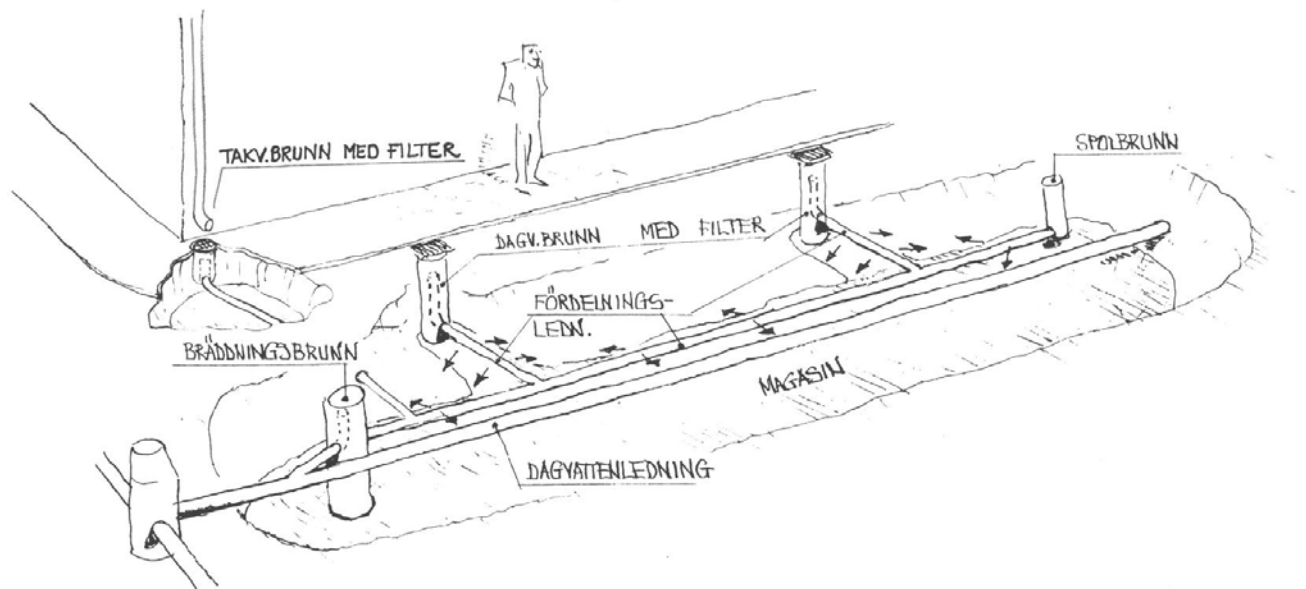


# Kvarteret Tegelbruket

## Lokalt omhändertagande av dagvatten i perkolationsmagasin



*Rapport nr 10-2004*

*Eva Wilmin*

*Miljö & Utvecklingsavdelningen, Ledningsnät*

*November 2004*

## FÖRORD

Stadsbyggnadskontoret, Gatu- och fastighetskontoret, Miljöförvaltningen & Stockholm Vatten AB tog i februari 1994 fram ett gemensamt utlåtande gällande *Planering för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) vid nyproduktion av bostäder och arbetsplatser och vid ändrad markanvändning*. Därefter anlades, i enighet med ovannämnd strategi för LOD, ett antal perkolationsmagasin i ett nybyggt bostadsområde med flerfamiljshus på Kungsholmen i Stockholm. Anläggningen uppfördes som ett samarbete mellan Gatu- och fastighetskontoret och Stockholm Vatten AB.

Föreliggande rapport är resultatet av en uppföljning av ett av perkolationsmagasinen som omhändertar dagvatten från trafikytor och hustak. Utvärderingen har utförts för att kontrollera funktionen vid utnyttjandet av ledningsgraven som magasin inklusive filterbrunnar för inkommande vatten.

Beställare av projektet var Knut Bennerstedt, projektledare och författare av slutrapporten var Eva Wilmin, ansvarig för utrustning och mätningar var Jan Stenlycke, samtliga från enheten ML på Stockholm Vatten AB. Lars-Gunnar Jansson från SWECO har ansvarat för all mätdata och bistått i fältarbetet.

För hjälp vid sammanställandet av rapporten vill jag tacka alla inblandade och särskilt: Knut Bennerstedt, Jan Stenlycke, Lars-Gunnar Jansson, Markus Persson, Kerstin Mårtensson och Mirjana Mijatovic.

Stockholm, november 2004

Eva Wilmin  
Miljö och utveckling, Ledningsnät

## SAMMANFATTNING

1994 byggdes sex perkolationsmagasin på Kungsholmen i Stockholm. Anledningen var att man vid uppförandet av ett nytt bostadsområde i innerstan ville utnyttja lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) genom att utnyttja ledningsgraven som perkolationsmagasin. På så sätt ville man utjämna och fördröja dagvattenavrinningen från intilliggande hustak och gatumark så att källaröversvämningar undveks samtidigt som vattenbalansen i området bibehölls.

I denna rapport har ett av perkolationsmagasinen utvärderats för att undersöka i vilket utsträckning ledningsgraven kan utnyttjas som perkolationsmagasin vid LOD och vilken reningseffekt som erhålls i anläggningen samt skillnaden av mängden föroreningar i dagvatten från tak respektive från gatumark.

Magasinet har en tillrinningsyta på totalt 1880 m<sup>2</sup> och ligger i Grubbensringen som trafikerar av ca 500 fordon/dygn. Magasinet utgörs av en ca 48 meter lång del av ledningsgraven som är klädd med fiberduk och fylld med singel. Magasinet har intag från hustak och från gatumark via 4 st. fiberduksförsedda filterbrunnar. Flödesproportionell provtagning och analys har skett på utgående vatten från en av rännstensbrunnarna och en av takvattenbrunnarna. Dessutom har stickprov analyserats på utgående vatten från magasinet (bräddbrunn) och på vatten från ett grundvattenrör som är nerstuckett i ledningsgraven intill magasinet. Även ett prov på brunnssediment i rännstensbrunnen och samtliga brunnars filtersediment har analyserats. För att kontrollera magasinets hydrauliska kapacitet genomfördes nivåmätning i grundvattenröret, i magasinets bräddbrunn för utgående vatten och i rännstensbrunnen där även flödesmätning utfördes.

Provtagning pågick under en period från och med den 25 maj 2000 till och med den 31 maj 2001. Nederbörden som föll under provtagningsperioden var ca 10 % över det normala. Följande parametrar har analyserats; suspenderat material och glödningsförlust respektive torrs substans och glödningsrest, totalfosfor, totalkväve, hårdhet, kadmium, krom, koppar, bly, zink, nickel och kvicksilver. Vid enstaka tillfällen har även konduktivitet, ammoniumkväve, fosfatfosfor, kemisk syreförbrukning och olja (opolära alifatiska kolväten) analyserats.

Resultatet av undersökningen visar att magasinets hydrauliska kapacitet är mycket god och att vattnet snabbt filtreras ut. Ingen bräddning från magasinet har skett och magasinets vattennivå har fluktuerat mycket lite under året. Provtagningen i grundvattenröret indikerar på att vattnet i ledningsgraven är, eller har blivit uppblandat med, ett annat vatten än inkommande till magasinet. Inkommande vatten i provpunkten rännstensbrunn har bräddat ut på vägbanan vid 10 tillfällen under provperioden. Beräkningar visar att filtret i rännstensbrunnen maximalt klarar av ett regn med återkomsttiden 1 ggr/månad med en varaktighet på 10 min.

Medianhalterna vid Tegelbruket är generellt låga i jämförelse med Stockholms dagvattenstrategis klassificering i låga, måttliga respektive höga halter. Undantaget är totalkvävehalten och totalfosforhalten som generellt är måttliga i alla provpunkterna och rännstensbrunnens koppar-, bly- och zinkhalter samt grundvattenrörets kopparhalt som är måttliga. Mängdberäkningar visar att 1-2 % av inkommande metallföroreningar fastnar i filter i rännstensbrunnen. Medianhalter för några av brunnarnas filtersediment överskrider gränsvärdet för avloppsslam som får läggas på åkermark enligt Svensk författningssamling, (SFS 1998:944), avseende bly, nickel och kadmium. Mängden föroreningar som fastnat på filter i takvattenbrunnarna är ungefär samma mängd som fastnat på rännstensbrunnarnas filter,

om man tar hänsyn till tillrinningsytornas variation. Det syns ingen tendens till ökad avsatt mängd metallföroreningar på filtren med ökad tid som filtren används. För att bland annat undvika kraftigt nedsatt hydraulisk kapacitet bör filterbyte i provpunkten rännstensbrunn genomföras var tredje månad.

Metallhalten i *brunnssediment* i rännstensbrunnen är betydligt lägre än medianhalterna i samtliga brunnars *filtersediment*. Halterna i brunnssedimentet är dessutom lägre än Svensk författningssamlings gränsvärde för spridning på åkermark. Mängdberäkningar visar att 19-32 % av inkommande metallföroreningar fastnar i brunnssedimentet i rännstensbrunnen. Sedimenttillväxten har beräknats till 2,0 dm/år och därav bedöms ett lämpligt intervall för tömning av brunnssediment vara vart annat år.

Skillnaden i medianhalter mellan dagvatten från tak respektive dagvatten från gatumark visar att takvattnet generellt endast innehåller <1/3 av föroreningarna i vattnet från rännstensbrunnen, med undantag av zinkhalten som innehåller 2/3. Totalkväve och ammoniumkväve har däremot halter som är högre i takvattnet.

Magasinets inkommande och utgående föroreningsmängder har beräknats och resultatet visar att andelen som är fastlagd i magasinet varierar mellan -8 % (totalkväve) och + 57 % (suspenderat material). Resultatet tyder på en urlakning av totalfosfor och totalkväve. Beräknat på magasinets fastlagda mängd suspenderat material och hålrumsvolym erhålls en teoretisk livslängd för magasinet på flera tusen år. Men resultatet är mycket osäkert på grund av osäkerheten i inkommande och utgående volymer. I praktiken finns det också en risk att igensättning minskar magasinets kapacitet. Därför bör en kontroll med nivåmätning i magasinet göras igen inom några år. I samband med det kan även en grundvattenundersökning vara aktuell för att kontrollera eventuell påverkan från magasinet. Magasinets anläggningskostnad beräknas ha uppgått till ca 200 000 kr exklusive schakt och ledningar som ändå skulle ha behövts vid en konventionell lösning.

Undersökningen visar således att ledningsgraven på ett bra och förhållandevis billigt sätt kan användas som ett perkolationsmagasin. Behandlingen i filter och sandfång respektive magasin i kombination med låg trafikbelastning och genomtänkt materialval i området har medfört ett dagvatten med lägre halter än vad som kan förväntas finnas vid en anläggning i Stockholms innerstad. För att underlätta drift och underhåll av anläggningen bör filtren i brunnarna förenklas eller kanske helt tas bort.

## SUMMARY

Six percolation tanks were built in Kungsholmen, Stockholm, in 1994. The object was to use the trench as a percolation tank to facilitate local stormwater treatment in connection with the construction of a new inner-city housing development (Kv. Tegelbruket). The aim was to level out and delay the runoff from adjacent roofs and street substructure so as to avoid basement flooding and at the same time maintain the water balance in the area.

This report analyses one of the percolation tanks in order to find out to what extent the trench can be used as a percolation tank for the purposes of local stormwater treatment and to assess the efficiency of the plant and the differences in the quantities of pollutants in the runoff from roofs and the street substructure, respectively.

The catchment area of the tank is 1,880 m<sup>2</sup>, and it is situated in Grubbensringen, where the average traffic volume is about 500 vehicles a day. The tank consists of part of the trench, 48 metres long, covered with geotextile filter and filled with coarse gravel. The runoff from roofs and the street substructure enters the tank via four filter gully pots covered with geotextile filter. Flow-proportional samples were taken and analyses of the outgoing water carried out from one of the roadside gully pots and one of the roof gully pots. In addition, random samples of outgoing water from the tank (overflow) and water from a groundwater pipe located in the trench next to the tank were analysed. A sample of the sediment in the roadside gully pot and the filter sediment in all the gully pots were also analysed. In order to check the hydraulic capacity of the tank, level measurements were made in the groundwater pipe, the tank's overflow for outgoing water and the roadside gully pot, where flow measurements were also made.

Sampling took place between 25 May 2000 and 31 May 2001. The precipitation during the sampling period was about 10% higher than normal. The following parameters were analysed: suspended solids and loss on ignition, and dry matter and residue on ignition, respectively, total phosphorus, total nitrogen, hardness, cadmium, chrome, copper, lead, zinc, nickel and mercury. Conductivity, ammonium nitrogen, phosphate phosphorus, chemical oxygen demand and oil (non-polar aliphatic hydrocarbons) were also analysed on a few occasions.

The result of the study shows that the hydraulic capacity of the tank is very good and that the water is quickly filtered out. There was no overflowing from the tank, and the water level in the tank fluctuated very little during the year. Samplings in the groundwater pipe indicate that the water in the trench is, or has been mixed with, water other than the incoming water to the tank. The incoming water in the roadside gully pot overflowed on to the roadway on 10 occasions during the sampling period. Calculations show that the roadside gully pot filter can only deal with a rainfall with a one month return period lasting not more than 10 minutes.

The median values in Tegelbruket are generally low in relation to the classification of low, moderate and high concentrations defined in Stockholm's stormwater strategy. The only exceptions are the concentrations of total nitrogen and total phosphorus, which are generally moderate in all sampling points, copper, lead and zinc concentrations in the roadside gully pot, and the copper concentration in the groundwater pipe, which are moderate. Calculations show that 1-2% of the incoming metal pollutants are captured by the filter in the roadside gully pot. The median concentrations of lead, nickel and cadmium in some of the filter sediment in the gully pots exceed the statutory limit values for sewage sludge applied to arable land (SFS 1998:944). The quantities of pollutants captured by filters in the roof gully

pots are about the same as those captured by the roadside gully pots filters if the difference in the catchment areas is taken into account. There is no tendency towards increased deposits of metal pollutants on the filters the longer they are used. In order to avoid sharply reduced hydraulic capacity, among other things, the filter in the roadside gully pot should be replaced every three months.

The metal concentrations in the roadside *gully pot* sediment are much lower than the median concentrations in the *filter* sediment in all gully pots. The concentrations in the gully pot sediment are also under the statutory limit values for the application of sewage sludge on arable land (see above). Calculations show that 19-32% of incoming metal pollutants are captured in the roadside gully pot sediment. The sediment is estimated to grow by 20 cm per year, and therefore it is probably appropriate to remove the roadside gully pot sediment at intervals of two years.

A comparison of the median concentrations in the runoff from roofs with that from the street substructure shows that, generally speaking, the roof runoff only contains <1/3 of the quantities of pollutants in the water from the roadside gully pot, although zinc concentrations are 2/3 as high. However, the concentrations of total nitrogen and ammonium nitrogen are higher in the roof runoff.

The quantities of pollutants in the incoming and outgoing water from the tank were calculated, and the results show that the percentage remaining in the tank varies between -8% (total nitrogen) and +57% (suspended substances). The result indicates that total phosphorus and total nitrogen were leached out. Calculation of the quantities of suspended solids remaining in the tank in relation to the cavity volume of tank would indicate theoretically that the tank has a life of several thousand years. But this conclusion is very uncertain given the difficulty of calculating incoming and outgoing volumes. In practice, there is also a risk of blockages reducing the capacity of the tank. The level in the tank should therefore be checked again within the next few years. At the same time the groundwater quality could be studied in order to check whether there is any impact from the tank. The construction cost of the tank is estimated at about SEK 200,000, excluding excavations and pipes that would have been necessary in any case if an alternative conventional solution had been chosen.

To sum up, the study shows that the trench works well and reasonably cheaply as a percolation tank. As a result of grid chamber and filter treatment, followed by treatment in a tank, together with relatively light traffic and well-chosen materials in the area, the pollutant concentrations in the stormwater are lower than might be expected from a plant in the Stockholm inner city area. In order to facilitate operation and maintenance of the plant, the filters in the gully pots should be simplified or perhaps removed altogether.

## FÖRORD

## SAMMANFATTNING

## SUMMARY

<b>1.</b>	<b>INLEDNING .....</b>	<b>1</b>
1.1.	BAKGRUND .....	1
1.2.	SYFTE .....	1
1.3.	PROJEKTORGANISATION.....	1
1.4.	TIDPLAN.....	1
1.5.	FINANSIERING.....	2
<b>2</b>	<b>OMRÅDESBESKRIVNING.....</b>	<b>3</b>
2.1	LOKALISERING.....	3
2.2	ANSLUTNA YTOR .....	3
2.3	TRAFIKINTENSITET .....	4
2.4	HALKBEKÄMPNING .....	4
2.5	MARKFÖRHÅLLANDEN.....	4
<b>3</b>	<b>BESKRIVNING AV ANLÄGGNINGEN.....</b>	<b>5</b>
3.1	ALLMÄNT .....	5
3.2	PERKOLATIONSMAGASINET .....	6
3.2.1	<i>Inkommande dagvatten från vägbana .....</i>	<i>7</i>
3.2.2	<i>Inkommande dagvatten från hustak.....</i>	<i>7</i>
3.2.3	<i>Utgående dagvatten via bräddbrunn.....</i>	<i>8</i>
3.2.4	<i>Utgående dagvatten i ledningsgrav (grundvattenrör).....</i>	<i>8</i>
3.2.5	<i>Mätstation.....</i>	<i>8</i>
3.2.6	<i>Filter.....</i>	<i>8</i>
<b>4</b>	<b>PROVTAGNING, UTRUSTNING OCH PROVHANTERING.....</b>	<b>11</b>
4.1	NEDERBÖRDSMÄTNING.....	11
4.2	NIVÅMÄTNING .....	11
4.3	FLÖDESMÄTNING .....	12
4.4	PROVTAGNING .....	12
4.4.1	<i>Rännstensbrunn, takbrunn och bräddbrunn .....</i>	<i>12</i>
4.4.2	<i>Brädd (stickprov).....</i>	<i>13</i>
4.4.3	<i>Grundvattenrör.....</i>	<i>13</i>
4.4.4	<i>Filter.....</i>	<i>13</i>
4.4.5	<i>Brunnsediment .....</i>	<i>14</i>
4.5	ANALYSER OCH LABORATORIER .....	14
<b>5</b>	<b>RESULTAT.....</b>	<b>15</b>
5.1	RESULTAT FRÅN NEDERBÖRDSMÄTNING.....	15
5.2	RESULTAT FRÅN NIVÅMÄTNINGAR .....	16
5.2.1	<i>Rännstensbrunnen .....</i>	<i>16</i>
5.2.2	<i>Bräddbrunnen.....</i>	<i>17</i>
5.2.3	<i>Grundvattenrör.....</i>	<i>18</i>
5.3	RESULTAT FRÅN FLÖDESMÄTNINGAR .....	19
5.4	RESULTAT FRÅN PROVTAGNING.....	21
5.5	RESULTAT FRÅN ANALYSER .....	21
5.5.1	<i>Dagvatten .....</i>	<i>21</i>
5.5.2	<i>Filter.....</i>	<i>32</i>
5.5.3	<i>Brunnsediment .....</i>	<i>38</i>
5.6	MASSBALANS OCH RENINGSEFFEKT.....	39
5.6.1	<i>Densitet.....</i>	<i>39</i>
5.6.2	<i>Rännstensbrunn.....</i>	<i>40</i>
5.6.3	<i>Magasinet .....</i>	<i>41</i>

<b>6</b>	<b>EKONOMI.....</b>	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>UNDERSÖKNINGENS REPRESENTATIVITET OCH FELKÄLLOR .....</b>	<b>45</b>
<b>8</b>	<b>DISKUSSION / SLUTSATSER.....</b>	<b>47</b>
<b>9</b>	<b>KÄLLFÖRTECKNING.....</b>	<b>51</b>
<b>10</b>	<b>BILAGEFÖRTECKNING.....</b>	<b>53</b>
	<i>Bilaga A Tillrinningsytor</i>	
	<i>Bilaga B Datum för genomförd halkbekämpning</i>	
	<i>Bilaga C Principskiss rännsten-, tak- respektive bräddbrunn</i>	
	<i>Bilaga D Rännstensbrunn sprängskiss</i>	
	<i>Bilaga E Produktbeskrivning av filter</i>	
	<i>Bilaga F Metodförteckning för analyser</i>	
	<i>Bilaga G Förteckning över laboratorium och analyserade parametrar</i>	
	<i>Bilaga H Beskrivning av filteranalys</i>	
	<i>Bilaga I Nederbördsdata</i>	
	<i>Bilaga J Analysresultat vatten</i>	
	<i>Bilaga K Max-, min-, medel- och medianvärde för inkommande/utgående vatten</i>	
	<i>Bilaga L Diagram med metallhalter i vatten</i>	
	<i>Bilaga M Analysresultat filtersediment</i>	
	<i>Bilaga N Analysresultat brunnssediment</i>	
	<i>Bilaga O Analysresultat partikelstorlek</i>	
	<i>Bilaga P Massbalans provpunkt Rännstensbrunn</i>	



## 1. INLEDNING

### 1.1. *Bakgrund*

På initiativ av Gatu- och Fastighetskontoret byggdes 1994 sex perkolationsmagasin i Grubbensringen på Kungsholmen i Stockholm. Anledningen var att man vid uppförandet av ett nytt bostadsområde i innerstan ville utnyttja lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) i enlighet med Stockholm Stads strategi för LOD vid nybyggnad av bostäder (Stadsbyggnadskontoret m.fl., 1994).

Man beslutade att utforma en LOD-anläggning genom att utnyttja ledningsgraven som perkolationsmagasin. På så sätt ville man utjämna och fördröja dagvattenavrinningen från intilliggande hustak och gatumark så att källaröversvämningar undveks samtidigt som vattenbalansen i området bibehölls.

### 1.2. *Syfte*

Syftet med undersökningen är att klarlägga i vilken utsträckning ledningsgravar kan användas som perkolationsmagasin vid LOD. I projektet ingår även att kontrollera i vilken utsträckning magasinet renar dagvattnet. Provtagning sker efter filtrering så föroreningsinnehållet i sedimentavsättningen på använda filter ska även redovisas. Dessutom ska skillnader mellan dagvatten från hustak respektive gatumark kontrolleras.

