög. Enligt klassificeringen i dagvattenstrategin har det inkommande vattnet höga koncentrationer (både medel- och medianvärden) av suspenderat material, totalfosfor, olja och metallerna bly, koppar och zink. Kromvärdena är höga till måttliga medan kadmium och totalkväve har måttliga koncentrationer. Av de analyserade föroreningarna är det endast nickel som har låga värden. Koncentrationerna varierar med årstiderna med de högsta värdena på vintern och våren. Det finns ett tydligt samband mellan metallhalter och halt suspenderat material i det inkommande vattnet. Medel- och medianvärdena i utgående vatten efter rening motsvarar ett dagvatten med måttliga halter för suspenderat material, totalkväve, totalfosfor, bly och kadmium och måttliga till låga halter för krom. Koppar har fortfarande höga värden och zink och olja har höga till måttliga halter. Även i utgående vatten är det bara nickel som har låga medel- och medianvärden av koncentrationen.

Reningseffekten varierar mellan 55-84 % (medianvärden) för alla ämnen utom för totalkväve som har reningseffekten 13 % (medianvärde).

Massbalansberäkningen visade att för de föroreningar som har reducerats mycket i avsättningsmagasinet har summan av mängden föroreningar i utgående vatten och i sedimentet tillsammans varit mindre än mängden av föroreningar i inkommande vatten. För kväve däremot som har haft en mycket lägre reningseffekt så är den beräknade massan i utgående vatten och i sedimentet ungefär lika stor som i inkommande vatten. Resultaten visar på osäkerheten i dessa kalkyler och den största felkällan är sannolikt beräkning av mängderna i sedimentet.

Provtagningarna visade att koncentrationen av föroreningar var störst under vintern – våren. En massbalans har gjorts månadsvis för att se om även de totala mängderna av föroreningarna följde samma mönster. Resultaten visar att alla föroreningar som var med i beräkningen, utom totalkväve, hade störst mängder i januari. Totalkväve hade de största mängderna under hösten – vintern med maxvärdet i november. De totala mängderna av föroreningarna var alltså större tidigare under vintern (och t.o.m. på hösten för totalkväve) medan koncentrationerna oftast var högst i mars-april. Orsaken till det beror troligen på att det var större regnmängder under hösten än våren.

Trovärdigheten på beräknat flöde har kontrollerats mot volymen i magasinet. Mindre avvikelser kan konstateras mellan inkommande volym och magasinvolym. Se även slutsatserna angående provtagningen i rapporten i bilaga D.

Någon driftinstruktion för anläggningen finns inte utan enbart en funktionsbeskrivning. Funktionsbeskrivningen är inkonsekvent eftersom det på olika ställen i den skrivs om att lagringstiden är 30 respektive 36 timmar. Det har konstaterats att avsättningstiden har varierat mellan 1 till 56 timmar under provtagningsperioden. En driftinstruktion bör skrivas.

Tillsynen av anläggningen och pumparna sker ca 2-3 gånger per månad och det får anses vara tillräckligt.

Undersökningen har visat att ett sedimentlager byggs upp med en hastighet av ca 3 m³ per år. Sedimentlagret har varit tjockare vid inloppssidan i magasinet och i avskärmningen vid inloppet har det byggts på mest. Hur ofta magasinet ska tömmas på sediment beror på sedimentuppbyggnaden på utloppssidan så att slamflykt från magasinet inte sker. På utgående sidan är spalten mellan den nedhängande oljeskärmen och botten 2 dm och slamskärmen där bakom är 5 dm hög. Det bör då vara spalten som är begränsande hur länge intervallen mellan tömningarna kan vara. Enligt beräkningar bör det ta ca 5 år efter en tömning innan sedimentnivån på utloppssidan har blivit 2 dm tjockt. Ett tömningsintervall på minst vart femte år bör man alltså ha. Magasinet tömdes efter knappt 3 års drift och intentionerna är att tömma det vart tredje eller fjärde år, eller vid behov, enligt kapitel 3.3. Enligt dessa slutsatser räcker det att tömma magasinet vart fjärde till vart femte år.

Sedimenteringen av föroreningar i avsättningsmagasinet har reducerat koncentrationerna till måttliga halter (enligt klassificeringen) för många av de provtagna ämnena. Recipienten (Årstaviken) är klassad som känslig i dagvattenstrategin och enligt strategin ska måttligt förorenat dagvatten då behandlas på något sätt. Om ytterligare minskning av föroreningsbelastningen till recipienten ska åstadkommas kan detta göras genom antingen förbättrad rening i avsättningsmagasinet eller på annat sätt. Ytterligare studier måste göras på hela recipientens tillrinningsområde för att sätta in åtgärder där de gör mest nytta.

Rening av dagvatten genom sedimentering i avsättningsmagasin ger relativt goda reningsresultat och är en metod som man även i fortsättningen kommer att använda sig av. Det är en ganska dyr metod såvida man inte kan använda öppna bassänger. Ett problem med metoden är behovet av utrymme för sedimentationsanläggningen. I innerstadsområden är det svårt att hitta tillräckligt stor plats för öppna bassänger.

8 REFERENSER

1. Policy för dagvatten - PM 95-09-04. Miljöförvaltningen.
2. Planering för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) vid nyproduktion av bostäder och arbetsplatser och vid ändrad markanvändning. Stadsbyggnadsnämnden, Gatu- och fastighetsnämnden, Miljö- och hälsoskyddsnämnden, Stockholm Vatten AB. Gemensamt tjänsteutlåtande 1994-02-15.
3. Dagvattenstrategi för Stockholms Stad. Stockholms stad, 2002. (Antagen av kommunfullmäktige 2002-10-07 och gällande fr.o.m. 2003-01-01.)
4. Dagvatten - Norra Länkens avsättningsmagasin. Stockholm Vatten AB, 2001. Rapp. nr. 14/2001.
5. Temperaturen och nederbörden i Sverige 1961-1990. Referensnormaler –utgåva 2. SMHI, Meteorologi nr. 99, 2001.
6. Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav. Del 2, dagvattenklassificering. Gatu- och fastighetskontoret, Miljöförvaltningen, Stadsbyggnadskontoret, Stadsdelsförvaltningarna och Stockholm Vatten AB. Februari 2001.
7. Rening av vägdagvatten med lamellavskiljare – Försök vid Essingeleden. J. Ekvall, Stockholm Vatten AB, 1998. Rapport nr. 46/98.
8. Dagvattenundersökningar i Stockholm 1992-2000. J. Ekvall, M. Strand, Stockholm Vatten AB, 2001. Rapport nr. 3/2001.
9. Förordning (SFS 1998:944) om förbud m.m. i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter. Svensk författningssamling, 1998.
10. Miljörapport 2000. Stockholm Vatten AB, 2001. Rapport nr. MV-01122.
11. Miljörapport 2001. Stockholm Vatten AB, 2002. Rapport nr. MV-02100.

9 BILAGEFÖRTECKNING

- A. Situationsplan med ledningar och tillrinningsytor
- B. Ritning på magasinet
- C. Funktionsbeskrivning
- D. Provtagning och flödesmätning, dagvattenmagasin Ryska Smällen. DHI.
- E. Sammanställning av samtliga nederbördstillfällen under provtagningsperioden
- F. Analysresultat (F:1 – F:5)
- G. Metodförteckning
- H. Massbalans