### 1.3. *Projektorganisation*

Beställare av undersökningen var Knut Bennerstedt, enheten ledningsnät på Miljö- och utvecklingsavdelningen (ML) på Stockholm Vatten AB (SV).  
Projektledare var Eva Wilmin, ML på SV.

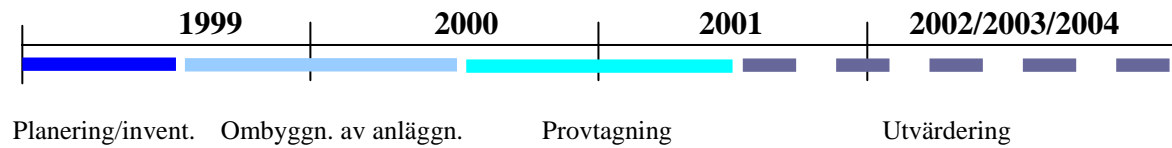
Jan Stenlycke, ML på SV var ansvarig för fältarbetet samt för provtagnings- och mätutrustningen.

Lars-Gunnar Jansson, SWECO (f.d. VAI VA-projekt), har ansvarat för alla mätdata och bistått vid montering av utrustning, inhämtning av prover samt skötsel och underhåll av mätutrustning.

Analysen har främst utförts på Stockholm Vattens laboratorium. Men vissa prover har analyserats på Vattenvårdslaboratoriet AB (VVL) samt på Ytkemiska Institutet (YKI).

### 1.4. *Tidplan*

Projektet påbörjades i januari 1999 med en inventering av anläggningen och anslutna ytor. Anläggningen byggdes om och kompletterades under 1999 för att möjliggöra provtagning. Färdigställandet av anläggningen försenades bland annat på grund av problem med läckage. Den 25 maj 2000 startades provtagningen som sedan pågick till den 31 maj 2001. Utvärderingen genomfördes på deltid och avslutades år 2004.



### **1.5. Finansiering**

Projektet är ett samarbete mellan Stockholm Vatten AB och Gatu- och Fastighetskontoret. Uppförandet av anläggningen 1994, ombyggnaden som utfördes 1999-2000 och undersökningen som utfördes 2000-2001 har bekostats av Stockholm Vatten AB som för övrigt även står för anläggningens totala drift- och underhållskostnader.

## 2 OMRÅDESBESKRIVNING

### 2.1 Lokalisering

LOD-anläggningen (6 perkolationsmagasin) ligger i ett bostadsområde med flerfamiljshus på Kungsholmen (Kvarteret Tegelbruket) i centrala Stockholm. Magasinet som är utvärderat i denna rapport ligger på Grubbensringen nr.1. Övriga fem perkolationsmagasin ligger längs Grubbensringen nr. 5-17.



Figur 2.1. Anläggningens placering på Kungsholmen i Stockholm.

### 2.2 Anslutna ytor

Den totala tillrinningsytan till det undersökta magasinet är 1880 m<sup>2</sup>. Provtagning av inkommande dagvatten till magasinet har undersökts i två mätpunkter kallade provpunkt Rännstensbrunn, ansluten yta 975 m<sup>2</sup> och provpunkt Takbrunn, 105 m<sup>2</sup>. Ytorna har beräknats till (m<sup>2</sup>):

	<b>Magasinet</b>	<b>Rännstensbrunn</b>	<b>Takbrunn</b>
Asfalterad väg	530	280	0
Tak	170	0	105
Betongplattor/gatsten	820	480	0
Grus-/grönytor	360	215	0
<b>Totalt</b>	<b>1880</b>	<b>975</b>	<b>105</b>

Tabell 2.1. Tillrinningsytor

Tillrinningsytorna redovisas geografiskt i bilaga A

Husen inom tillrinningsområdet är nybyggda flerfamiljshus som används till bostäder. Fasaden består av puts. Det finns inga koppertak inom tillrinningsområdet, taken är klädda med tegel. Stuprännorna består av målad plåt och lyktstolparna i området är av målat stål. Vägen är asfalterad men parkeringsplatserna längs vägen är belagda med gatsten med breda sandfogar. På gångvägarna ligger betongplattor (i stort sett utan fogar) och till viss del även gatsten. Det finns träd planterade längs båda sidor av vägen.

### **2.3 Trafikintensitet**

Grubbensringen är en lokalgata med ca 500 fordon/dygn. Utanför tillrinningsområdet, drygt 20 meter söder om anläggningen, ligger närmaste högtrafikerad gata, Fleminggatan med 24 000 fordon/dygn (A. Xylander).

### **2.4 Halkbekämpning**

Halkbekämpning har under vinterhalvåret utförts vid 14 tillfällen på gångbanor och vid 6 tillfällen på körbanan (D. Löfberg). Vilka datum halkbekämpningen genomfördes redovisas i bilaga B. På gångbanor har en halkbekämpning utan salt använts medan man på körbanan har använt en saltblandad sand.

### **2.5 Markförhållanden**

Enligt Stockholm Vattens byggnadsgeologiska karta består marken kring magasinet av berg, vilket gör att vattnet från magasinet har svårt att perkolera till omgivande mark. Eventuella sprickor i berggrunden kan dock möjliggöra perkolation. Det är även lätt för vattnet att följa rörgraven som sluttar ner mot Fleminggatan. Ledningsgravar ändrar markens vattenledningsförmåga avsevärt.

### 3 BESKRIVNING AV ANLÄGGNINGEN

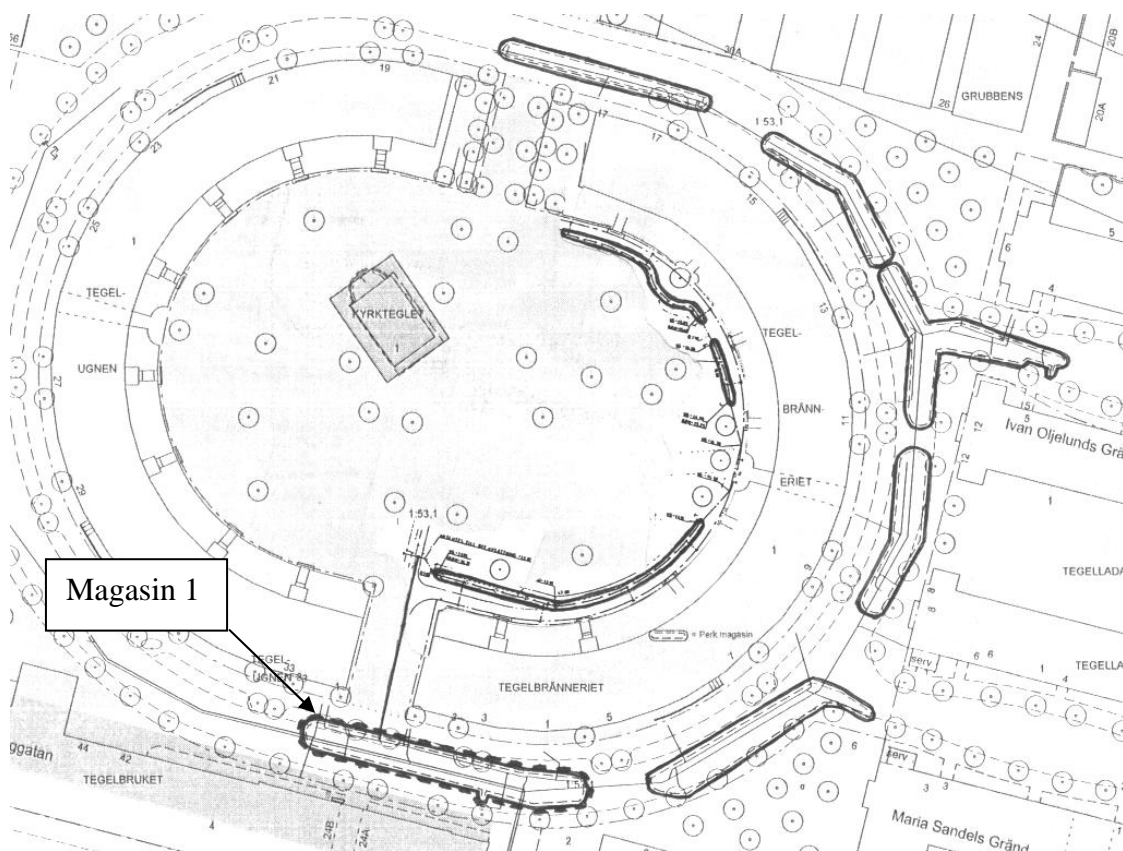
#### 3.1 Allmänt

Alla sex magasinerna som ligger längs Grubbensringen är utformade så att en del av ledningsgraven är klädd med fiberduk och fylld med singel. Magasinen har intag från hustak och från gatumark via filterförsedda brunnar. Magasinen är dessutom utrustade med nödutlopp i form av bräddbrunnar som är kopplade till det befintliga dagvattennätet.

Ledningssystemet, brunnarna och magasinerna är dimensionerade enligt anvisningar i VAV P46 (VAV P46, 1983).

Dagvatten som har passerat genom de ovanförliggande fem magasinerna i Grubbensringen kan med hjälp av marklutningen och ledningsgraven rinna in i det undersökta magasinet som ligger längst (magasin 1).

Förutom magasinerna som ligger i Grubbensringen finns även tre perkolationsmagasin placerade på innergården för att omhänderta dagvattnet. Magasinen på innergården är alla sammankopplade så att dagvattnet vid bräddning förs vidare till magasinet som har utvärderats här (magasin 1). Under provtagningsperioden har dock bräddledningen från magasinerna på innergården kopplats till det konventionella dagvattennätet för att begränsa undersökningen.

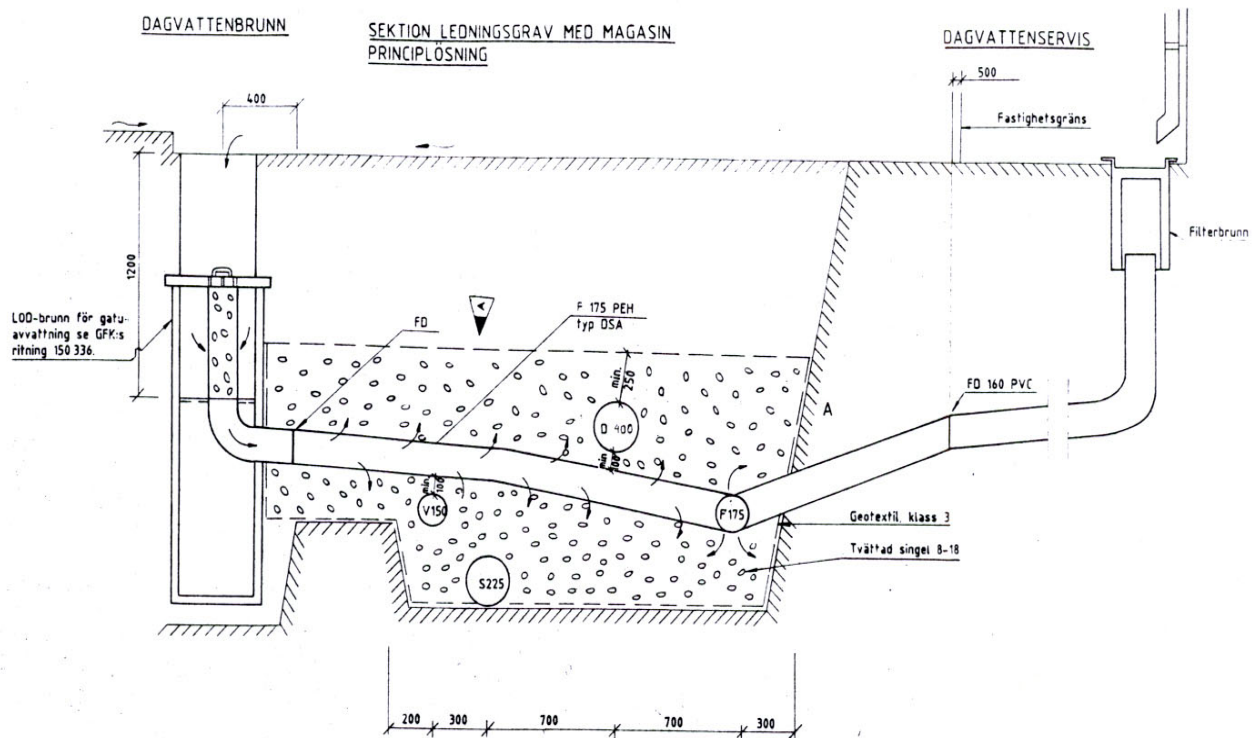


Figur 3.1. Perkolationsmagasin i Grubbensringen och på innergård.

### 3.2 Perkolationsmagasinet

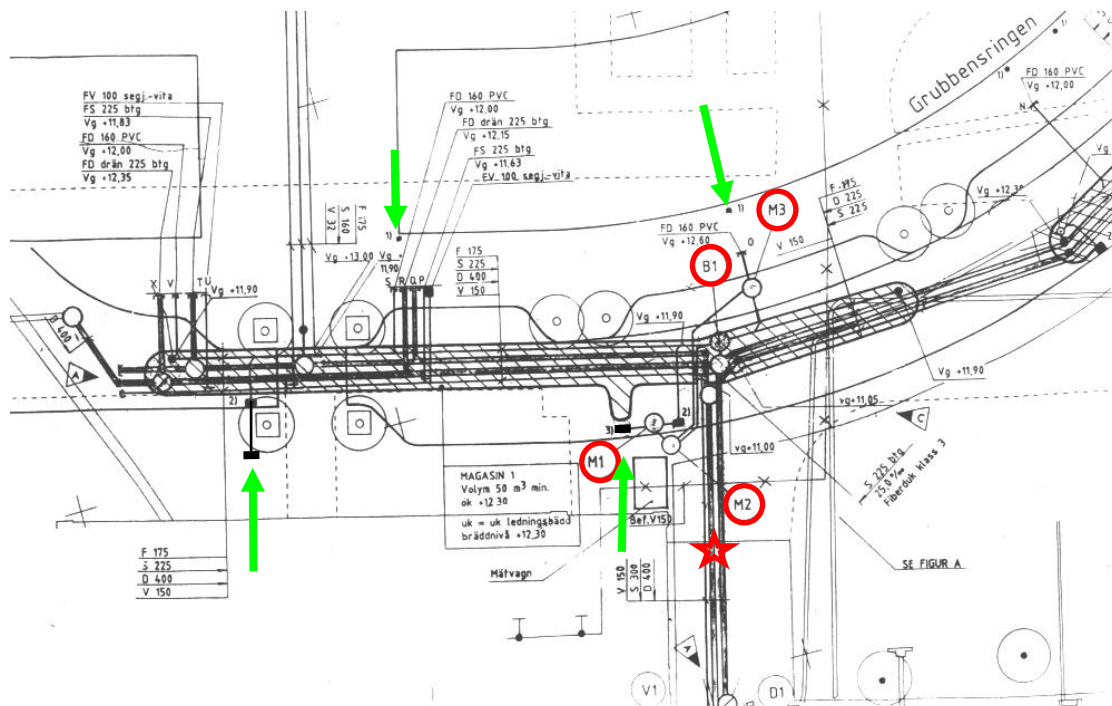
Magasinet som har valts ut för undersökningen är en ca 48 meter lång del av ledningsgraven som är klädd med fiberduk, geotextil klass 3, och fylld med tvättad singel 8-18 mm. Den totala volymen är ca 340 m<sup>3</sup>. Enligt anvisningar från VAV (VAV P46, 1983) kan hålrumsvolymen antas uppgå till ca 40 % av den totala volymen, vilket ger magasinet en hålrumsvolym på ca 140 m<sup>3</sup>.

I magasinet, dvs. i ledningsgraven, ligger förutom en perforerad *fördelningsledning* som förbinder de olika intagsbrunnarna, dessutom en *dagvattenledning*, en *spillvattenledning* och en *dricksvattenledning* samt magasinet bräddbrunn.



Figur 3.2. Principskiss med tvärsnitt av ledningsgraven med magasin.

Magasinet har inkommande dagvatten från fyra intag, två intag av *dagvatten från hustak* och två intag av *dagvatten från gatumark (vägbana)*. Magasinet är utrustat med en bräddbrunn för utgående vatten. För undersökningens genomförande har ett grundvattenrör satts ner i utgående ledningsgrav och en mätvagn med provtagningsutrustning har placerats ut.



Figur 3.3. Mätpunkternas placering. Brunnar för inkommande vatten är markerade med pilar.

### 3.2.1 Inkommande dagvatten från vägbanan

Två rännstensbrunnar (Ø500 mm) som är utrustade med sandfång och filter samlar upp dagvattnet från vägbanan. Brunnarna är försedda med sex hål (Ø16 mm) i överkant av brunnringen ca 43 cm under marknivå. Hålen ska underlätta perkolation till omgivande mark. När nivån i en rännstensbrunn når en viss höjd passerar vattnet ett filter och förs därefter vidare i en fördelningsledning via en mätbrunn, M1, och sedan in till magasinet. Om filtret i brunnen skulle sättas igen och om perkolationshålen i brunnringen inte skulle fungera tillfredsställande finns det risk för översvämning av vägbanan. En principskiss av en av rännstensbrunnarna inklusive filterinsats visas i tvärsnitt i bilaga C:1. I bilaga D visas en sprängskiss av rännstensbrunnen.

*I mätbrunnen, M1 (Ø1000 mm), görs provtagning av dagvattnet från en av rännstensbrunnarna i vägbanan.*

### 3.2.2 Inkommande dagvatten från hustak

Dagvattnet från hustak rinner via stuprör ner till en filterbrunn som tillhör fastigheten (HSB) och därefter vidare genom en dagvattenledning till en mätbrunn, M3, för att slutligen ledas in till magasinet. Filterbrunnen saknar nödutlopp. Om filtren sätter igen bräddar vattnet ut på parkmark. En principskiss av en av takbrunnarna inklusive filterinsats visas i tvärsnitt i bilaga C:2.

*I mätbrunn, M3 (Ø1000 mm), görs provtagning av takvattnet från ett av stuprören.*

### 3.2.3 Utgående dagvatten via bräddbrunn

Om nivån i magasinet stiger över +11,92 m bräddar magasinet till en bräddbrunn, B1. Om nivån i bräddbrunnen stiger över +12,50 m bräddar vattnet vidare ut till det allmänna dagvattenledningsnätet och sedan ut i Klara sjö. En principskiss av bräddbrunnen visas i tvärsektion i bilaga C:3.

*Provtagningen av det bräddade vattnet tas i bräddbrunnen B1 (Ø1000 mm), vid brunnens utloppsledning.*

### 3.2.4 Utgående dagvatten i ledningsgrav (grundvattenrör)

Ett grundvattenrör, PEH Ø50 mm, sattes ner i ledningsgraven som leder ut till Fleminggatan, ca 10 m. från magasinet. Vi ville undersöka eventuella samband med vattnet från magasinet. Vattnet antogs ta den vägen ut om inte perkolationen genom sprickor i berggrunden runt magasinet var tillräcklig. Grundvattenröret, med en längd på 3 meter, sattes ner så att den nedre delen skulle ligga i botten av ledningsgraven för att möjliggöra provtagning.

*Provtagning av vattnet i ledningsgraven tas i grundvattenröret som är markerat med en stjärna i figur 3.3.*

### 3.2.5 Mätstation

Alla kablar och provtagnings slangar leds i nergrävda PVC-rör till en mätbrunn, M2, och sedan vidare till en för ändamålet inredd container med flödes- och nivå mätare, provtagare, loggrar och en kylbänk.

*Mätbrunnen, M2 (Ø1000 mm), är en uppsamlingspunkt för alla kablar och provtagnings slangar från provtagningspunkterna Rännsten, Tak och Brädd.*

### 3.2.6 Filter

Magasinets samtliga intagsbrunnar är försedda med filterinsatser för att avskilja partiklar och föroreningar. På så sätt skyddas magasinets omgivande geotextilduk och magasinets livslängd förlängs. Filtret i rännstensbrunnarna och i brunnarna vid stuprännorna är geotextil ”Polyfelt TS”. Polyfelt tillverkas av nålfiltade ändlösa fibrer av UV-stabiliserad polypropen.

#### 3.2.6.1 Magasinfilter

Filtret som har använts runt magasinet är geotextil, klass 3. Mer information om filtermaterialet har inte gått att få fram.

#### 3.2.6.2 Filter i rännstensbrunnarna

Rännstensbrunnarna (2 st.) är försedda med var sin filterinsats bestående av ett galler, format som ett rör, med ett filter i form av en ”strumpa” utanpå. Strumpan har fästs med buntband.





Figur 3.4 Foto på filterinsatsen i rännstensbrunnarna, med och utan filter.

Filtret som har använts i rännstensbrunnarna i gatan är Polyfelt TS21 med en vikt på  $95 \text{ g/m}^2$  och en genomsläpplighet på  $400 \text{ l/m}^2, \text{s vid } 2 \text{ kN/m}^2$  samt  $125 \text{ l/m}^2, \text{s vid } 200 \text{ kN/m}^2$ . Håldiametern är  $40 \mu\text{g}$ . Produktinformation finns i bilaga E:1.

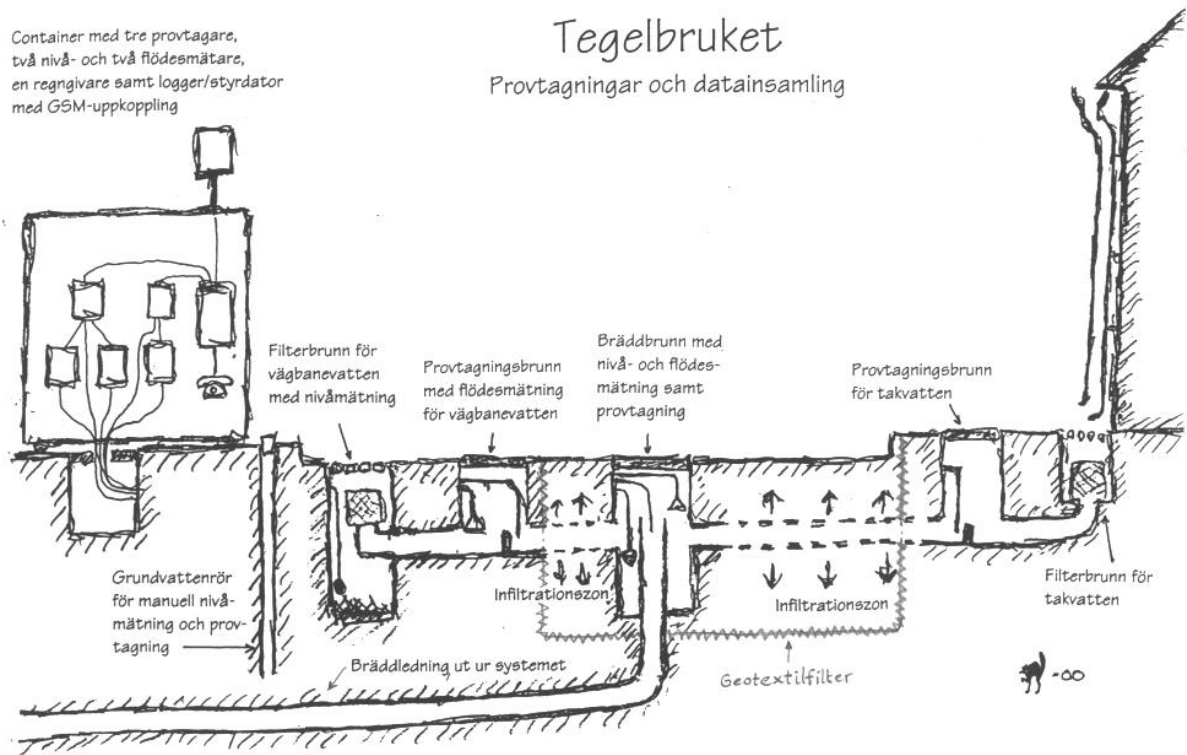
Samma typ av filterinsats som använts i rännstensbrunnarna har också testats i ett projekt vid Älvsjövägen (Stockholm Vatten AB, *Älvsjövägen*, rapport under bearbetning). Samma typ av filtermaterial (Polyfelt) har även testats i ett tidigare projekt vid Norr Mälarstrand (Sanderson, 1997). Filterinsatsen är ursprungligen framtagen av Gatu- och Fastighetskontoret.

### 3.2.6.3 Filter i takvattenbrunnarna

Brunnarna (2 st.) som omhändertar dagvattnet från tak är även de försedda med en filterställning liknande den som finns i rännstensbrunnarna. Filtret som har använts till brunnarna vid stuprören är även det en fiberduk av märket Polyfelt TS men med lägre genomsläpplighet och en vikt på  $140 \text{ g/m}^2$ . Exakta egenskaper och specifikationer finns inte framtagna men ungefärliga värden finns i produktbeskrivningen i bilaga E:2.



## 4 PROVTAGNING, UTRUSTNING OCH PROVHANTERING



Figur 4.1 Anläggningen i tvärsnitt. Ritad av Klas Öster, Stockholm Vatten AB.

### 4.1 Nederbördsmätning

För att kunna registrera regnmängder/intensiteter inom magasinets upptagningsområde och för att få behålla nederbördsgivaren intakt, monterades den i en gatubelysningsstolpe ungefär 3 m. ovan mark. Nederbördsgivaren var av vippskålstyp, Casella, med vipppvolymer 0,2 mm och registreringen av vippningarna skedde med en händelselogger, Newlog-1 (Technology). Denna logger var upphängd i containern och tömdes ungefär 1 gång/vecka.

### 4.2 Nivåmätning

Nivån mättes i provpunkt Rännstensbrunn, i bräddbrunnen och i grundvattenröret.

För att se hur fort filtret i rännstensbrunnen sattes igen monterades en tryckgivare med tillhörande nivålogger, Newlog (Technology). Tryckgivarens upplösning/mätområde var 0-3,5 m och loggning skedde varje minut.

I bräddbrunnen ville vi ha reda på om och när det bräddade från magasinet. Här användes också en tryckgivare med tillhörande nivålogger, Newlog (Technology). Tryckgivarens upplösning var även här 0-3,5 m men loggningen skedde här varannan minut.

För att ta reda på om det finns något samband mellan vattnet i magasinet och vattnet i ledningsgraven mättes vattennivån i grundvattenröret i ledningsgraven manuellt 1 ggr/månad med en bärbar nivåmätare.

För att kunna jämföra nivåerna i brunnarna, omräknades alla nivåerna till +höjder i Stockholm Stads höjdsystem.

Nivåloggrarna tömdes ungefär 1 gång/vecka.

### **4.3 Flödesmätning**

I provpunkt Rännstensbrunn och i bräddbrunnen skedde nivåmätning med ett ekolod. Detta ekolod var kopplat till ett mätinstrument, PU 2001 (Contronic), som var upphängt i containern. Detta instrument omräknade nivån till flöde och volym efter att vattnet runnit över ett triangulärt mätskibord, typ Thomson 60° med  $h_{\max}$  20 cm.

Det maximalt mätbara flödet över detta skibord var 14,2 l/s.

Mätinstrumentet, PU 2001, hade 3 st. reläutgångar varav 2 st. användes för att:

1. registrera volymen som rann genom mätbrunnarna. För detta ändamål användes en datalogger, Newlog-8 (Technolog). Klockslaget, då reläslutningen skedde, loggades och användes för att göra en flödesberäkning.
2. aktivera provtagare. Varje reläslutning aktiverade provtagarna så att en flödesproportionell provtagning erhöles.

Reläutgångarna var ställda så att en potentialfri slutning erhöles vid var 25:e liter som rann genom brunnarna.

Dataloggern, Newlog-8, tömdes ungefär en gång/vecka.

### **4.4 Provtagning**

#### **4.4.1 Rännstensbrunn, takbrunn och bräddbrunn**

Provtagningen skedde flödesproportionellt med tre provtagare WS 3000 (Swedmeter), som hängde i containern. Dessa aktiverades var gång 25 liter passerat över Thomson-skibordet.

Två av dessa provtagare aktiverades samtidigt av det mätinstrumentet, PU 2001, som var kopplat till det ekolod, som hängde i rännstensbrunnen. Vid aktiveringen togs prov samtidigt på utgående vatten ifrån rännstens- och takbrunnen.

Den tredje provtagaren aktiverades av det mätinstrumentet, PU 2001, som var kopplat till det ekolod, som hängde i bräddbrunnen. Prov skulle tas på utgående (bräddat) vatten från den brunnen eftersom anläggningen inte är konstruerad för provtagning direkt i magasinet. Men eftersom det visade sig att bräddbrunnen aldrig bräddade har istället stickprov från bräddbrunnen fått tjänstgöra som prov på vattnet i magasinet.

Vid regn rinner inkommande vatten in i rännsten-, tak- och bräddbrunnarna. Väl inkommet rinner vattnet vidare över ett skibord ned i en rostfri balja (rännsten- och bräddbrunn) alt. ned i ett PVC-rör (takbrunn). Det var där i den rostfria baljan eller i PVC-röret UTGÅENDE vatten sögs upp.

Det vatten, som provtagarna sög upp, samlades i tre stycken olika 25-liters dunkar. Dessa dunkar var försedda med nivåvakter, så att provtagningen stängdes av automatiskt strax innan dunken var överfull.

Alla tre dunkarna (rännsten-, tak- och bräddvatten) stod i en kylbänk i vilken temperaturen var +4 °C.

Provtagarna var konstruerade så att om de misslyckades suga upp vatten gjorde de två försök till. Om misslyckandet kvarstod stängdes provtagaren av. Detta larmades genom att en röd lysdiod började lysa. Manuell återställning krävdes. Detta inträffade någon gång under vinterhalvåret p.g.a. frysning i slangarna.

Containern med provtagare och loggrar besöktes minst 1 gång/vecka, då även provvattnet i 25-litersdunkarna hölls upp på en 1-liters glasflaska, en ½ liters plastflaska och i en eller två 5-liters dunkar och lämnades för analys.

#### 4.4.2 Brädd (stickprov)

Stickprov med hink och snöre utfördes i bräddbrunnen under samma besök, som nedanstående grundvattenrörspumpning utfördes. Detta skulle ge oss en möjlighet att kunna jämföra vattenkvaliteten utanför och i magasinet. Provvattnet fylldes upp på en 1-liters glasflaska, en ½ liters plastflaska å i två 5-liters dunkar (två dunkar p.g.a. att vattnets halt av suspenderade ämnen var så låg).

Stickprov togs 1 gång/månad under dagar då det inte var någon form av nederbörd.

#### 4.4.3 Grundvattenrör

Prover togs med en peristaltisk pump, Masterflex (Cole-Parmer). Pumpslangen, som sänktes ned i grundvattenröret, var i den änden som stoppades ned i röret, försedd med en teflondistans för att undvika att suga upp sediment ifrån rörets botten.

Vattenvolymen i röret beräknades varje gång med hjälp av en nivåmätare, KL-DISC (MetHyd), innan urpumpningen startade.

Några liter (vattenvolymen \* 10) pumpades ur röret innan provvattnet började fyllas upp på en 1-liters glasflaska, en ½ liters plastflaska och i två 5-liters dunkar (två dunkar p.g.a. att vattnets halt av suspenderade ämnen var så låg).

Provtagning skedde 1 gång/månad under dagar då det inte var någon form av nederbörd.

#### 4.4.4 Filter

Filter från samtliga fyra intagsbrunnar byttes ut vid ett flertal tillfällen under provtagningsperioden och sedimentet som fastnat på filtren analyserades. Innan filtren sattes ut på plats vägdes de och när det sedan hämtades in vägdes de igen. På så sätt

erhölls den totala föroreningsmängden. Filtrena byttes ut när nivån i brunnarna började stiga snabbare och på så sätt indikerade att filtret höll på att sätta igen med medföljande risk för bräddning. Med buntband av plats var filtren fastsatta på stålställningar och de använda filtren har från provtagningsplatsen till laboratoriet transporterats i plastpåsar. Plasten antas inte ha påverkat analysresultaten.

#### 4.4.5 Brunnssediment

Sedimentprov togs vid två olika tillfällen och endast i provpunkt Rännstensbrunn, där vattenprover också har inhämtats. Sedimentproven inhämtades den 2000-12-20 och den 2001-07-02.

Provtagningen skedde genom att sedimenthöjden först uppskattades på flera ställen i brunnen med hjälp av en avvägningsstång. Därefter togs sediment upp med en hink fastsatt på en i längsgående justerbar stång. Proverna togs på olika ställen i brunnen och överflödigt vatten hälldes av på plats.

### 4.5 Analyser och laboratorier

Dagvattnet från *rännstens-, tak- och bräddbrunnen* har vid samtliga provtagningsstillfällen analyserats med avseende på suspenderat material (SS) och dess glödgningsförlust (GF), totalfosfor, totalkväve, hårdhet och metallerna; *kadmium, krom, koppar, bly, zink, nickel* och *kvicksilver*. Medan konduktivitet, ammoniumkväve, fosfatfosfor, kemisk syreförbrukning krommetoden och olja (opolära alifatiska kolväten) endast har analyserats vid enstaka tillfällen.

För det provtagna vattnet från det närliggande *grundvattenröret* har vattnets hårdhet samt alla ovannämnda metaller analyserats vid samtliga tillfällen. Endast vid enstaka tillfällen har suspenderat material (SS), glödgningsförlust (GF), konduktivitet, ammoniumkväve, fosfatfosfor och olja (opolära alifatiska kolväten) analyserats.

*Sedimentet* från provpunkt Rännstensbrunn har vid båda provtagningsstillfällena analyserats med avseende på torrsbstanshalt (TS), glödgningsförlust (GF), totalfosfor, totalkväve, olja och ovannämnda metaller. Dessutom har prov på partikelstorlek tagits vid ett tillfälle. Sediment från alla *filter* i samtliga brunnar har vid varje tillfälle analyserats med avseende på torrsbstanshalt (TS), glödgningsrest (GR) och även på de ovannämnda metallerna.

De flesta proverna har analyserats på Stockholm Vattens ackrediterade laboratorium. Opolära alifatiska kolväten (olja) har dock analyserats på Vattenvårdslaboratoriet (VVL) och partikelstorlek har analyserats på Ytkemiska Institutet (YKI). Även vissa analyser av brunnssedimentet har analyserats på VVL. Metodförteckning redovisas i bilaga F. En förteckning över vilka parametrar som har analyserats och vilket laboratorium som har utfört analyserna finns i bilaga G.

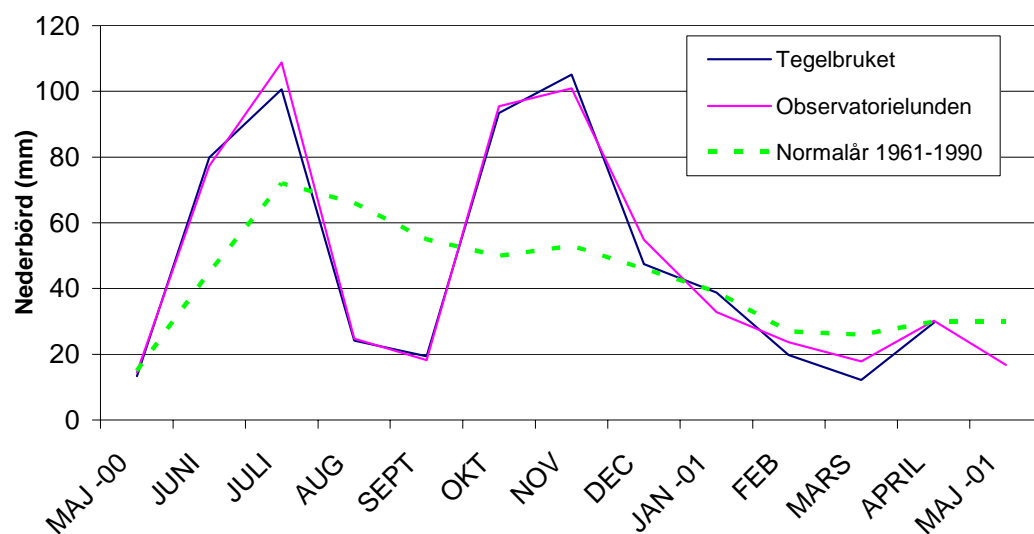
För dagvattnet har olja analyserats som ett tremånaders samlingsprov, vilket innebär att vatten från samtliga provtagningsstillfällen under tre månader har blandats till ett prov proportionellt efter den volym som proverna representerar.

I bilaga H beskrivs tillvägagångssättet vid analys av filter.

## 5 RESULTAT

### 5.1 Resultat från nederbördsättning

Vid SMHI klimatstation i Observatorielunden i Stockholm registrerades en årsnederbörds mängd på 614 mm. Det kan jämföras med att det under ett normalår faller ca 540 mm nederbörd i Stockholm, (SMHI, 2001). Årets nederbörds mängd var alltså ca 10 % större än för ett normalår. Månadsmedeltalen visar att nederbörden var över det normala i juni-juli och oktober-november, men mindre än normalt i augusti-september. I regnmätaren vid Tegelbruket registrerades en årsnederbörds mängd på 600 mm.



Figur nr 5.1. Nederbörd med månadsvärden.

Under provtagningsperioden, 25 maj 2000 till och med den 31 maj 2001, registrerade regnmätaren vid Tegelbruket 602 mm nederbörd. För att kontrollera funktionen av Tegelbrukets regnmätare jämförs värdet med SMHI klimatstation i Observatorielunden i Stockholm som under samma period registrerat nederbörds mängden 616 mm. Avståndet mellan mätarna är drygt en kilometer. I figur 5.1 kan man se att värdena från de båda mätarna i stort sett följer varandra under året, den största skillnaden har registrerats under vintermånaderna samt i juli. Orsaken antas bl.a. vara att Tegelbrukets regnmätare inte var uppvärmd och att det därför finns risk för felaktiga värden under vinterhalvåret då nederbörden kommer i form av snö. Nederbörsskillnaden i juli antas bero på lokala nederbördsvariationer som kan förekomma under sommaren. Överensstämmelsen mellan de båda mätarna är i helhet mycket bra med en korrelationskoefficient (R) på 0,99, vilket tyder på ett starkt linjärt samband.

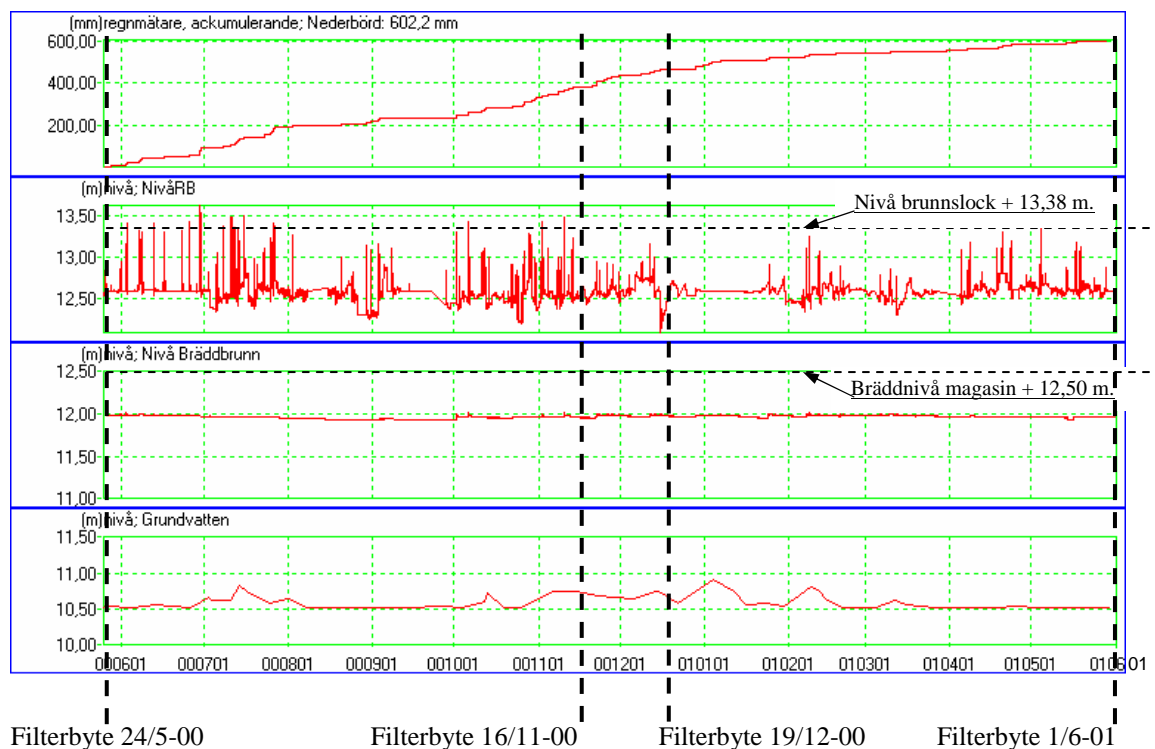
Antal nederbördsstillfällen med en varaktighet på minst 2 minuter, en intensitet på minst 0,1 l/s ha, en volym på minst 0,5 mm och med en uppehållstid på minst 2 timmar var 145 st.

Den 18 december uppmättes de första minusgraderna under provtagningsperioden och den 26 december registrerades den första snön. Snön som kom då låg kvar till och med den 6 januari och uppmätte det under provtagningsperioden största registrerade snödjupet på 17 cm. Temperaturen under vinterperioden varierade mellan  $-20^{\circ}$  och  $+7^{\circ}$  vilket medförde att nederbörden varierade mellan snö och regn. Den 12 april föll den sista snön och efter den 22 april har inga minusgrader registrerats under provtagningsperioden. Efter den 13 april finns inga registreringar om snö på marken. Den 20 mars registrerades 1 cm snö på marken, därefter har marken endast varit mindre än till hälften snötäckt. Uppgifter enligt SMHI's klimatstation vid Observatorielunden.

I beräkningarna i denna rapport har ingen hänsyn tagits till att nederbörden ibland har kommit som snö. Samtliga nederbördsvärden avser okorrigerad nederbörd. I bilaga I redovisas nederbördsdata inklusive regntillfällena med störst intensitet.

## 5.2 Resultat från nivåmätningar

Nivåmätningen i de tre mätpunkterna (rännstensbrunn, bräddbrunn och grundvattenrör) har under provtagningsperioden fungerat tillfredsställande. Ett mått på anläggningens hydrauliska kapacitet erhålls från diagrammen nedan.



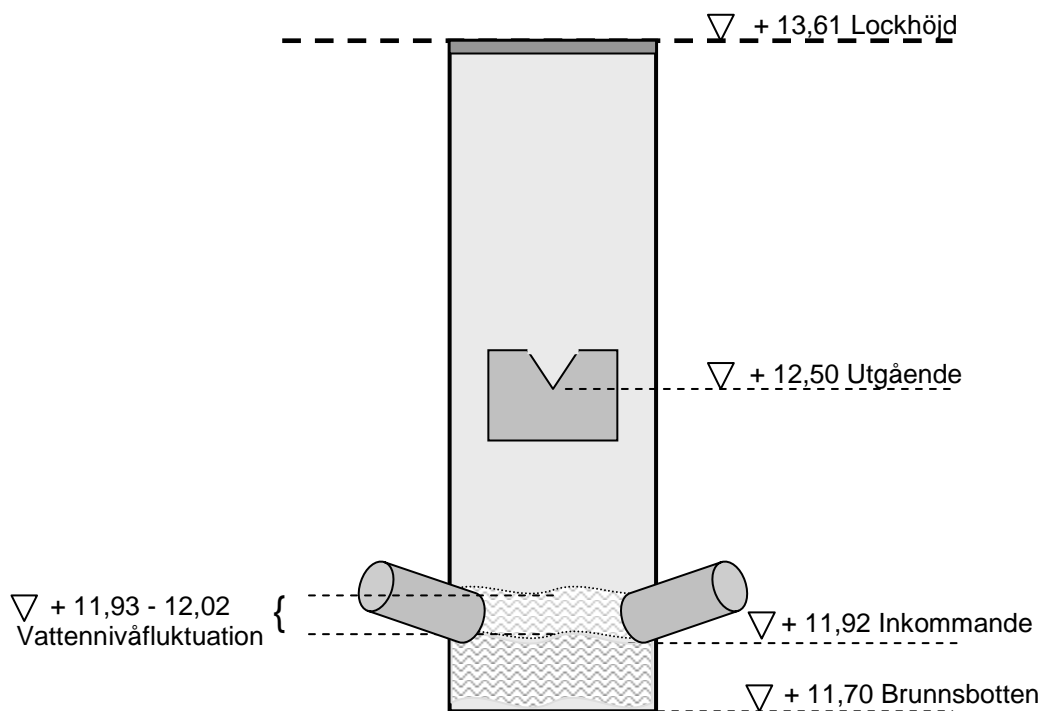
Figur 5.2. Nivå i provpunkt Rännsten, bräddbrunn, grundvattenrör och ackumulerad nederbörd.

### 5.2.1 Rännstensbrunnen

I rännstensbrunnen har nivån fluktuerat med nederbördsvariationerna och har vid torrväder i genomsnitt legat på knappt  $+12,60$  m. Det betyder att det har stått ca 110 cm vatten i brunnen och att brunnen är tät. Rännstensbrunnens gallernivå i gatan ligger på  $+13,38$  m. Resultatet från nivåmätningen visar att det i rännstensbrunnen har bräddat ut på gatan vid 10 tillfällen. På grund av att utrustningen har hamnat under vatten har troligen ett mätfel uppstått vid dessa bräddtillfällen. Den högsta registrerade nivå är  $+13,61$  m och innebär att vattnet skulle ha stått drygt 2 dm över marknivå, vilket inte är troligt.



### 5.2.2 Bräddbrunnen



Figur 5.3. Bräddbrunnens nivåer.

Bräddbrunnens nivå har endast fluktuerat 9 cm under hela mätperioden, från +11,93 till +12,02 meter.

Nivån i bräddbrunnen har aldrig under mätperioden stigit upp till bräddnivån +12,50 m. Nivån i brunnen har som lägst varit +11,93 m. Den låga nivån har endast registrerats under perioden från och med 2000-09-14 till och med 2000-10-01. Inkommande ledningar till bräddbrunnen från magasinet ligger på nivån +11,92.

Resultatet tyder dels på att bräddbrunnen är tät och dels på att när nivån i bräddbrunnen överstiger +11,93 m. kan den anses motsvara nivån i magasinet.

Att vattennivån endast har fluktuerat så lite tyder i sin tur på att vattnet i magasinet snabbt filtreras ut till omgivande mark eller, vilket är mer troligt, att vattnet rinner vidare i ledningsgraven. Vatten som rinner i ledningsgraven kan medföra inläckage i spillvattenledningarna som också ligger i ledningsgraven. Eftersom området är duplicerat är det troligen bättre att på något sätt fånga upp det filtrerade vattnet från magasinet och istället leda det till dagvattennätet eftersom vattnet redan har fördröjts och renats betydligt. Nivån bör kontrolleras igen om några år för att kontrollera om fiberduken runt magasinet sätter igen med tiden.

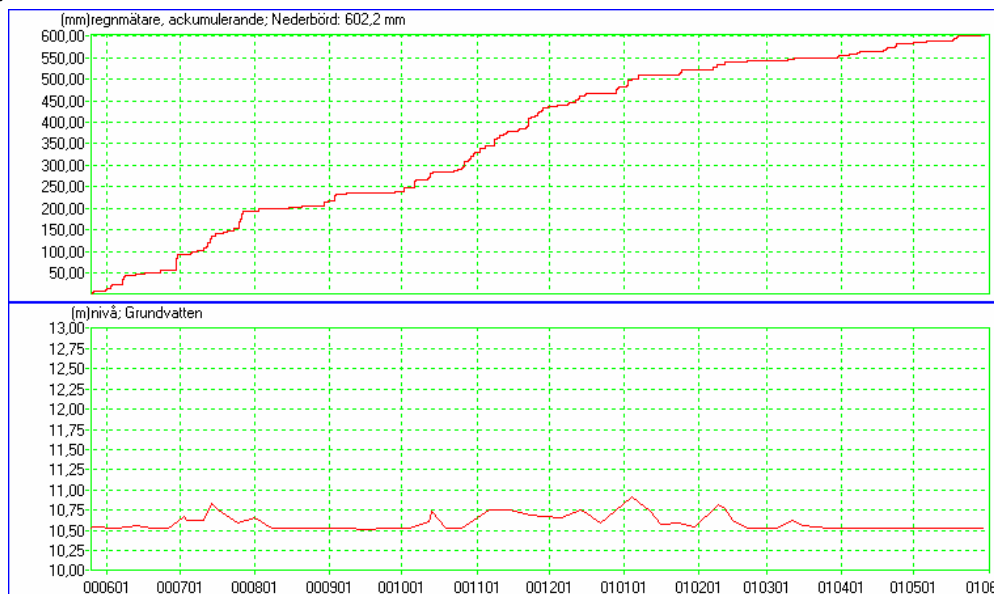
För att ytterligare kontrollera magasinets fluktuation görs en jämförelse med nederbördsvariationerna. Nivåförändringarna i bräddbrunnen jämförs med nivån i rännstensbrunnen. Trots den stora skillnaden av nivåförändringen i centimeter syns ett tydligt samband mellan de båda brunnarnas volymökning. Ett exempel visas i nedanstående figur.



Figur 5.4. Nivå i bräddbrunnen och i rännstensbrunnen.

### 5.2.3 Grundvattenrör

Nivån i grundvattenröret har varierat från +10,52 till +10,91 m. Sambandet mellan nivåvariationen i grundvattenröret och magasinet är svårtolkat. Det beror bland annat på skillnaden i registreringsintervall. Nivån i grundvattenröret har endast registrerats en gång/månad medan nivån i bräddbrunnen har registrerats varje minut. Vid jämförelse mellan grundvattennivån och ackumulerad nederbörd syns dock ett visst samband. Exempelvis finns en nivåökning i samband med mycket nederbörd i juli och i början av oktober. Dessutom har de lägsta grundvattennivåerna registrerats under perioder med ingen eller liten nederbörd, till exempel i augusti-september och i mars-maj.

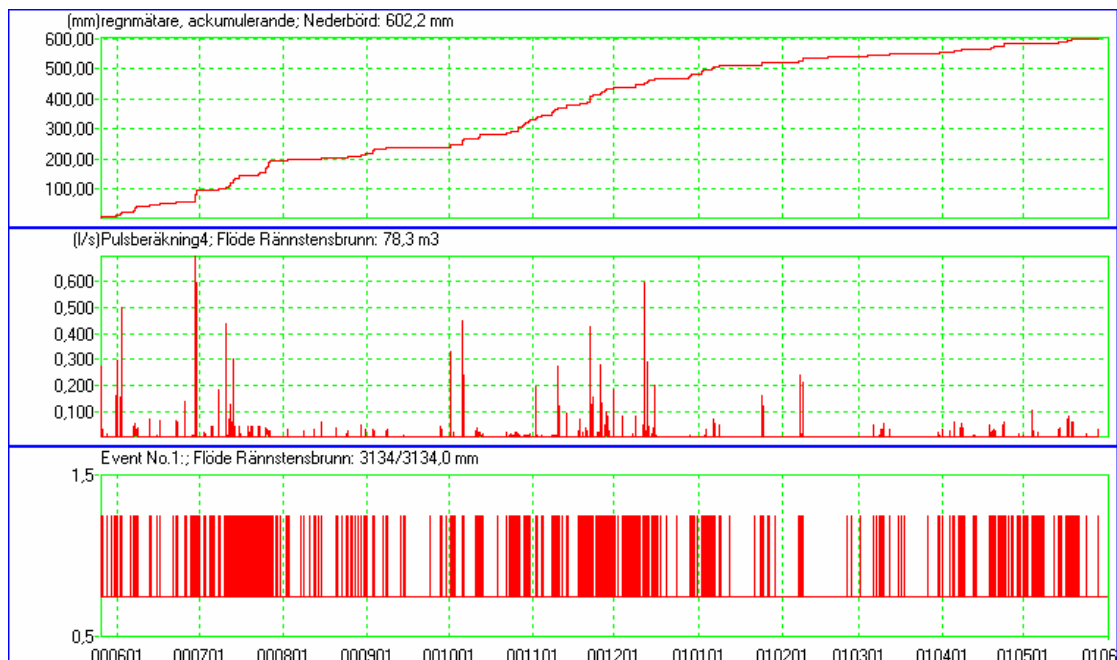


Figur 5.5. Grundvattennivå & ackumulerad nederbörd.

Att nivåförändringarna i grundvattenröret är relativt snabba förklaras av ledningsgravens kraftiga lutning från magasinet och ner mot Fleminggatan. Ledningslutningen från magasinet uppgår till 18 %  $((11,49-11,14)/19 \text{ m})$ .

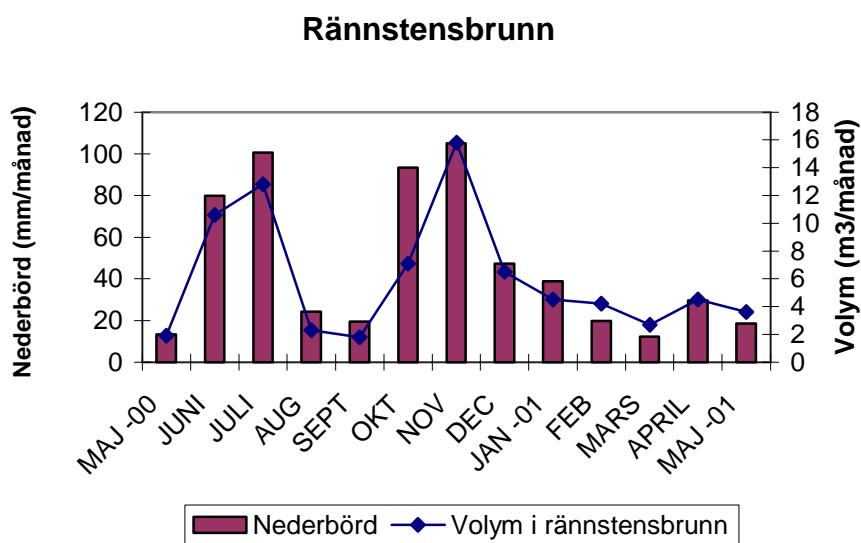
### 5.3 Resultat från flödesmätningar

På grund av att inget vatten bräddade ut från magasinets bräddbrunn finns inget flöde från bräddbrunnen registrerat.



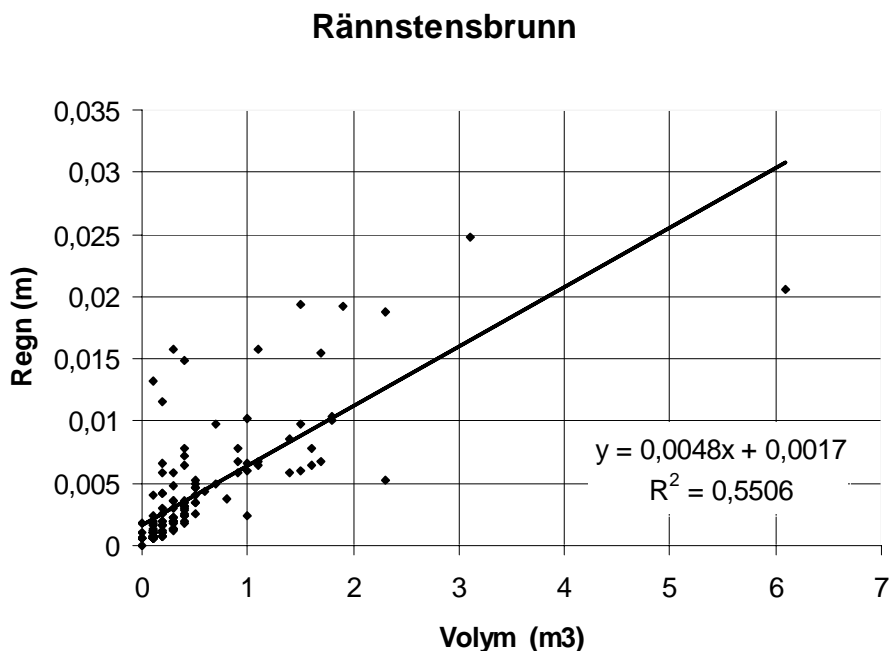
Figur 5.6. Ackumulerad nederbörd och flödesmätning provpunkt Rännstensbrunn. Den undre grafen visar flödesloggningens intensitet, loggintervallet var 25 l/s.

Totalt registrerat flöde i rännstensbrunnen under mätperioden 2000-05-25 och 2001-06-01 är 78,3 m<sup>3</sup>. I februari 2001 fungerade inte flödesmätningen helt tillfredsställande varför ett manuellt avläst värde istället har använts för den perioden. Totalt flöde genom rännstensbrunnen är således 80,9 m<sup>3</sup>.



Figur 5.7 Månadsvärde för volym och nederbörd, provpunkt Rännstensbrunn.

Beräkningar har genomförts för att få graden av linjärt samband mellan nederbörd och inkommande volym i rännstensbrunnen, se figur 5.8. Resultatet visar en ganska stor spridning, korrelationskoefficienten (R) är 0,74. Av sambandet mellan regn och avrinning framgår att storleken av ytmagasinet är 1,7 mm. Vattnet fastnar i ojämnheter i marken och bildar därmed ett ytmagasin. Vattnet i ytmagasinet avdunstar sedan.



Figur nr 5.8 Samband nederbörd och inkommande volym till provpunkt Rännsten.

Ur diagrammet erhålls en tillrinningsarea på ca 208 m<sup>2</sup> (1/0,0048) vilken ska jämföras med den inventerade tillrinningsarean där endast ytan från den asfalterade vägbanan är 280 m<sup>2</sup>. Detta antyder en viss osäkerhet i flödesmätningarna. Felmarginalen ligger troligtvis även i den inventerade tillrinningsarean som endast är framtagen genom okulärbesiktning på plats, utan avvägning.

Maxflödet under provperioden är 0,7 l/s den 29 juni 2000. Vid det nederbördstillfället kom det totalt 3,1 m<sup>3</sup> (24,8 mm) i rännstensbrunnen. Med en ansluten area på 208 m<sup>2</sup> motsvarar maxflödet ett regn med intensiteten 34 l/s ha. Enligt Bengt Dahlströms rapport, (Dahlström, 1979), motsvarar värdet ett regn med återkomsttiden 1 ggr/månad med en varaktighet på 10 minuter. Det är alltså den typen av regn som filtret i rännstensbrunnarna maximalt släpper igenom. Vid kraftigare och/eller långvarigare regn hinner inte allt vatten rinna genom filtret. Istället stiger vattennivån i brunnen tills dagvattnet slutligen bräddar ut på vägbanan. Beräkningar visar att rännstensbrunnens volym och tillrinningsarea motsvarar ett regn på ca 1 mm. Alltså översvämmas brunnen lätt om filtret sätter igen. Beräkningarna stämmer väl överens med nivåmätningarna i rännstensbrunnen som tyder på att bräddning till vägbanan har skett vid ca 10 tillfällen under provtagningsperioden.

## **5.4 Resultat från provtagning**

Provtagningen har i stort sett fungerat tillfredsställande under hela provtagningsperioden. På grund av minusgrader var dock flödesmätningen och provtagningen nästan helt ur funktion från och med 9 februari till och med 9 mars 2001. Dessutom gjordes ett uppehåll i provtagningen under julhelgen då provtagarna stängdes av från och med 19 december 2000 till och med 2 januari 2001. Flödesmätningen pågick dock även under julhelgen.

I undersökningens början fanns problem med inställningen av provtagningsutrustningen och att få tillräckligt vattendjup för att kunna ta upp något vattenprov. Det har även varit problem att få prover på vattnet i bräddbrunnen. Det finns inga tecken i brunnen eller från nivåmätningen som tyder på att det har bräddat. Stickprov från bräddvattnet har därför tagits 1 gång/månad från och med 2000-08-14. Samtidigt togs stickprov på vattnet i grundvattenröret. Prover som tas som stickprov ger mycket osäkra värden. Uppmätta halter i bräddbrunnen och i grundvattenröret ska därför tolkas med försiktighet. Framför allt sker troligen en viss missvisande uppblandning och sedimentering i det ”gamla” stillastående vattnet i bräddbrunnen som alltid är vattenfylld.

## **5.5 Resultat från analyser**

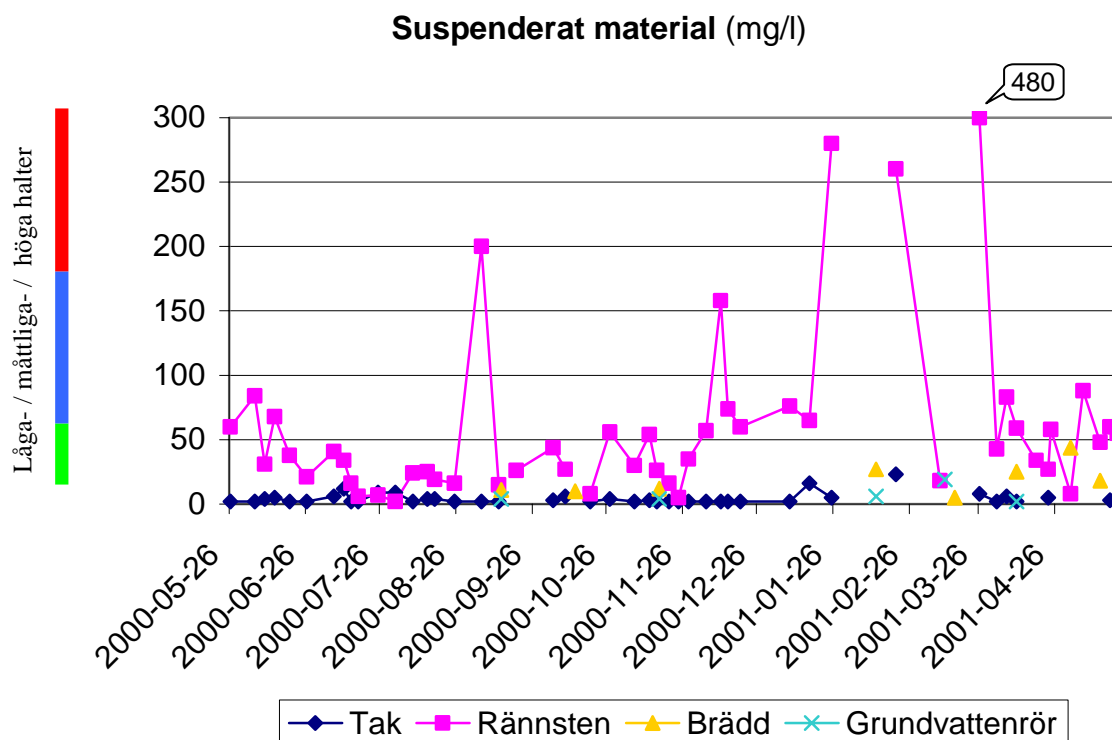
### **5.5.1 Dagvatten**

Prov på magasinets inkommande och utgående dagvatten har tagits i de fyra provtagningspunkterna Rännstenbrunn, Takbrunn, Bräddbrunn och Grundvattenrör. Under försöksperioden har sammanlagt 51 prov på inkommande vägdagvatten till magasinet inhämtats från provtagningspunkten Rännstensbrunn och 49 prov på inkommande takdagvatten till magasinet från provtagningspunkten Takbrunn. I magasinets bräddbrunn har 10 stickprov inhämtats och i det närliggande grundvattenröret har sammanlagt 11 prov inhämtats.

De inhämtade proven har analyserats och samtliga analysresultat redovisas i bilaga J. I bilaga K redovisas samtliga max-, min-, medel- och medianvärden.

I dagvattenstrategin för Stockholms Stad (Gatu- och fastighetskontoret m.fl., 2002.) och i ett förarbete till dagvattenstrategin (Gatu- och fastighetskontoret m.fl., februari 2001.) delas dagvattnet in i tre klasser; låga, måttliga eller höga halter, beroende på innehåll av föroreningar. I klassificeringen anges gränsvärden för suspenderat material, totalfosfor, totalkväve, kadmium, krom, koppar, nickel, bly och zink. I redovisningen av analysresultat nedan görs en jämförelse med denna klassificering. Vid jämförelsen är det dock viktigt att tänka på att dagvattnet i vår undersökning har genomgått rening i form av sandfång med filter och perkolation, till skillnad från halterna i dagvattenstrategin. Dessutom är det medel- respektive medianvärdet som ska jämföras med gränserna i dagvattenstrategin, inte enstaka värden.

## 5.5.1.1 Suspenderat material



Figur 5.9. Halter suspenderat material jämförs med riktvärde från dagvattenstrategin.

Halten suspenderat material, SS, är ett mått på hur mycket partiklar vattnet innehåller. Det suspenderade materialet varierar under provtagningsperioden med en topp under vinterhalvåret för samtliga provpunkter, enligt figur 5.9. Det finns en tydlig ökning vid ett provtagningsstillfälle den 5 september. Orsaken till ökningen är svårklarad men kan delvis bero på att ett förhållandevis kraftigt regn med hög intensitet har registrerades under denna provperiod.

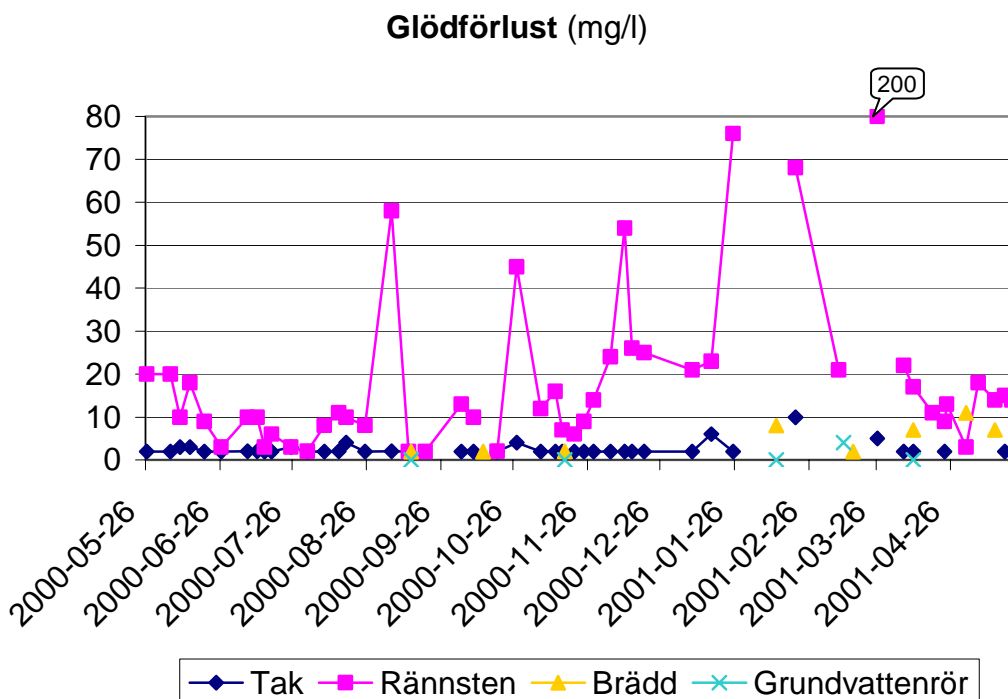
Vattnet från vägbanan har generellt det högsta värdena medan vattnet från taket och grundvattenröret har de lägsta. De högre halterna av suspenderat material vintertid antas bero på halkbekämpning och dubbdäcksanvändning vilket främst belastar rännstensbrunnarna.

Halterna från samtliga provpunkter är enligt klassningen i dagvattenstrategin låga, mindre än 50 mg/l, utom för rännstensbrunnen vars halter vid ett flertal tillfällen, främst under vintermånaderna, stigit till höga halter dvs. högre än 175 mg/l. Rännstensbrunnens medelvärde uppnår måttliga halter och medianvärdet ligger under gränsen för låga halter. Halterna redovisas i figur 5.9 tillsammans med staplar som motsvarar dagvattenstrategins riktvärden för låga, måttliga respektive höga halter.

<i>Suspenderat material (mg/l)</i>				
Provpunkt	Min	Max	Medel	Median
<b>Rännsten</b>	2	480	63	40
<b>Tak</b>	<2	23	4	<2
<b>Brädd</b>	5	44	19	15
<b>Grundvattenrör</b>	4	19	7	4

Tabell 5.1 Halter suspenderat material.

## 5.5.1.2 Glödgningsförlust

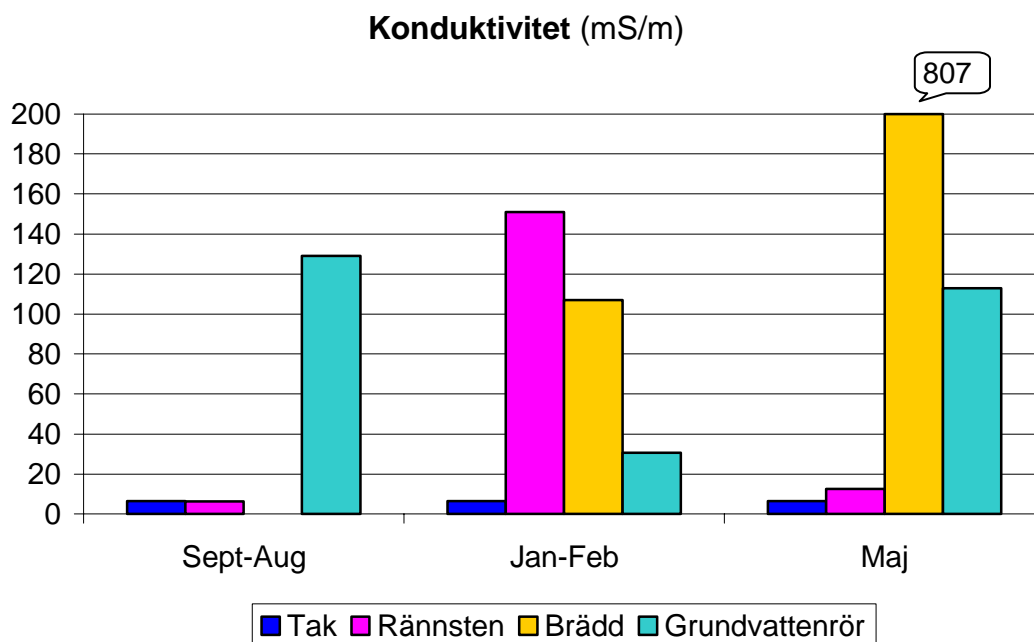


Figur 5.10. Halter glödgningsförlust.

Halten glödgningsförlust, GF, anger hur stor del av det suspenderade materialet som består av organiskt material. I ovanstående figur 5.10 redovisas glödgningsförlusten som, liksom det suspenderade materialet, har förhöjda halter under vinterperioden. Framförallt syns ökningen i rännstensbrunnen. Undersökningen visar att för provtagningspunkterna rännsten, brädd och grundvattenrör ligger andelen organiskt material i medeltal på ca 30 % av det suspenderade materialet. Värdet stämmer väl överens med andelen organiskt material vid liknande undersökningar (Ekvall & Strand, 2001) Kvarvarande 70 % består således av oorganiskt material som sand och grus. Det oorganiska materialet är tyngre och borde i större utsträckning ha avskiljts vid sedimentering i sandfånget av rännstensbrunnen respektive i magasinet. I takvattnet var andelen organiskt material i medeltal ca 75 % av det suspenderade materialet. Att värdet är högre i takvattnet verkar rimligt eftersom taket endast belastas av luftburna föroreningarna.

<i>Glödgningsförlust (mg/l)</i>				
Provpunkt	Min	Max	Medel	Median
<b>Rännsten</b>	<2	200	21	13
<b>Tak</b>	<2	10	3	<2
<b>Brädd</b>	<2	11	5,1	4,5
<b>Grundvattenrör</b>	<2	4	2,4	<2

Tabell 5.2. Halter glödgningsförlust.

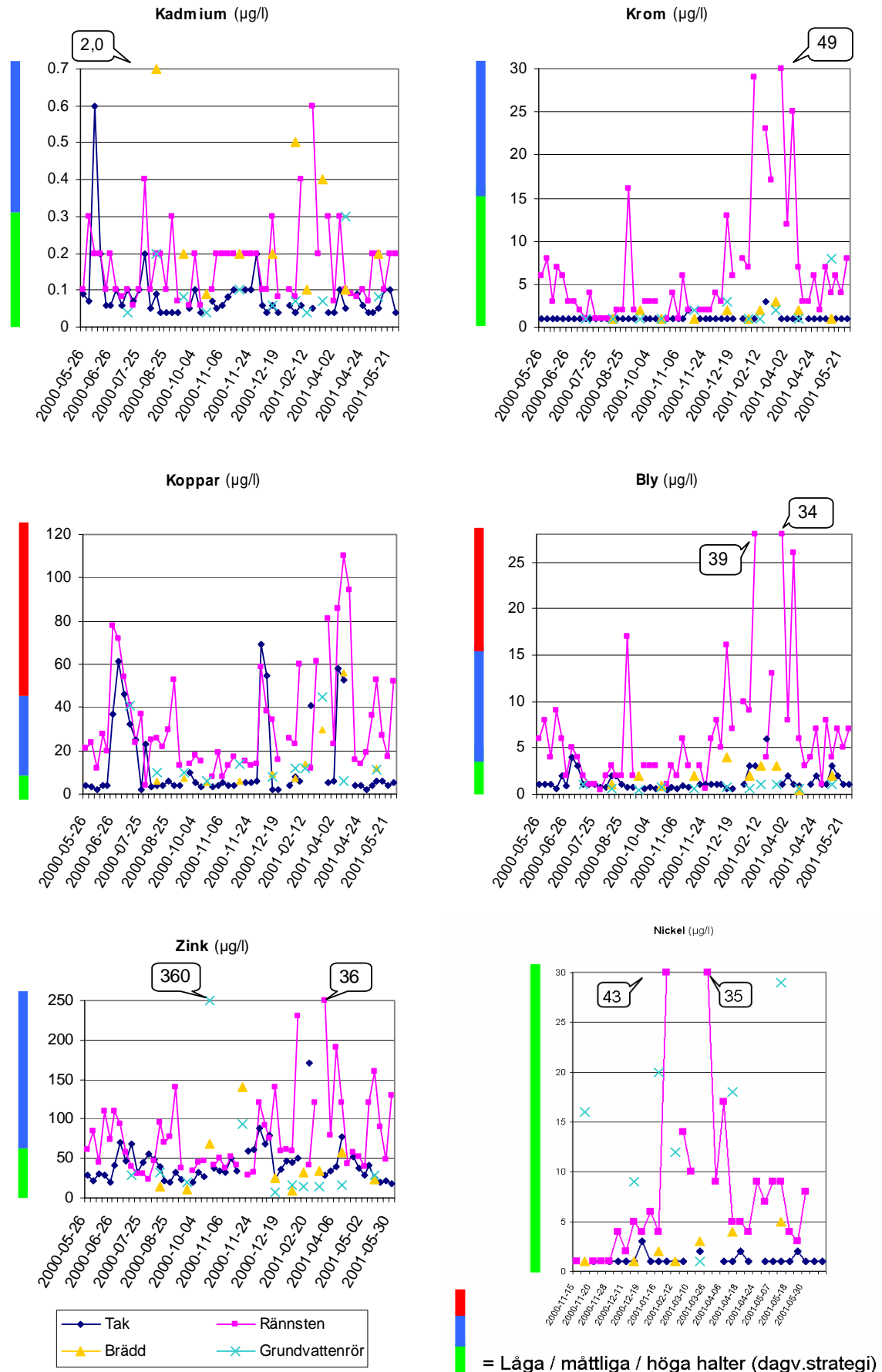
5.5.1.3 *Konduktivitet*

Figur 5.11. Halter konduktivitet.

Konduktivitet, som är ett mått på vattnets elektriska ledningsförmåga, indikerar om vattnet innehåller spår från t.ex. saltning av vägbanor. Generellt för dagvatten anses normala värden vara 10 – 100 mS/m. Vid halkbekämpning med salt kan värden upp till 2000 mS/m förekomma, (Ekvall & Strand, 2001). Provtagningsperiodens första saltning av körbanan utfördes den 26 december 2000 och den sista saltningen skedde den 2 mars 2001. Prov på konduktivitet har endast tagits vid tre tillfällen; september/oktober, januari/februari och i maj. Resultaten av de prov som har inhämtats visar att endast värdena från rännstensbrunnen ökar med saltanvändningen under vinterperioden. Den höga halten i provet från bräddbrunnen i maj är svårföklarad. Takdagvattnet visar, som förväntat, konstant mycket låga halter vid samtliga provtillfällen. Proven från grundvattenröret och från bräddbrunnen visar däremot lägst konduktivitet under vinterperioden.



5.5.1.4 Metaller



Figur 5.12. Metallhalter och riktvärde enligt dagvattenstrategin.

Sex av de sju undersökta metallerna, *kadmium, krom, koppar, bly, zink, nickel, kvicksilver*, redovisas i diagrammen ovan (figur 5.12) Metallhalterna redovisas tillsammans med staplar som motsvarar dagvattenstrategins riktvärden för låga, måttliga respektive höga halter, se även bilaga L. Kviksilver tas inte med i redovisningen eftersom halterna vid samtliga provtillfällen understiger metodens dåvarande detektionsgräns på 0,1 µg/l.

På grund av de låga halterna gjordes ett uppehåll av kvicksilveranalyserna från och med 2000-11-15 till och med 2001-05-14. Nickel började analyseras från och med 2000-11-15.

Diagrammen visar att metallhalterna varierar under provtagningsperioden med en kraftig ökning under vinterperioden. Det finns ett tydligt samband mellan metallhalterna och halten suspenderat material. I provpunkten rännsten finns en markant ökning av samtliga metallhalter vid ett provtagningsstillfälle den 5 september. Denna ökning gäller även suspenderat material.

*Rännstensbrunnen* har generellt högst värden. Vid jämförelse med de i dagvattenstrategin angivna gränsvärdena klassas dock rännstensbrunnens medel- och medianvärde som låga till måttliga. Koppar, bly och zink uppnår måttliga halter.

		<b>Metaller (µg/l)</b>					
		<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>
<b>Väg</b>	<b>Min</b>	0,06	<1	4	<1	0,5	24
	<b>Max</b>	0,60	49	110	43	39	360
	<b>Medel</b>	0,17	7	33	9	7	81
	<b>Median</b>	0,20	4	24	5	4	60
<b>Tak</b>	<b>Min</b>	<0,05	<1	2	<1	<0,5	18
	<b>Max</b>	0,60	3	69	3	6	170
	<b>Medel</b>	0,09	1	14	1	1,3	43
	<b>Median</b>	0,06	<1	5	<1	1	36
<b>Brädd</b>	<b>Min</b>	0,09	<1	5	<1	<0,5	9
	<b>Max</b>	2,00	3	56	5	4	140
	<b>Medel</b>	0,40	2	15	2	2	42
	<b>Median</b>	0,20	2	8	2	2	30
<b>Grundvattenrör</b>	<b>Min</b>	<0,05	<1	6	1	<0,5	8
	<b>Max</b>	0,30	8	45	29	1	360
	<b>Medel</b>	0,10	2	16	15	0,8	58
	<b>Median</b>	0,07	1	11	16	0,7	20

Tabell 5.3. Metallhalter.

Vid jämförelse med dagvattenstrategins angivna riktvärden är även halterna från de övriga provtagningspunkterna; *tak, brädd* och *grundvattenrör* generellt låga avseende medel- och medianvärde. Medelvärdet uppnår däremot måttliga halter avseende koppar i samtliga provpunkter och i grundvattenröret är även medianhalten för koppar måttlig. Även medelhalten för kadmium i bräddbrunnen (stickprov) klassas som måttlig.

I vissa av provtagningspunkterna visar metallhalterna ett oväntat resultat. Bland annat återfinns undersökningens högsta *nickelhalter*, avseende medel- och medianhalter, i

grundvattenröret som ligger utanför magasinet. Det tyder på att vattnet i grundvattenröret är, eller har blivit uppblandat med, ett annat vatten än det inkommande till magasinet som rinner i ledningsgraven.

### Jämförelse med grundvatten

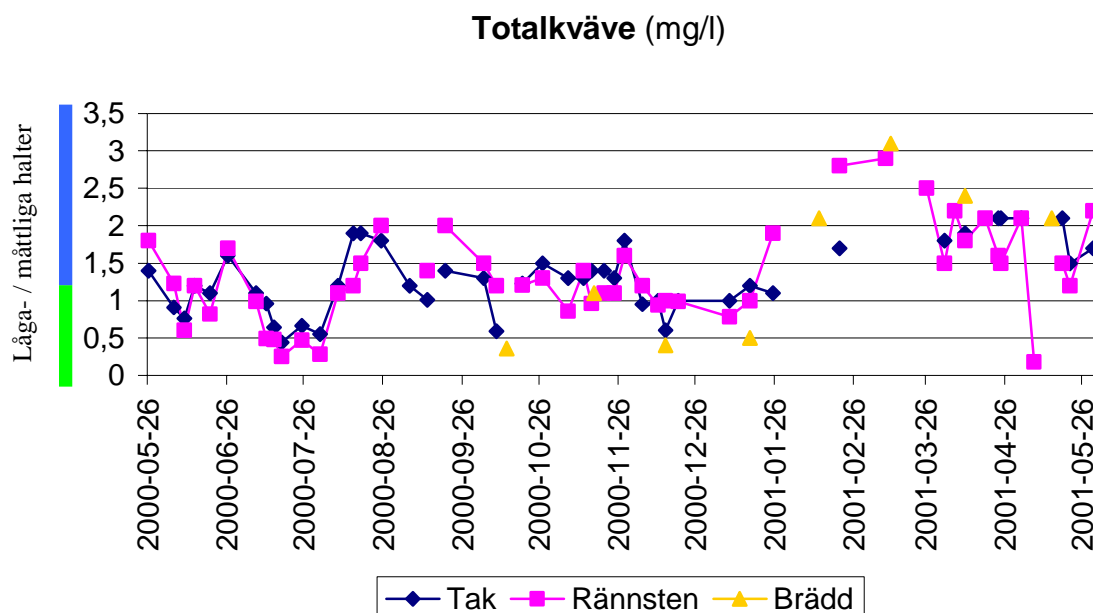
Vid jämförelse med uppmätta halter från en grundvattenundersökning gjord i Stockholm (SGU, 1997) ligger medel- och medianhalterna i vattnet från grundvattenröret i princip på samma nivå som i grundvattnet i Stockholm. Endast nickelhalterna skiljer sig något genom att värdena vid Tegelbruket är något högre. Samtliga nickelhalter ligger dock på mycket låga halter med avseende på klassificeringen i dagvattenstrategin.

	GRUNDVATTENUNDERSÖKNING				
	Tegelbruket		Kungsholmen NV	Stockholm	
	Median	Medel	Medel	Median	Medel
<b>Hg</b> (ng/l)	<100	<100	111	15,6	123
<b>Cu</b> (µg/l)	11	16	10,6	8,6	12,6
<b>Cr</b> (µg/l)	1	2	0,2	0,8	1,07
<b>Pb</b> (µg/l)	0,7	0,8	<0,10	0,57	0,85
<b>Ni</b> (µg/l)	16	15	3,74	7,07	9,59
<b>Zn</b> (µg/l)	20	58	35,5	30,7	54,1
<b>Cd</b> (µg/l)	0,07	0,10	<0,02	0,05	0,09

Tabell 5.4. Grundvatten i Stockholm och provtaget vatten från grundvattenrör.

### 5.5.1.5 Kväve och fosfor

#### Totalkväve (Tot-N)



Figur 5.13. Totalkvävehalter jämförs med riktvärde från dagvattenstrategin.

Bestämning av totalkväve ger summan av oorganiska och organiska kväveföreningar. Kväve i dagvatten förekommer till större andel än andra föreningar som lösta fraktioner.

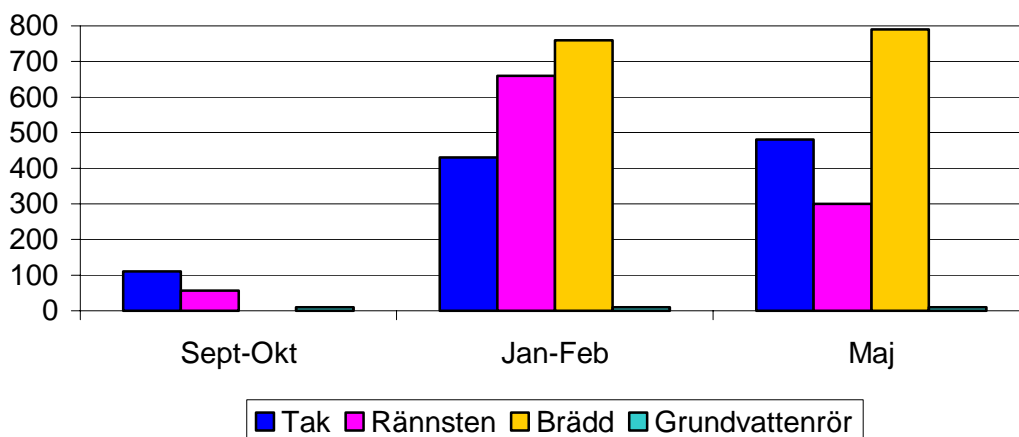
Analysresultaten redovisas i diagrammet ovan (5.13) och jämförs med staplar som motsvarar dagvattenstrategins riktvärden för låga, måttliga respektive höga halter. Resultatet visar förhöjda halter under vinterperioden, liksom för suspenderat material. Halterna i provpunkterna skiljer sig inte nämnvärt åt. Medel- och medianvärdet för samtliga provtagningspunkter ligger generellt på måttliga halter.

<i>Totalkväve (mg/l)</i>				
Provpunkt	Min	Max	Medel	Median
<b>Rännsten</b>	0,18	2,90	1,34	1,21
<b>Tak</b>	0,44	2,10	1,30	1,30
<b>Brädd</b>	0,36	3,10	1,51	1,60

Tabell 5.5. Totalkvävehalter.

#### Ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N)

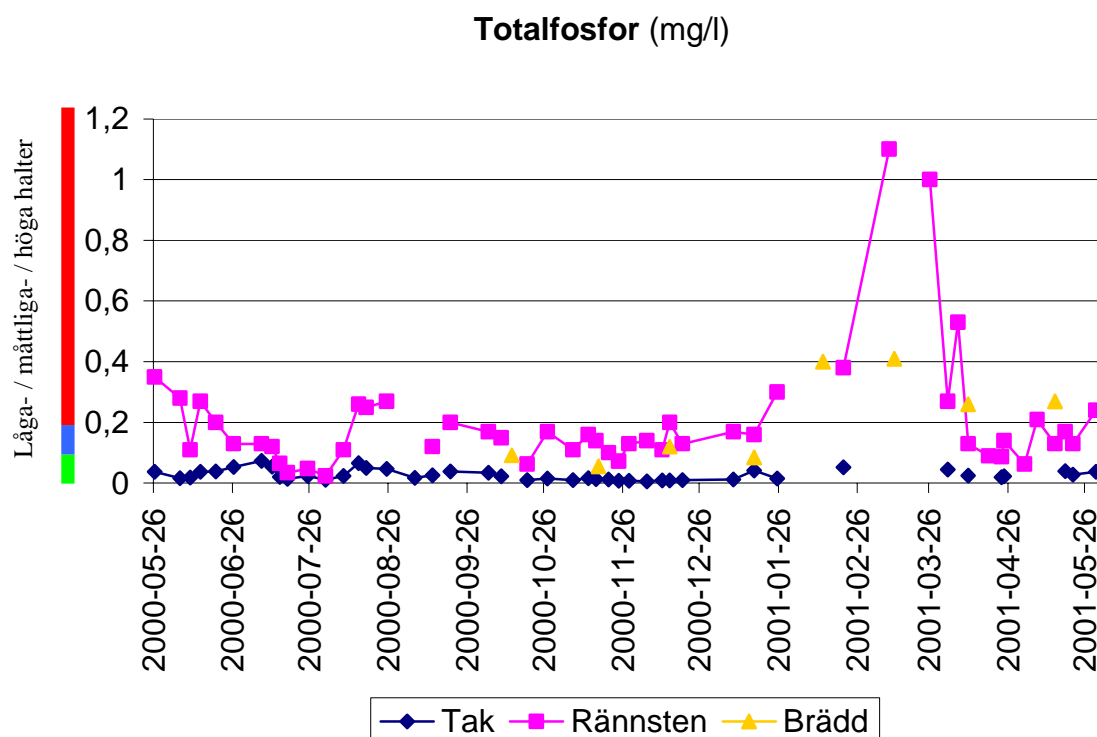
#### Ammoniumkväve (µg/l)



Figur 5.14. Halter ammoniumkväve.

Ammoniumkväve är den oorganiska fraktionen av kväve som bildas vid nedbrytning av kväveföreningar. Förhöjda halter kan tyda på föroreningar från avloppsvatten eller gödsel.

Under provtagningsperioden har prov på ammoniumkväve endast tagits vid tre tillfällen; september/oktober, januari/februari och i maj. Halten ammoniumkväve i grundvattenröret var under analysmetodens detektionsgräns vid alla tre provtillfällen, dvs. <10 µg/l. Resultatet för de övriga provpunkterna visar på en förhöjning av halterna i vinter- och i vårprovet jämfört med höstprovet. De högsta halterna har uppnåtts i bräddbrunnen. Inget av proverna tyder på någon påverkan från avlopp.

**Totalfosfor (Tot-P)**

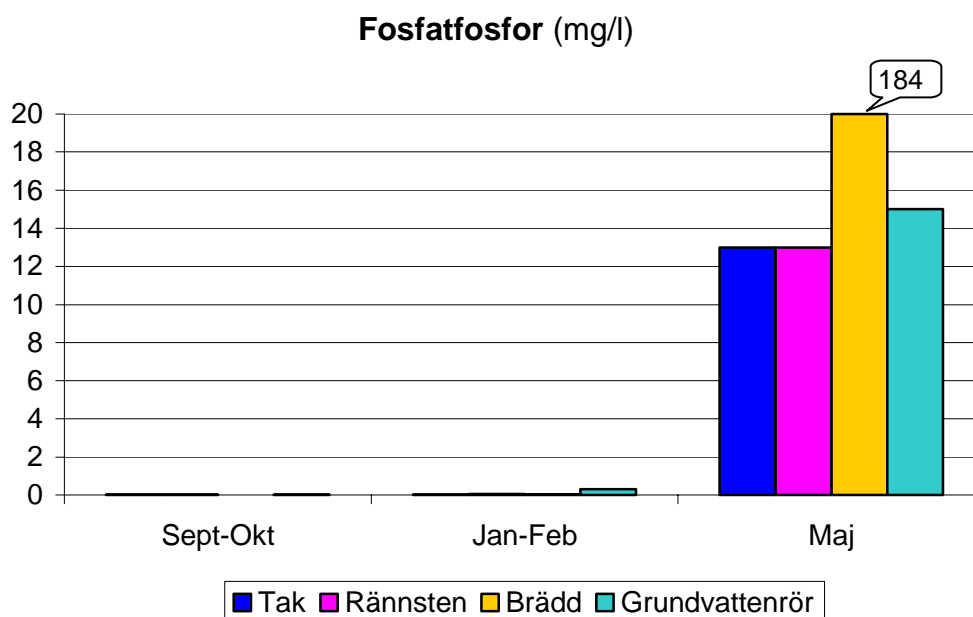
Figur 5.15. Totalfosforhalter och jämförs med riktvärde från dagvattenstrategin.

Analys av totalfosforhalten ger summan av oorganiskt fosfat och organiskt bunden fosfor. Höga halter av totalfosfor sammanfaller oftast med höga ammonium- och totalkvävehalter. Dagvattenundersökningar i Stockholm visar att dagvatten kan innehålla en hel del fosfor och att halterna är kopplade till trafikintensiteten (Gatu- och fastighetskontoret m.fl., augusti 2001)

Halten totalfosfor i rännstensbrunnen och i bräddbrunnen visar, liksom tidigare omnämnda parametrar, en topp under vinterperioden. Det finns som förväntat ett tydligt samband med halten suspenderat material. Medel- och medianvärdet för dessa två provpunkter ligger på måttliga till höga halter. De höga halterna kan komma från gödning av en nyanlagd gräsmatta inom tillrinningsområdet. Takvattnet däremot har genomgående konstant låga halter totalfosfor. Analysresultaten redovisas i figur 5.15 och jämförs med staplar som motsvarar dagvattenstrategins riktvärden för låga, måttliga respektive höga halter.

<i>Totalfosfor (mg/l)</i>				
Provpunkt	Min	Max	Medel	Median
<b>Rännsten</b>	0,02	1,10	0,20	0,14
<b>Tak</b>	0,01	0,07	0,03	0,02
<b>Brädd</b>	0,06	0,41	0,21	0,19

Tabell 5.6. Fosforhalter

**Fosfatfosfor ( $PO_4\text{-P}$ )**

Figur 5.16. Halter fosfatfosfor.

Höga fosfathalter kan tyda på förorening från avlopp eller gödsling. Prov på fosfatfosfor har liksom ammoniumkväve tagits endast vid tre tillfällen; september/oktober, januari/februari och i maj. Resultatet från januari/februari- och september/oktoberproven visar på mycket låga halter i alla provpunkterna. Provet taget i maj har högre värden, speciellt i bräddbrunnen med en halt på 184 mg/l. Vid samma provtillfälle ligger de övriga provpunkterna på 13-15 mg/l.

**5.5.1.6 Övriga analyser****Hårdhet**

Vattnets hårdhet bestäms av mängden kalcium- och magnesiumjoner och ju högre halter av dessa joner desto hårdare är vattnet.

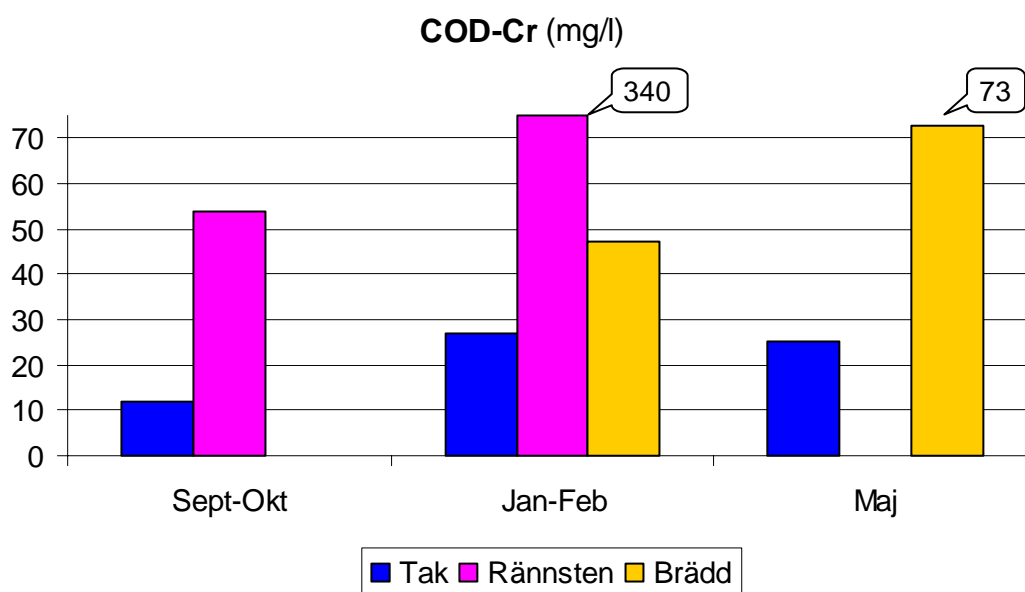
Resultatet visar låga värden i samtliga provtagningspunkter utom i grundvattenröret. Grundvattenröret har i genomsnitt ungefär en tiopotens högre värden och ett maxvärde på 32 °dH. Det finns även en tendens till en liten ökning av halterna i rännstensbrunnen under vinterperioden. Halten i bräddbrunnen ökar under vintern och fortsätter sedan att stiga under våren.

<i>Hårdhet (dH)</i>				
Provpunkt	Min	Max	Medel	Median
<b>Rännsten</b>	0,4	6,9	1,4	1,1
<b>Tak</b>	0,3	1,8	0,8	0,8
<b>Brädd</b>	0,6	11,0	4,1	2,0
<b>Grundvattenrör</b>	10,3	32,0	19,5	18,0

Tabell 5.7. Hårdhetshalter.

Den stora skillnaden mellan grundvattenröret och övriga provpunkter tyder på att vattnet i grundvattenröret är, eller har blivit uppblandat med, ett annat vatten än det inkommande dagvattnet till magasinet. De uppmätta hårdhetsgraderna i grundvattenröret tyder inte på läckage på dricksvatten- eller avloppsvattenledningarna i området. Hårdhetsgraden i dricksvatten i detta område ligger generell på 5-6°dH och ammoniumkvävehalterna med ett värde på <1 mg/l tyder inte på någon påverkan från avlopp. Däremot tyder de höga hårdhetsgraderna i grundvattenröret på att vattnet är just grundvatten. Grundvatten brukar ha en hårdhetsgrad på 5-25°dH, beroende på markmaterial.

#### ***Kemisk syreförbrukning, krommetoden COD-Cr***



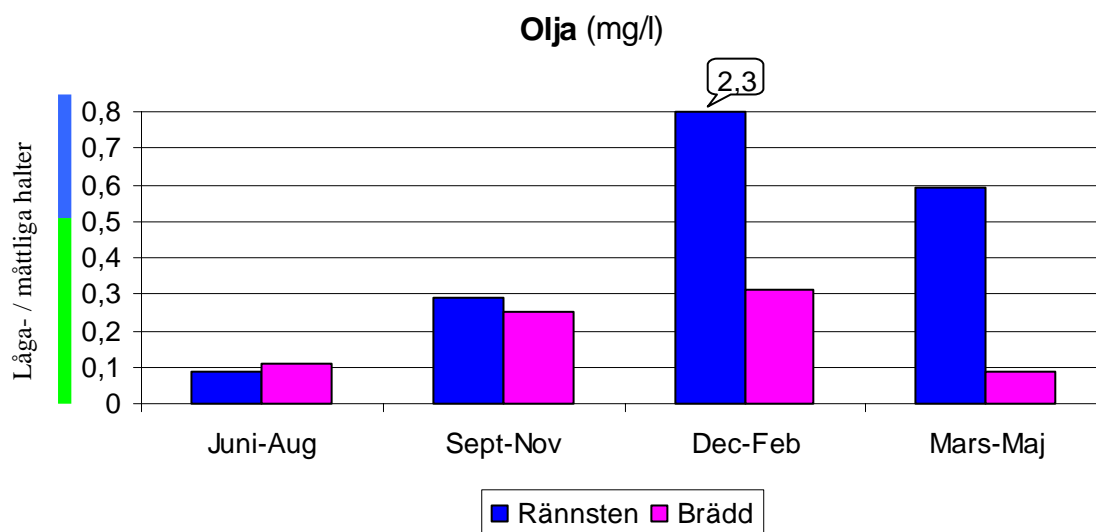
*Figur 5.17. Halter kemisk syreförbrukning.*

Kemisk syreförbrukning, mätt med krommetoden, är ett mått på mängden syreförbrukande organisk substans.

Prov togs endast vid tre tillfällen under provtagningsperioden; september/oktober, januari/februari och i maj. På grund av en analysmiss saknas analysresultat från bräddbrunnen vid provtillfället september-oktober och vid tillfället i maj saknas resultat från rännstensbrunnen. Diagrammet visar ett maximalt värde på 340 mg/l.

En tidigare gjord dagvattenundersökning vid Norr Mälarstrand (Sanderson, 1997), som ligger ca 700 m från kvarteret Tegelbruket, har uppmätt medelhalter på 152 mg/l och medianhalter på 110 mg/l.

### 5.5.1.7 Olja (Opolära alifatiska kolväten)



Figur 5.18. Oljehalter jämförs med riktvärde från dagvattenstrategin.

Olja, opolära alifatiska kolväten, är en vanlig analysparameter för mineralolja vid analys av dagvatten och innefattar bland annat smörjolja och diesel (Gatu- och fastighetskontoret m.fl., augusti 2001)

Olja har analyserats som tremånaders samlingsprov vid fyra tillfällen; juni/augusti, september/november, december/februari och mars/maj. Samlingsprovet juni/augusti saknar dock prov från bräddbrunnen i juni. Analysresultatet visar därmed endast ett tvåmånaders samlingsprov avseende provpunkt brädd vid det tillfället.

Samtliga oljeanalyser från provpunkt tak och grundvattenrör har halter som understiger analysmetodens detektionsgräns <0,1 mg/l. Därför redovisas endast provpunkt rännsten och brädd i diagrammet ovan. I diagrammet jämförs analysresultaten med staplar som motsvarar dagvattenstrategins riktvärden för låga, måttliga respektive höga halter.

Diagrammet visar liksom för övriga parametrar på maximala värden under vinterperioden. Högst värde är uppmätt i rännstensbrunnen, 2,3 mg/l, som enligt klassificeringen i dagvattenstrategin klassas som hög halt. Medel- och medianvärdet ligger på låga halter (<0,5 mg/l) för samtliga provpunkter utom för rännstenbrunnen, där medelvärdet istället klassificeras som måttligt (0,84 mg/l).

### 5.5.2 Filter

Provtagningen vid Tegelbruket var egentligen tänkt att börja den 9 februari 2000. Vid det tillfället sattes därför nya filter i alla till magasinet inkommande brunnar. Men på grund av problem med läckage i provpunkten Rännstensbrunn försenades starten. Istället startades provtagningen den 25 maj 2000 och i samband med det byttes filtret i rännstensbrunnen. Inga andra filter byttes vid detta tillfälle. Efter ungefär halva provtagningsperioden byttes samtliga filter vid anläggningen. Efter ytterligare en månad byttes två av filtren igen, ett takfilter och ett rännstensbrunnfilter. Därefter byttes samtliga av anläggningens filter vid provtagningsperiodens slut. Därmed har samtliga filter bytts ut vid 3 tillfällen medan filtret i rännstensbrunnen och i takbrunnen har bytts ut fler gånger.



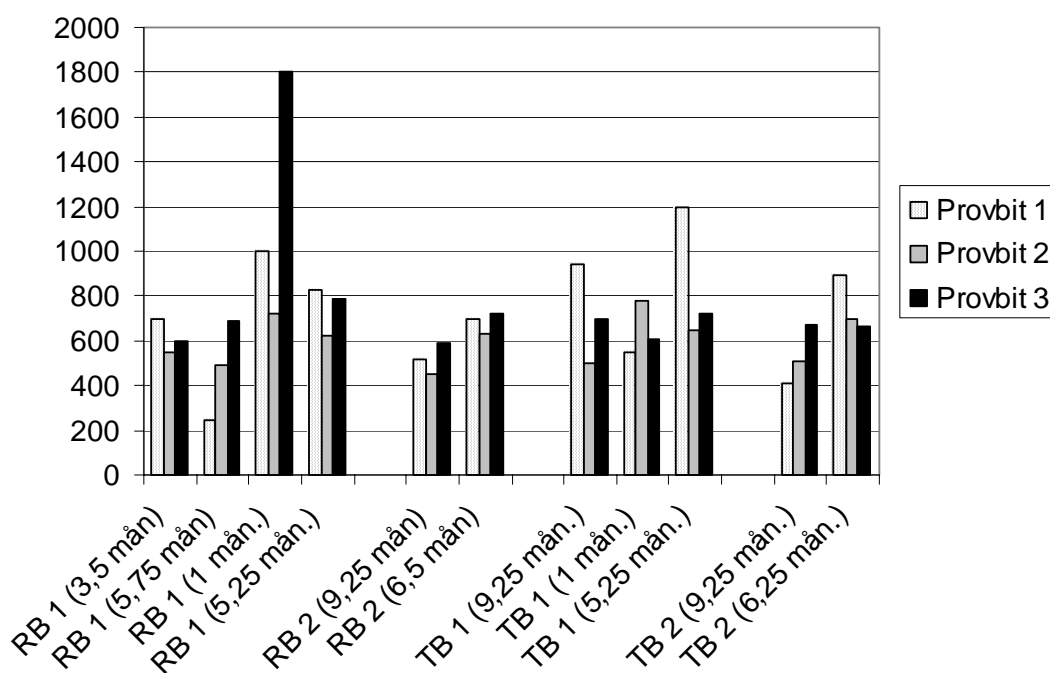
Datum för filterbyte	Brunn där filterbyte har skett
2000-09-02	Samtliga fyra brunnar
2000-05-24	Provpunkt Rännstensbrunn
2000-11-16	Samtliga fyra brunnar
2000-12-19	Provpunkt Rännstensbrunn och provpunkt Takbrunn
2001-06-01	Samtliga fyra brunnar

Provpunkt Rännstensbrunn och provpunkt Takbrunn är de brunnar där även provtagning av vatten har skett. För övriga två brunnar (rännstensbrunn 2 och takbrunn 2) har endast prov på filter tagits.

Sammanlagt har totalt 11 filter bytts ut och analyserats, 5 filter från takbrunnarna, varav 3 är från provpunkten Takbrunn och 6 filter från rännstensbrunnar, varav 4 är från provpunkten Rännstensbrunn.

För att analysera föroreningarna som har fastnat på filtren har tre provbitar per filter klippts ut på olika ställen och analyserats enligt bilaga H. Halterna från de tre urklippta filterbitarnas sediment har sammanställts till ett medelvärde. För att undersöka medelvärdets representativitet för föroreningsinnehållet på filtren undersöktes spridningen av filterbitarnas halter. För vissa parametrar på några av filtren syntes en stor skillnad mellan de olika bitarnas resultat, men oftast stämde medelvärdet väl överens med provbitarnas enskilda värden. Därför har bitarnas medelvärden fått representera hela filtret i utvärderingen av denna undersökning. I figur 5.19 redovisas ett exempel på spridningen avseende zink.

**Zinkhalter i sediment på filterbitar (mg/kg TS)**



Figur 5.19. Siffrorna inom parentes anger hur länge filtren har suttit ute i brunnen. RB står för rännstensbrunn och TB för takbrunn. Nr 1 betyder att det är samma provpunkt som för vattenproverna.

Analysresultaten för filtersediment som presenteras i denna rapport avser prov inklusive filter, inga nollprov har dragits ifrån de smutsiga filtren eftersom värdena från nollproven visade sig vara så låga att de oftast har legat under analysmetodens detektionsgräns. För samtliga parametrar redovisas ett medelvärde från ett trippelprov.

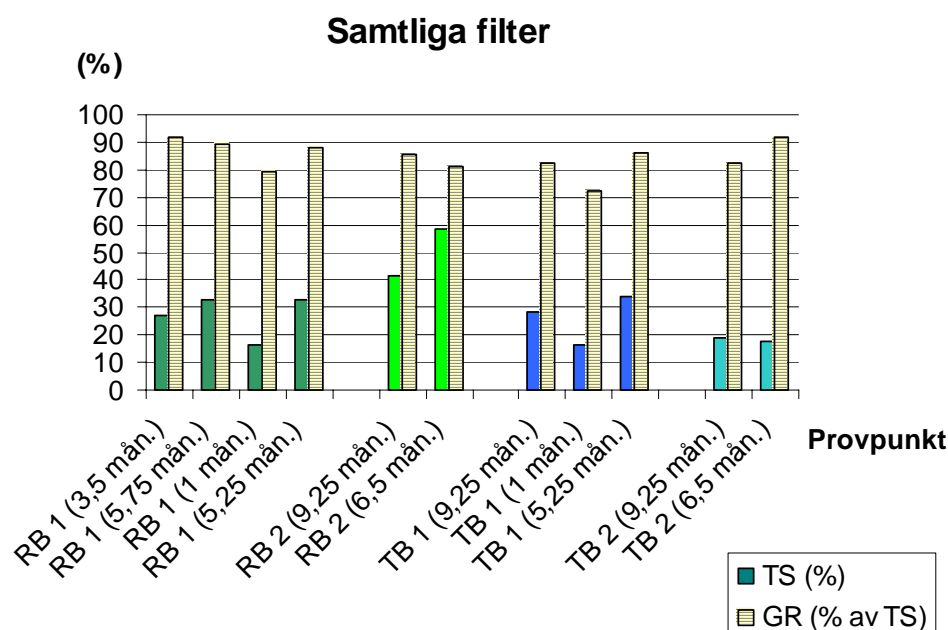
Analysresultaten av sedimentet från filtren har jämförts med gränsvärden för avloppsslam som får läggas ut på åkermark enligt Svensk författningssamling § 20 (SFS 1998:944). Jämförelse har även gjorts dels med halter i avloppsslam från Henriksdals reningsverk enligt miljörapport 2000 och 2001 (Stockholm Vatten AB, Miljörapport, 2001 respektive 2002) och dels med en tidigare gjord dagvattenundersökning vid Norr Mälarstrand (Sanderson, 1997).

I rännstensbrunnarna respektive takbrunnarna har två olika kvaliteter av samma filtertyp använts, se kapitel 3.2.6 vilket kan påverka resultatet. Filtret i takbrunnen har lägre genomsläpplighet än filtret i rännstensbrunnen. Olika lång verkningsperiod och klimatets årstidsvariationer kan också påverka resultatet.

Samtliga analysresultat för sedimentet som har fastnat på filtren redovisas i bilaga M.

### 5.5.2.1 Torrsubstans och Glödgningsrest

Andelen torrsubstans och glödgningsrest i filtersediment från samtliga filter redovisas i figur 5.20.



Figur 5.20. Halter av torrsubstans och glödgningsrest i filtersediment. RB står för rännstensbrunn och TB för takbrunn. Nr 1 betyder att det är samma provpunkt som för vattenproverna.

Torrsubstanshalten, TS, i sedimentet som har fastnat på filtren är mellan 16-58 %.

Medianhalter från samtliga filter avseende torrsubstans och glödgningsrest redovisas i tabell 5,8. I gällande förordning (SFS 1998:944) har inte några gränsvärden för dessa parametrar angivits.

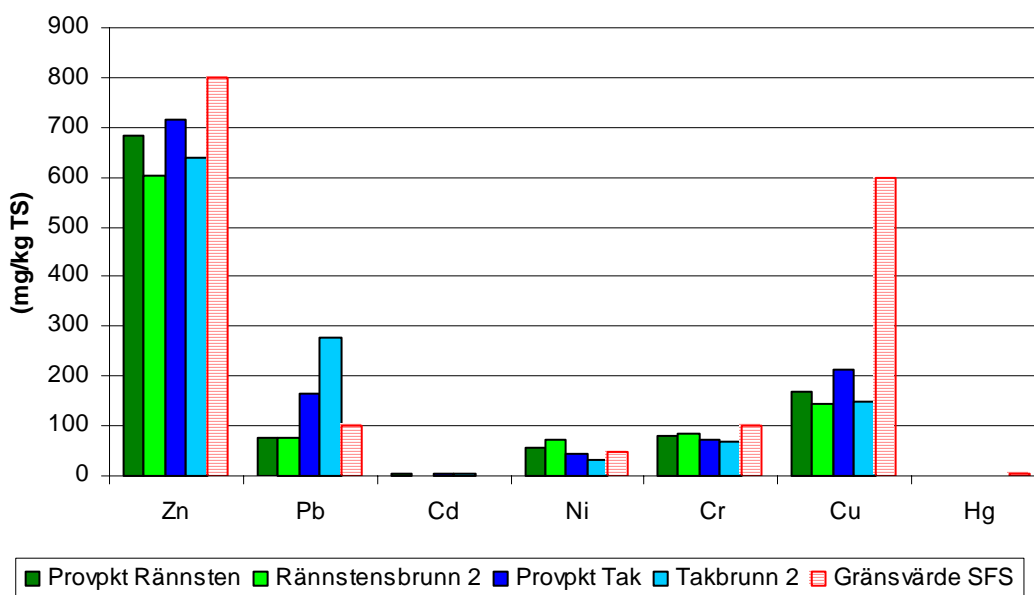
Medianhalter	Rännstensbrunnar		Takbrunnar		Henriksdals avloppsslam		N Mälarstrand (Medelhalter)
	Provpkt RB 1	RB 2	Provpkt TB 1	TB 2	2000	2001	
Torrsubstans (%)	30	50	28	18	27	28	43
Glödgn.rest (% av TS)	89	84	82	87	44	44	74

Tabell 5.8. Medianhalter från samtliga filter jämförs med halter från Henriksdals reningsverks avloppsslam och medelhalter från Norr Mälarstrand.

Glödgningsresten, GR, anger hur mycket oorganiskt material som finns i sedimentet på filtren. Resultatet visar en glödgningsrest på 80-90 % av halten torrsubstans. Det syns ingen större skillnad i andelen oorganiskt material mellan takbrunnarna respektive rännstensbrunnarna. Däremot har slammet från Henriksdals reningsverk betydligt lägre halt oorganiskt material med en glödgningsresthalt på endast 44 %. Vid Norr Mälarstrand var glödgningsresthalten något lägre än vid Tegelbruket.

### 5.5.2.2 Metaller

Samtliga filterbrunnars medianvärde avseende metaller redovisas i figur 5.21. tillsammans med Svensk författningssamlings gränsvärden för avloppsslam som får läggas ut på åkermark, (SFS 1998:944).



Figur 5.21. Metallhalter (median) för samtliga brunnars filtersediment jämfört med Svensk författningssamlings gränsvärde för avloppsslam.

Vid beräkning av medel- och medianvärde för parametrar med mindre än-värden, som kadmium och kvicksilver, har diagram och beräkningar gjorts utan mindre än-tecken (<) vilket gör de redovisade värdena för dessa två metaller osäkra.

Generellt ligger halterna på ungefär samma nivå i filtersediment från samtliga brunnar. Undantaget är blyhalten i takbrunnarnas filtersediment som är högre än i sedimentet i rännstensbrunnarnas filter. Resultatet visar även att samtliga halter avseende koppar, zink, krom och kvicksilver ligger under gränsvärdet medan halterna för bly, nickel och kadmium ligger över gränsvärdet i några av brunnarna. Framför allt finns det höga halter bly och kadmium i de filter som har suttit i brunnarna för

dagvatten från tak, men även en av rännstensbrunnarna har ett kadmiumvärde som ligger över gränsvärdet. Dessutom har filtren från båda rännstensbrunnarna nickelhalter som överstiger gränsvärdet, medan halterna från takfilter ligger under gränsen. Halterna avseende kadmium och kvicksilver ska dock tolkas med försiktighet på grund av att den redovisade halten är ett mindre än-värde.

Medianhalter av filterföroreningar från alla fyra provpunkterna redovisas i tabell 5.9. Observera att filtrens kvalitet och verkningsperiod varierar.

Medianhalter	Rännstensbrunnar		Takbrunnar		Henriksdals avloppsslam		N Mälarstr.	Gränsvärde SFS
	Provpkt RB1	RB2	Provpkt TB1	TB2	2000	2001	Medel	
Zn (mg/kg TS)	682	602	713	640	580	560	1350	800
Pb (mg/kg TS)	75	75	167	278	46	44	183	100
Cd (mg/kg TS)	<2,4	<1,0	<3,7	<3,1 5	1,5	1,4	2,1	2
Ni (mg/kg TS)	57	71	43	32	25	25	40	50
Cr (mg/kg TS)	82	85	73	69	32	29	79	100
Cu (mg/kg TS)	169	147	213	148	390	380	287	600
Hg (mg/kg TS)	<0,4	<0,2	0,3	<0,4	1,8	1,7	1,4	2,5

Tabell 5.9. Medianhalter från samtliga filter jämförs med halter från Henriksdals reningsverks avloppsslam och medelhalter från Norr Mälarstrand samt SFS 1998:944.

Jämförelsen med reningsverkets halter i avloppsslammet visar att medianvärdena från i stort sett alla prov på filtersedimentet vid magasinet i Tegelbruket är högre utom för koppar och kvicksilver som är lägre.

En jämförelse har även gjorts med sedimenthalter från filter från dagvattenundersökningen vid Norr Mälarstrand (Sanderson, 1997). Resultatet visar att de flesta halterna i filtersedimentet vid Tegelbruket ligger på ungefär samma nivå eller lägre än halterna vid Norr Mälarstrand, utom nickelhalten i filtret från rännstensbrunnarna och kadmiumhalten som är högre vid Tegelbruket. Resultatet är anmärkningsvärt eftersom trafikintensiteten vid Norr Mälarstrand är mångdubbelt högre.

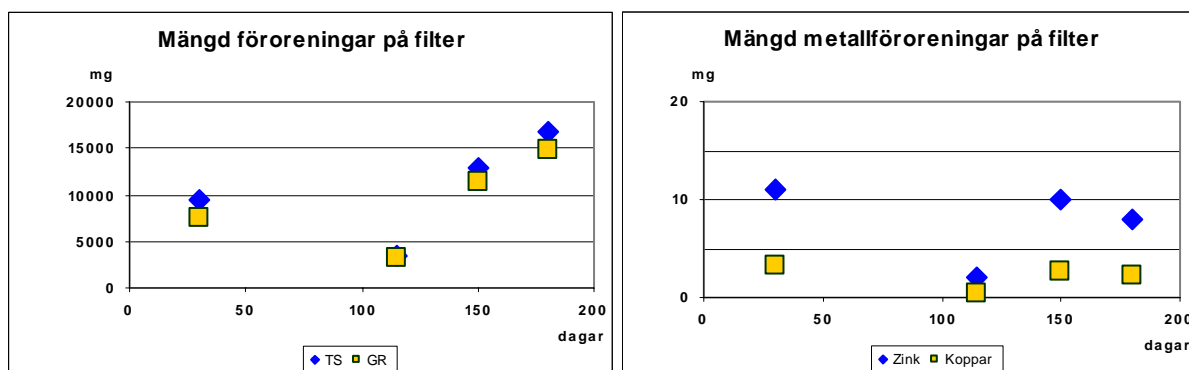
#### 5.5.2.2.1 Sedimenttillväxt på filter

För att undersöka hastigheten för sedimenttillväxt på filtren har den totala föroreningsmängden per filter och per månad tagits fram för provtagningspunkten rännstensbrunn.

Månadsvärden för provpunkt Rännstensbrunn				
Verkningsperiod:	1 månad	3,5 månader	5 månader	6 månader
Flöde (m <sup>3</sup> )	18,2	(ej uppmätt)	22,2	40,5
TS (mg)	9467	3446	12964	16689
GR (mg)	7517	3165	11408	14870
Zn (mg)	11,1	2,13	10	8
Pb (mg)	1,7	0,13	1,18	1
Cd (mg)	<0,11	<0,01	<0,02	<0,02
Ni (mg)	0,73	0,13	1,03	0,52
Cr (mg)	1,17	0,23	1,24	1,04
Cu (mg)	3,2	0,32	2,64	2,25
Hg (mg)	<0,02	<0,02	0,001	<0,004

Tabell 5.10. Föroreningsmängder (månadsvärden) per filter från provpunkt Rännstensbrunn.

Resultatet visar att hastigheten för tillväxten av mängden torrsbstans och oorganisk material som fastnar på filtret ökar ju längre filtret har suttit ute i brunnen. Vid jämförelse mellan ett filter som har suttit ute i en månad och ett filter som har suttit ute i fem månader visar resultatet att det sitter ungefär 30 % större mängd torrsbstans och oorganiskt material i filtret som har suttit ute längst. Men så har också ca 20 % mer vatten passerat genom det filtret. Den mindre mängden föroreningar i 3,5-månadersfiltret antas bero på att filtret har suttit i brunnen under ombyggnad av anläggningen, vilket resulterade i att filtret gick sönder.



Figur 5.22. Föroreningsmängder (månadsvärden) på filter i provpunkt Rännstensbrunn i förhållande till verkningsperiod.

För metaller finns ingen tendens till ökad avsatt mängd på filtren med ökad tid som filtren används. Detta skiljer sig från undersökningar gjorda vid Älvsjövägen 1999-2000. (Stockholm Vatten AB, *Älvsjövägen*, rapport under bearbetning).

Resultatet visar att det bästa reningsresultatet erhålls om filtret byts ut var femte månad. Men eftersom ingen närmare kontroll av filtrets hydrauliska funktionär är gjord görs istället bedömningen att filtret ska bytas ca var tredje månad. Bedömningen baseras på resultatet från en dagvattenundersökning med samma filtermaterial gjord vid Älvsjövägen (Stockholm Vatten AB, *Älvsjövägen*, rapport under bearbetning).

Eftersom det finns en årstidsvariation av dagvattenhalterna har förmodligen även provtagningsperiodens tid på året en inverkan på hur filtret fungerar, men det har inte undersökts vidare i denna rapport.

Mängden föroreningar som fastnat på filter i takbrunnarna är ungefär samma mängd som fastnat på rännstensbrunnarnas filter, om man tar hänsyn till tillrinningsytornas variation. Detta trots att inkommande takdagvatten innehåller betydligt lägre föroreningshalter än dagvattnet från gatumark. Dessutom är takbrunnens filter av annan kvalitet än rännstensbrunnens och har en lägre genomsläpplighet. Filtren i takbrunnarna bedöms således, liksom för rännstensbrunnarna, behöva bytas efter ca tre månader.

Samtliga halter och mängder presenteras i bilaga M.

### 5.5.3 Brunnssediment

Den 22 maj, precis före provtagningsperioden startade, slamsögs magasinets rännstensbrunnar och tömdes på sediment. Vid två tillfällen därefter har sedimentprov från provpunkt Rännstensbrunn tagits och analyserats, 2000-12-20 och 2001-07-02. Sedimentprov har endast tagits i rännstensbrunnen. Sedimentdjupet i brunnen uppmättes vid det första provtillfället till 10-15 cm och vid det andra tillfället till 20-23 cm. Samtliga halter och mängder presenteras i bilaga N.

Halterna för respektive prov har dels jämförts med gränsvärden för avloppsslam som får läggas ut på åkermark enligt Svensk författningssamling § 20 (SFS 1998:944), och dels med halter i avloppsslam från Henriksdals reningsverk enligt miljörapport 2000 och 2001 (Stockholm Vatten AB, Miljörapport, 2001 respektive 2002) men även med en dagvattenundersökning gjord vid Norr Mälarstrand (Sanderson, 1997). Halterna från Norr Mälarstrandsundersökningen är ett medelvärde på sediment taget vid ett provtillfälle från två perkolationsbrunnar. Resultatet visar att Tegelbrukets metallhalter är mycket lägre än både gränsvärdet för slam, reningsverkets slamvärden och halterna från Norr Mälarstrand, trots att halten torrsubstans i princip är densamma.

	Värden från Tegelbrukets brunnssediment		Gränsvärden för avloppsslam från reningsverk som får läggas på åkermark (SFS 1998:944)	Årsmedelvärden avl. slam från Henriksdals reningsverk (uppgifter från miljörapport)		Norr Mälarstrand 1996-06-27
	2000-12-20	2001-07-02		2000	2001	
<b>TS (%)</b>	40,9	28,9		27,4	28,1	31,6
<b>GF (%)</b>	11	16,1		56,3	56,5	-
<b>Pb (mg/kg TS)</b>	15	17	100	46	44	110
<b>Cd (mg/kg TS)</b>	<0,5	<0,2	2	1,5	1,4	1,3
<b>Cu (mg/kg TS)</b>	35	50	600	390	380	160
<b>Cr (mg/kg TS)</b>	21	21	100	32	29	47
<b>Hg (mg/kg TS)</b>	<0,1	<0,05	2,5	1,8	1,7	1,0
<b>Ni (mg/kg TS)</b>	9,7	10	50	25	25	27
<b>Zn (mg/kg TS)</b>	120	160	800	580	560	775
<b>Tot-N (mg/kg TS)</b>	3200	5300		41 000	40 000	-
<b>Tot-P (mg/kg TS)</b>	470	790		33 000	37 000	-
<b>Olja (mg/kg TS)</b>	2500	4500				

Tabell 5.11. Jämförelse av föroreningshalter och gränsvärde för brunnssediment och avloppsslam.

Vid jämförelse med filtersedimentet i brunnarna visar medianvärdena att halten torrsubstans och glödningsförlust är ungefär detsamma för filtersedimenten som för brunnssedimentet. Däremot är alla metallhalter betydligt lägre i brunnssedimentet.

#### 5.5.3.1 Sedimenttillväxt

Sedimenttillväxten i provpunkten Rännstensbrunn har undersökts och visat sig i genomsnitt vara 1,8 cm/månad för de första 7 månaderna och 1,7 cm/månad för hela provtagningsperioden, baserat på provtillfällena 2000-12-20 och 2001-07-02. Således uppgår sedimenttillväxten till 2,0 dm/år. Värdet stämmer väl överens med vad som har konstaterats för en liknande filterbrunn i en undersökning gjord vid Älvsjövägen i

Stockholm (Stockholm Vatten AB, *Älvsjövägen*, rapport under bearbetning). Uppmätt sedimenttillväxt i rännstensbrunnen i Älvsjövägen är 1,8 dm/år.

Rännstensbrunnens nivå för utgående vatten ligger på +12,14 m. Rännstensbrunnen har därmed en uppfyllnadshöjd på ca 650 mm över brunns botten som ligger på +11,48 m. Resultatet visar att den här typen av brunn bör tömmas vart annat år för att minska risken för hydrauliska problem med för stora mängder avsatt material. Brunnens placering och speciella utformning med filter gör dock bedömningen av tömningsbehovet svår att överföra till andra brunnar under andra förhållanden.

Sedimentet i takbrunnarna har inte undersökts i denna rapport. Vid dämning i takbrunnarna bräddar vattnet ut på parkmark. Med hjälp av takbrunnarnas utformning, placering och filterkvalitet bedöms ett lämpligt tömningsintervall, liksom för rännstensbrunnarna, vara vart annat år.

### 5.5.3.2 Partikelstorlek

Partikelstorleken har endast provtagits vid ett tillfälle och endast på bottensedimentet i sandfånget i provpunkten Rännstensbrunn. Det inhämtade provet var inte riktigt homogent, därför togs prov ut för mätning dels från mitten och dels från botten av provbägaren där större partiklar av grus fanns. Tre sådana prov från ursprungsprovet gjordes. Resultatet visar att partiklarna i sedimentet är maximalt ca 2 mm (2000 µm) stora. Medeldiametern varierar mellan 156 och 244 µm och mediandiametern varierar mellan 57 och 110 µm. 80 % av partiklarna har en diameter mellan 6 - 679 µm. I bilaga O redovisas samtliga analysvärden avseende partikelstorlek samt ett exempel på storleksfördelning.

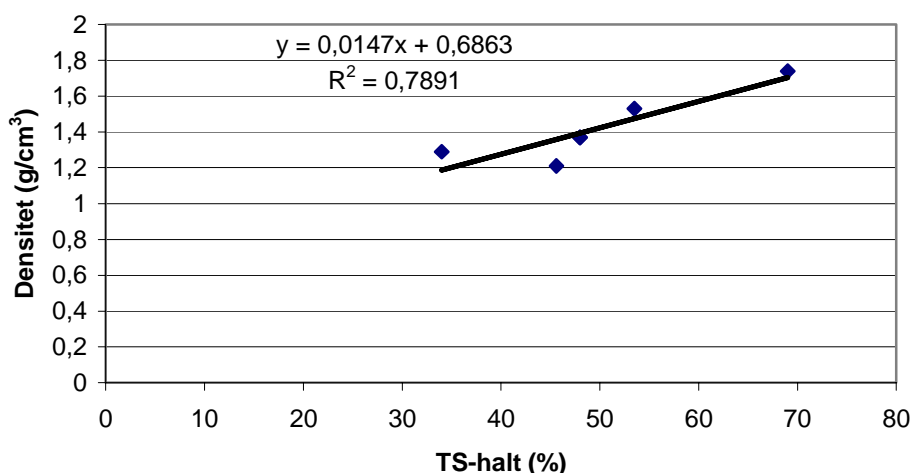
## 5.6 Massbalans och reningseffekt

För att kunna beräkna föroreningsmängder och få fram reningseffekter har halterna för varje prov multiplicerats med totala volymen dagvatten för den aktuella provtagningsperioden. Kvicksilver och kadmium har inte tagits med i beräkningarna då halterna i stort sett alltid har legat under detektionsgränsen.

Medianhalter har använts för perioder med nederbörd då analysresultat saknas. Dessa medianhalter är uppdelade i sommar- respektive vintermedianhalter per provtagningspunkt. Vintermedianhalten representerar samtliga prov tagna under perioden från och med 2000-11-29 till och med 2001-04-06 och sommarmedianhalten därmed samtliga prov tagna under den övriga tiden av mätperioden. Någon korrekt korrigering för snösmältning har inte gjorts i beräkningarna.

### 5.6.1 Densitet

För att kunna beräkna den totala mängden sediment måste densiteten ( $\rho$ ) vara känd. Eftersom inget prov för att fastställa densiteten har utförts i denna undersökning måste ett värde antas. En jämförelse med Stockholm Vattens tidigare utförda sedimentundersökningar i dagvattenssammanhang (Ekvall, 1998), (Stockholm Vatten AB, *Norra Länken*, 2001) och (Aldheimer, 2004) tyder på ett samband mellan sedimentets torrsubstanshalt och densiteten, se figur 5.23.



Figur 5.23. Samband mellan torrsubstanshalt och densitet avseende brunnssediment.

Densiteten som har använts i beräkningarna för sedimentet i rännstensbrunnen är således  $1,1 \text{ g/cm}^3$  med en torrsubstanshalt på 29 %. För att få ett mer rättvisande samband borde egentligen även hänsyn tas till halten glödningsförlust, men pga. att den uppgiften saknas i de tidigare undersökningarna har ingen hänsyn till glödningsförlusten tagits med i beräkningarna i denna rapport.

## 5.6.2 Rännstensbrunn

### 5.6.2.1 Reningseffekt av sandfång och filter

För att undersöka reningseffekten i provpunkten rännstensbrunn har mängden föroreningar i utgående vatten från rännstensbrunnen, i filtersedimentet och i brunnssedimentet beräknats. De parametrar som tagits med i rännstensbrunnens massbalans är totalfosfor, totalkväve och metallerna bly, krom, koppar, nickel och zink.

Den totala föroreningsmängden från filter, sediment och utgående vatten från rännstensbrunnen har summerats till en *mängd inkommande föroreningar*, se bilaga P. Sedan har en jämförelse gjorts mellan denna beräknade inkommande föroreningsmängd och den sedimentmängd som uppmättes i rännstensbrunnen efter provtagningsperiodens slut. Resultatet visar att det i brunnen ligger motsvarande 19-32 % av rännstensbrunnens framräknade totala inkommande föroreningsmängd avseende metaller. Motsvarande mängd som redovisats i en dagvattenundersökning vid Älvsjövägen (Stockholm Vatten AB, *Älvsjövägen*, rapport under bearbetning) är för de flesta metallerna 6-11 %.

	<b>Pb</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Ni</b>	<b>Zn</b>	<b>Tot-N</b>	<b>Tot-P</b>
	<b>(mg)</b>	<b>(mg)</b>	<b>(mg)</b>	<b>(mg)</b>	<b>(mg)</b>	<b>(mg)</b>	<b>(mg)</b>
<b>Inkommande</b>	699	723	2486	582	6762	155279	22214
<b>Sediment</b>	187	231	549	110	1757	58199	8675
<b>Skillnad (%)</b>	<b>27 %</b>	<b>32 %</b>	<b>22 %</b>	<b>19 %</b>	<b>26 %</b>	<b>37 %</b>	<b>39 %</b>

Tabell 5.12. Mängd föroreningar i brunnssediment i förhållande till beräknad belastning.



En jämförelse mellan den beräknade inkommande föroreningsmängden och mängden föroreningar som samlats på filtren har också gjorts. Resultatet visar en föroreningsmängd på filtren motsvarande 1-2 % av rännstensbrunnens totala inkommande föroreningsmängd avseende metaller. Motsvarande mängd som redovisats i dagvattenundersökningen vid Älvsjövägen (Stockholm Vatten AB, Älvsjövägen, rapport under bearbetning) är 2-4 %.

	<b>Pb</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Ni</b>	<b>Zn</b>
	<b>(mg)</b>	<b>(mg)</b>	<b>(mg)</b>	<b>(mg)</b>	<b>(mg)</b>
<b>Inkommande</b>	699	723	2486	582	6762
<b>Filter</b>	13	13	28	8	99
<b>Skillnad (%)</b>	<b>2 %</b>	<b>2 %</b>	<b>1 %</b>	<b>1 %</b>	<b>1 %</b>

Tabell 5.13. Mängd föroreningar i filtersediment i förhållande till beräknad belastning.

Genom att summera den totala föroreningsmängden från filter, sediment och utgående vatten från rännstensbrunnen och därefter dividera den med det uppmätta totala volymen som passerat i brunnen har, för rännstensbrunnen, beräknad halt inkommande föroreningar erhållits. Enligt dagvattenstrategins klassificering är rännstensbrunnens inkommande halter måttliga med undantag av totalfosfor som har höga halter samt nickel och krom som har låga halter.

	<b>Pb</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Ni</b>	<b>Zn</b>	<b>Tot-N</b>	<b>Tot-P</b>
	<b>(µg/l)</b>	<b>(µg/l)</b>	<b>(µg/l)</b>	<b>(µg/l)</b>	<b>(µg/l)</b>	<b>(mg/l)</b>	<b>(mg/l)</b>
<b>Inkommande</b>	9	9	31	7	84	1,9	0,3
<i>Enligt dagvattenstrategin:</i>							
<b>Låga halter</b>	<3	<15	<9	<45	<60	<1,25	<0,1
<b>Måttliga halter</b>	3-15	15-75	9-45	45-225	60-300	1,25-5,0	0,1-0,2
<b>Höga halter</b>	>15	>75	>45	>225	>300	>5,0	>0,2

Tabell 5.14. Beräknad belastning i förhållande till dagvattenstrategins klassificering.

### 5.6.3 Magasinet

För att göra en bedömning av magasinets reningseffekt och livslängd har en massbalans över föroreningsmängder i inkommande och utgående vatten upprättats för några av de analyserade ämnena. De parametrar som tagits med i massbalansen är suspenderat material, totalkväve, totalfosfor, koppar och zink. Osäkerheten i massbalansberäkningen är stor och resultatet bör tolkas med försiktighet.

#### 5.6.3.1 Volymer

För att kunna beräkna magasinets massbalans måste den inkommande respektive utgående volymen vara känd. Av magasinets fyra intagsbrunnar har flödesmätning av dagvatten endast skett i provpunkten Rännstensbrunn. Inkommande volym till magasinet från rännstensbrunnen är totalt 81 m<sup>3</sup>. För de övriga tre intagsbrunnarna har en inkommande volym beräknats utifrån beräknad tillrinningsarea och registrerad nederbörd per nederbördstillfälle. Dessutom antas att 1,7 mm av flödet till rännstensbrunnarna respektive 0,9 mm av flödet till takbrunnarna per nederbördstillfälle bildar ett ytmagasin och därmed aldrig når provtagningspunkten. Det ger en inkommande volym på 94 m<sup>3</sup> från Rännstensbrunn2, 48 m<sup>3</sup> från provpunkten Takbrunn och 30 m<sup>3</sup> från Takbrunn 2.

Utgående volym antas vara samma som den totala inkommande volymen, vilket innebär att volymen i bräddbrunnen beräknas vara 252 m<sup>3</sup>.

### 5.6.3.2 Inkommande föroreningsmängder till magasinet

Massbalansberäkningen har resulterat i föroreningsmängder enligt tabell 5.15. En justering mellan beräknad volym per regntillfälle och uppmätt volym är gjord för att erhålla den totala föroreningsmängden för hela provtagningsperioden.

Provtagningspunkt	Volym (m <sup>3</sup> )	SS tot kg	tot-N tot g	tot-P tot g	Cu tot g	Zn tot g
<b>Inkommande uppmätt hela provperioden</b>						
Dagvatten Rännsten provpunkt	80,9	4,6	97,1	13,5	1,9	4,9
<b>Inkommande endast regntillfällen (145 st)</b>						
Dagvatten Rännsten provpunkt	53,1	2,3	53,9	6,1	1,3	3,3
Dagvatten Rännsten 2	93,8	4,7	95,0	11,3	2,1	5,6
Dagvatten Takbrunn provpunkt	47,6	0,2	54,4	0,8	0,5	2,2
Dagvatten Takbrunn 2	29,5	0,1	33,7	0,5	0,3	1,3
<b>Summa inkommande endast regntillfällen:</b>	<b>224</b>	<b>7,3</b>	<b>237,0</b>	<b>18,8</b>	<b>4,2</b>	<b>12,4</b>
<b>S:a uppmätt och beräknat inkommande hela provperioden</b>	<b>252</b>	<b>9,6</b>	<b>280,2</b>	<b>26,2</b>	<b>4,9</b>	<b>14,0</b>
Dagvatten Brädd (utgående från magasin) endast regntillf.	224	3,5	267,1	33,6	1,8	11,2
Korrigerig av utgående vatten utöver regntillfällen	27,8	0,64	34,8	2,4	0,43	1,4
<b>Summa beräknat utgående för hela provperioden:</b>	<b>252</b>	<b>4,1</b>	<b>301,9</b>	<b>36,0</b>	<b>2,3</b>	<b>12,6</b>
<b>Fastlagt i magasin för hela provperioden</b>		<b>5,5</b>	<b>-21,7</b>	<b>-9,8</b>	<b>2,6</b>	<b>1,3</b>

Tabell 5.15. Inkommande, utgående och fastlagda mängder till och i magasinet.

Resultatet från massbalansberäkningen är mycket osäkert framför allt på grund av osäkerheten i magasinets inkommande och utgående volymer. Andelen som är fastlagt i magasinet varierar mellan -8 % (tot-N) och + 57 % (SS). Dvs. nästan 60 % av det inkommande suspenderade materialet fastnar i magasinet, totalt 5,5 kg. I stort sett allt suspenderat material kommer med dagvattnet från rännstensbrunnarna och innehåller ca 30 % organiskt material, se kapitel 5.5.1.2. Det organiska materialet kan sedan brytas ner av mikroorganismer, vilket innebär att mängden suspenderat material minskar efterhand.

Med en hålrumsvolym i magasinet på 140 m<sup>3</sup> och om det suspenderade materialet som ackumuleras i magasinet, (totalt 5,5 kg), antas ha en densitet på mellan 1-2,6 g/cm<sup>3</sup>, visar beräkningar att det teoretiskt sett dröjer flera tusen år innan magasinet är igensatt. I praktiken kan dock magasinets funktion försämrats tidigare på grund av igensättning runt fördelningsledningen som ligger i magasinet med minskad magasineringvolym som följd. Magasinets livslängd påverkas givetvis även av eventuellt bräddande dagvatten från innergårdens magasin då de återigen ansluts till magasinet efter provperioden, men trots det antas magasinet ha en mycket lång livslängd.

## 6 EKONOMI

Perkolationsanläggningens anläggningskostnad beräknas ha uppgått till ca 200 000 kr (Nils-Erik Andersson, Stockholm Vatten). Priset inkluderar fördelningsledningar, geotextilduk, tvättat singel och 3 st. mätbrunnar. Det schakt och de ledningar som ändå skulle ha lagts vid en konventionell lösning är således inte inräknade i kostnaden. En kostnadsöversikt för projektet är gjord och redovisas nedan.

Nybyggnad (1994)	180–200 000 kr
Obyggnad/tätning m.m. (1999-2000)	125 000 kr

### Utvärdering:

Inhyrd/nyköpt mät- och provtagningsutrustning	90 000 kr
Analys	250 000 kr (internt)
	14 000 kr (extern)
Personalkostnader:	
Drift; Internt á 500 kr/tim	290 000 kr
Drift; Extern á 550 kr/tim.	190 000 kr
Projektledning á 540 kr/tim.	275 000 kr
Utvärdering/Rapport á 540 kr/tim.	711 000 kr

**Summa inkl nybyggnad och ombyggnad/tätning: 2 145 000 kr**

*Kostnaderna är exklusive moms.*

De redovisade driftkostnaderna inkluderar inventering, montering av utrustning, iordningställande av provpunkter och provtagningsanläggning, tillsyn, elkostnad, inhämtning av prover och data. Av den totala driftkostnaden består ca 190 000 kr av konsulttjänster.

Den fortsatta driften av anläggningen innebär inspektion och filterbyte 4 ggr/år och slamsugning av brunnar vart annat år. Om textilduken runt magasinet så småningom sätter igen måste magasinet grävas upp, textilduken bytas ut och fyllnadsmassan rengöras alternativt bytas ut.

Den höga kostnaden på tvättat singel innebär att man vid nybyggnad i dagsläget troligen skulle välja ett annat material som magasinifyllnad. Nybyggnadskostnaden skulle i dagsläge vara ca 220 000 kr (Nils-Erik Andersson, Stockholm Vatten).



## 7 UNDERSÖKNINGENS REPRESENTATIVITET OCH FELKÄLLOR

Undersökningens representativitet för dagvattnets generella innehåll är till stor del beroende av mängden nederbörd i förhållande till ett normalår. Tegelbrukets registrerade årsnederbörd var under provtagningsperioden ca 10 % över det normala. Mer nederbörd än normalt kom i början av sommaren och slutet av hösten och mindre än normalt kom i augusti och september. Överrensstämelsen mellan SMHI's nederbördsräknare och mätaren vid Tegelbruket var mycket god med en korrelationskoefficient på 0,99.

Vid 70 % av alla 145 regntillfällen har flöde registrerats i provpunkten Rännstensbrunn och den flödesproportionella provtagningen har startat. Provtagningen har i stort sett fungerat tillfredsställande och de flödesmätta proven får anses vara representativa. De uppmätta värdena i stickproven är mer osäkra. Provtagningsperioden som varade under ca 1 år innefattade samtliga årstidsvariationer och ger därmed halter och mängder som är representativa för anläggningen.

Några osäkerhetsfaktorer i undersökningen som framför allt påverkar mängd- och reningseffektsberäkningarna presenteras nedan.

- Viss osäkerhet finns i flödesmätningen eftersom sambandet mellan uppmätt volym i provpunkt Rännstensbrunn och registrerad nederbörd visar på ganska stor spridning. Korrelationskoefficienten är endast 0,74.
- Osäkerheten i den genomförda flödesmätningen och det faktum att flödesmätning endast har genomförts i en punkt medför att flödesdata inte är fullständiga.
- Eftersom provtagning endast har genomförts efter filterrening finns inga uppmätta inkommande halter, dessa halter har istället beräknats.
- Det finns inget prov taget avseende densiteten i brunnsediment. Istället har ett värde antagits baserat på tidigare genomförda undersökningar.
- Tillrinningarean är osäker eftersom ytan endast är uppmätt genom okulärbesiktning utan avvägning.



## 8 DISKUSSION / SLUTSATSER

### *Nivåer*

Nivåmätningen i rännstensbrunnen tyder på att det har bräddat ut på vägbanan vid 10 tillfällen under provtagningsperioden. I bräddbrunnen har däremot nivåförändringen varit mycket liten, vilket tyder på att vattnet i magasinet snabbt filtreras ut till omgivande mark eller rinner vidare i ledningsgraven. Ett visst samband mellan den uppmätta grundvattennivån och registrerad nederbörd finns, men sambandet mellan magasinet och grundvattenröret är däremot svårtolkat.

Bräddbrunnens nivå visar magasinets maximala nivåer men inte de lägsta eftersom brunnen är tät. Nivåmätningen i magasinet är således ofullständig. För att möjliggöra nivåmätning i själva magasinet borde ett grundvattenrör sättas i magasinet. Nivån i magasinet kan komma att fluktuera kraftigare och kanske till och med brädda om fiberduken runt magasinet sätter igen. Därför bör magasinets funktion kontrolleras igen om några år genom att mäta vattennivån i magasinet.

### *Flöden*

Inget utgående flöde från bräddbrunnen finns registrerat. Därmed har flödesmätning endast skett i provpunkten Rännstensbrunn. För resterande brunnar har en volym beräknats. Uppmätt volym i rännstensbrunnen ger en betydligt lägre beräknad tillrinningsarea än vad som inventerats. Orsaken antas bero på den okulära inventeringen av tillrinningsytorna och/eller fel i flödesmätningen. Samband mellan regn och avrinning visar att rännstensbrunnens ytmagasin är 1,7 mm. Med rännstensbrunnens tillrinningsarea och uppmätt maxflöde konstateras att det kraftigaste regnet som kan passera genom rännstensbrunnens filter är ett regn med återkomsttiden 1 ggr/månad med en varaktighet på 10 min. Resultatet stämmer väl överens med att rännstensbrunnen har bräddat vid 10 tillfällen under provtagningsperioden som varade ungefär ett år.

### *Dagvattenanalyser*

Generellt har högre halter analyserats under vinterperioden vilket främst beror på att föroreningarna i dagvattnet oftast är kopplade till mängden suspenderat material som är hög vintertid på grund av halkbekämpning och slitage från vägarna.

Skillnaden i medianhalter mellan dagvatten från tak respektive dagvatten från vägbanan visar att takvattnet generellt endast innehåller <math>1/3</math> av föroreningarna i vattnet från rännstensbrunnen, med undantag av zinkhalten som innehåller  $2/3$ . Totalkväve och ammoniumkväve har däremot halter som är högre i takvattnet.

I provtagningspunkterna rännstensbrunn, brädd och grundvattenrör består i medeltal 30 % av det suspenderade materialet av organiskt material, medan takbrunnen har en högre andel organsikt material.

Medianhalterna vid Tegelbruket är generellt låga i jämförelse med dagvattenstrategins klassificering i låga, måttliga respektive höga halter. Undantaget är totalkvävehalten och totalfosforhalten som generellt är måttlig i alla provpunkterna och rännstensbrunnens koppar-, bly- och zinkhalter samt grundvattenrörets kopparhalt som är måttliga. Nickelhalten i grundvattenröret är hög vid jämförelse med övrigt grundvatten i Stockholm, men klassas enligt dagvattenstrategins riktvärde som låg. Grundvattenröret har även den högsta medianhalten avseende hårdhet. De höga

halterna i grundvattenröret indikerar på att vattnet är, eller har blivit uppblandat, med ett annat vatten än det inkommande till magasinet.

#### *Filtersediment*

Takbrunnarnas filter består av ett annat filtermaterial och har lägre genomsläpplighet än rännstensbrunnarnas filter. Även verkningsperioden är olika för samtliga brunnar. Skillnaden i material och verkningsperiod försvårar utvärderingen, men generellt sett har filtersedimentet från takbrunnarna framför allt högre zink-, bly-, kadmium- och kopparhalter. I filtersedimentet från samtliga brunnar är andelen organiskt material ca 10-20 % av torrsubstanshalten. Mängden föroreningar som fastnat på filter i takbrunnarna är ungefär samma mängd som fastnat på rännstensbrunnarnas filter, om man tar hänsyn till tillrinningsytornas variation. Detta trots att inkommande takdagvatten innehåller betydligt lägre föroreningshalter än dagvattnet från gatumark. Takbrunnarnas filter har dessutom en lägre genomsläpplighet.

Svensk författningssamlings (SFS 1998:944) gränsvärde för spridning av avloppsslam på åkermark överskrids avseende medianhalterna för bly, nickel och kadmium. Främst är det blyhalten i sedimentet i takfilter och nickelhalten i rännstensbrunnarna som är höga. Det syns ingen tendens till ökad avsatt mängd metallföroreningar på filtren med ökad tid som filtren används.

#### *Brunnssediment*

Metallhalten i brunnssediment i rännstensbrunnen är betydligt lägre än medianhalterna i samtliga brunnars filtersediment. Halterna avseende samtliga parametrar i brunnssedimentet är dessutom lägre än Svensk författningssamlings gränsvärde för spridning av avloppsslam på åkermark, Henriksdals reningsverks slamvärden och prov på brunnssediment från Norr Mälärstrand.

#### *Mängdberäkning*

##### Provpunkt Rännstensbrunn

Den totala föroreningsmängden från filter, sediment och utgående vatten från provpunkten rännstensbrunn har summerats till en mängd inkommande föroreningar avseende metaller, totalkväve och totalfosfor. Beräkningar visar bland annat att 19-32 % av rännstensbrunnens totala belastning av metallföroreningar har ansamlats i sediment i brunnen och 1-2 % har fastnat på filtren.

##### Magasinet

Magasinets totala föroreningsmängder från inkommande dagvatten har beräknats för parametrarna suspenderat material, totalkväve, totalfosfor, zink och koppar. Resultatet är mycket osäkert framför allt på grund av osäkerheten i magasinets inkommande och utgående volymer. Beräkningar visar att andelen som är fastlagt i magasinet varierar mellan -8 % (tot-N) och + 57 % (SS). Avseende totalkväve och totalfosfor tyder resultatet på en urlakning från magasinet.

Den beräknade mängden suspenderat material som fastlagts i magasinet tillsammans med magasinets hålrumsvolym ger magasinet en teoretisk livslängd på flera tusen år. Dessutom ska tilläggas att 30 % av det suspenderade materialet består av organiskt material och kan förväntas brytas ner av mikroorganismer. I praktiken kan dock magasinets funktion försämrats tidigare på grund av igensättning genom ansamlingar av suspenderat material som inte har fördelats jämt i magasinet. Magasinets funktion bör därför kontrolleras igen om några år genom kontroll av nivån i magasinet.



### *Slutsatser*

Undersökningen visar att ledningsgraven på ett bra och förhållandevis billigt sätt kan användas som ett perkolationsmagasin för lokalt omhändertagande och fördröjning av dagvatten i ett bostadsområde. Behandlingen i filter och sandfång respektive magasin i kombination med låg trafikbelastning och genomtänkt materialval i området har medfört ett dagvatten med lägre halter än vad som kan förväntas finnas vid en anläggning i Stockholms innerstad. För att undvika kraftigt nedsatt hydraulisk kapacitet och ur reningssynpunkt kan konstateras att filterbyte i provpunkten rännstensbrunn bör genomföras ca var tredje månad. Filtertyp och skötsel av filterbrunnarna är viktigt för att undvika översvämning på gatan. Sedimenttillväxten i rännstensbrunnen har beräknats till 2,0 dm/år och med hänsyn till tillväxten och brunnens utformning bedöms ett lämpligt intervall för tömning av brunnssediment vara vart annat år. Driftinstruktioner bör tas fram för att anläggningen ska fungera optimalt. Vid arbeten i ledningsgraven är det viktigt att magasinets omgivande filterduk inte skadas. För att underlätta drift och underhåll av anläggningen bör filterreningen i brunnarna förenklas eller kanske helt tas bort. Troligen erhålls en fullgod livslängd på magasinet ändå. Inom några år bör magasinets hydrauliska kapacitet kontrolleras igen. I samband med det kan även en grundvattenundersökning vara aktuell för att kontrollera eventuell påverkan från magasinet. De höga kostnaderna på tvättat singel medför att ett liknande magasin idag skulle uppföras med annat uppfyllnadsmaterial.



## 9 KÄLLFÖRTECKNING

### LITTERATUR

Aldheimer, G. (2004). *Dagvatten, avsättningsmagasin Ryska Smällen*. Stockholm Vatten AB, rapport nr. 11-2004.

Dahlströms, B. (1979). *Regional fördelning av nederbördsintensitet – en klimatologisk analys*. Bygghälsö, R18:1979.

Ekvall, J. (1998). *Rening av vägdagvatten med lamellavskiljare, försök vid Essingeleden*. Stockholm Vatten AB, rapport nr. 46/1998.

Ekvall, J. & Strand, M. (2001). *Dagvattenundersökningar i Stockholm 1992-2000*. Stockholm Vatten AB, rapport nr. 3/2001.

Gatu- och fastighetskontoret, Miljöförvaltningen, Stadsbyggnadskontoret, Stadsdelsförvaltningarna & Stockholm Vatten AB (2001). *Källor till föroreningar i dagvatten i Stockholm stad, Del 2, Organiska miljögifter, olja, näringsämnen och bakterier*. Strategi för dagvattenhantering i Stockholm. Augusti 2001.

Gatu- och fastighetskontoret, Miljöförvaltningen, Stadsbyggnadskontoret, Stadsdelsförvaltningarna & Stockholm Vatten AB (2001). *Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav, Del 2, dagvattenklassificering*. Strategi för dagvattenhantering i Stockholm. Februari 2001.

Gatu- och fastighetskontoret, Miljöförvaltningen, Stadsbyggnadskontoret, Stadsdelsförvaltningarna & Stockholm Vatten AB (2002). *Dagvattenstrategi för Stockholms Stad*. Antagen av kommunfullmäktige den 7 oktober 2002.

Sanderson, M. (1997). *Norr Mälarstrand - lokalt omhändertagande av trafikdagvatten*. Stockholm Vatten AB, rapport nr. 18/1997.

SGU (1997). *Grundvatten i Stockholm, tillgång – sårbarhet - kvalitet*. Sveriges Geologiska Undersökning, på uppdrag av Miljöförvaltningen och Naturvårdsverket i Stockholm.

SMHI (2001). *Temperatur och nederbörd i Sverige 1961-1990, Referensnormaler – utgåva 2*. Meteorologi nr. 99, 2001.

Stadsbyggnadskontoret, Gatu- och fastighetskontoret, Miljöförvaltningen & Stockholm Vatten AB (1994). *Planering för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) vid nyproduktion av bostäder och arbetsplatser och vid ändrad markanvändning*. Gemensamt utlåtande, februari 1994.

Stockholm Vatten AB (2001). *Dagvatten - Norra Länkens avsättningsmagasin*. Stockholm Vatten AB, rapport nr. 14/2001.

Stockholm Vatten AB (2001). *Miljörapport 2000*. Rapport nr. MV-01122.

Stockholm Vatten AB (2002). *Miljörapport 2001*. Rapport nr. MV-02100.

Stockholm Vatten AB (200?). *Älvsjövägen*. VA Forsk rapport. (under bearbetning)

Svensk författningssamling, *förordning* (SFS 1998:944) *om förbud m.m. i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter*.

VAV P46 (1983). *Lokalt omhändertagande av dagvatten – LOD*. Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV-publikation P46:1983.

**MUNTliga REFERENSER:**

N-E Andersson, Stockholm Vatten AB

Denny Löfgren, Stockholm Entreprenad AB

Anke Xylander, Gatu- och fastighetskontoret Stockholm

## 10 BILAGEFÖRTECKNING

Bilaga A	Tillrinningsytor	
Bilaga B	Datum för genomförd halkbekämpning	
Bilaga C	Principskiss rännsten-, tak- respektive bräddbrunn	C:1 – C:3
Bilaga D	Rännstensbrunn sprängskiss	
Bilaga E	Produktbeskrivning av filter	E:1 – E:2
Bilaga F	Metodförteckning för analyser	
Bilaga G	Förteckning över laboratorium och analyserade parametrar	
Bilaga H	Beskrivning av filteranalys	
Bilaga I	Nederbördsdata	I:1 - I:2
Bilaga J	Analysresultat vatten	J:1 – J:3
Bilaga K	Max-, min-, medel- och medianvärde för inkommande/utgående vatten	
Bilaga L	Diagram med metallhalter i vatten	
Bilaga M	Analysresultat filtersediment	M:1 – M:2
Bilaga N	Analysresultat brunnsediment	
Bilaga O	Analysresultat partikelstorlek	O:1 – O:3
Bilaga P	Massbalans provpunkt Rännstensbrunn	