

Brunnsfilter för rening av vägdagvatten



Rapport nr 5-2009

*Pia Dromberg
Ledningsnät, Utredning
Stockholm Vatten VA AB*

2009



FÖRORD

Denna rapport presenterar resultat och slutsatser från försök med dagvattenbrunnsfilter vid Älvsjövägen och Sveavägen i Stockholm. Projektledare har varit Pia Dromberg på Stockholm Vatten. Provtagningarna är utförda av Jan Stenlycke på Stockholm Vatten och Lars-Gunnar Jansson på Sweco. Utvärderingen har gjorts av Irina Persson och Agata Banach på Sweco. Bilderna är tagna av Pia Dromberg och Jan Stenlycke. Under 2003 avsatte Stockholms stads kommunfullmäktige en miljard kronor för att minska stadens miljöskuld samt för att förebygga att nya miljöproblem uppstår. Studien "Filter i dagvattenbrunnar" med projektnummer B 123 är finansierad med medel från denna Miljömiljard.

SAMMANFATTNING

Brunnsfilterinsatser används i syfte att rena dagvatten från gator och markytor. Filtren läggs direkt under brunnsbetäckningen och fördelen är att filtrering sker nära utsläppskällan. På marknaden finns ett antal olika brunnsfilter och filtermassor vilka väljs utifrån lokala förutsättningar och behov, såsom typ av förorening som önskas avskiljas.

Studien var ett fullskaleförsök med brunnsfilterinsatser. Syftet med studien var att få bättre kunskap om dagvattenfilters funktion genom att undersöka deras reningseffekt av näringsämnen, tungmetaller, PAH och olja. Tre olika filtertyper ingick och målet var att hitta driftsäkra och användarvänliga filter med hög avskiljningsgrad av föroreningar. Filtren Innolet, SorbClean och Absorbo installerades i brunnar vid Sveavägen och Älvsjövägen. Ecoscope-analyser utfördes för bedömning av föroreningstillståndet i dagvattnet och representativiteten av provpunkterna. Flödesproportionell vattenprovtagning utfördes i en testanläggning vid Älvsjövägen. Efter avslutad provperiod på ca 7 månader analyserades filtermassorna från både Sveavägen och Älvsjövägen.

Det konstateras att resultaten av vattenanalyserna var svårtolkade och att uppmätta värden inte kunde användas för uppskattning av filtrens reningseffekt. Utvärderingen av filtermassorna, där oanvänd massa jämfördes med använd, påvisade absorption av föroreningar. Reningseffekten kan antingen bedömas genom att studera upptag i mängd eller i procent. Metoderna gav olika resultat men mätningarna visar att SorbClean tagit upp mest föroreningar (uttryckt i mg/kg TS) med avseende på flest kemiska parametrar och mängd förorening.

Dagvattenfilter är inte en effektiv lösning för rening av dagvatten från stora trafikleder då installation och filterbyte kräver stora intrång i trafiken. Däremot kan brunnsfilterinsatser vara ett bra alternativ för rening av dagvatten från parkeringsytor och bensinstationer där trafikintensiteten är lägre. Tillsyn och skötsel behövs för att inte filtren ska sätta igen av skräp och löv. Filtermaterialet behöver bytas ut regelbundet för att inte bli mättat och mista sin funktion. Användning av brunnsfilter kan inte betraktas som ett hållbart sätt att rena dagvatten då filtermaterialet sedan blir ett avfall som måste tas omhand.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD.....	2
SAMMANFATTNING.....	3
1 INLEDNING.....	5
1.1 Bakgrund.....	5
1.2 Syfte och mål.....	5
1.3 Frågeställning.....	5
1.3.1 Litteraturstudie.....	5
1.3.2 Undersökningen.....	5
2 ALLMÄNT OM BRUNNSFILTER.....	6
3 LITTERATURSTUDIE.....	6
3.1 Laboratorieförsök.....	6
3.2 Fullskaleförsök.....	6
4 MARKNADENS BRUNNSFILTERINSATSER.....	8
5 BRUNNSFILTER INGÅENDE I DENNA STUDIE.....	8
5.1 Innolet.....	8
5.2 SorbClean.....	9
5.3 Absorbo.....	11
6 OMRÅDESBESKRIVNING OCH LOKALISERING AV BRUNNAR.....	12
6.1 Älvsjövägen.....	12
6.2 Sveavägen.....	13
7 METOD.....	15
7.1 Ecoscopeprovtagning.....	15
7.2 Flödesproportionell vattenprovtagning på Älvsjövägen.....	16
7.3 Filteranalyser.....	17
7.4 Nederbörds­mätning.....	18
7.5 Beräkning av förorenings­koncentrationer.....	19
8 RESULTAT.....	20
8.1 Ecoscopeanalys.....	20
8.2 Nederbörd och flöde.....	21
8.3 Vattenanalyser.....	21
8.4 Analys av filtermassa.....	22
9 Driftreflektioner från användning av filtren.....	26
9.1 Allmänt.....	26
9.1.1 Innolet.....	28
9.1.2 SorbClean.....	29
9.1.3 Absorbo.....	30
10 DISKUSSION OCH SLUTSATS.....	32
10.1 Koppling till litteraturstudien.....	32
11 REFERENSER.....	33
BILAGA 1, Vattenanalys, RB1, Innolet.....	34
BILAGA 2, Vattenanalys, RB2, Referensbrunn.....	35
BILAGA 3, Vattenanalys, RB3, SorbClean.....	36
BILAGA 4, Vattenanalys, RB4, Absorbo.....	37
BILAGA 5, Nederbörd.....	38
BILAGA 6, Flöden.....	40
BILAGA 7, Sammanställning av nederbörd och flöden vid Älvsjövägen.....	41
BILAGA 8, Marknadsöversikt över brunnsfilter (2006).....	44
BILAGA 9, Anteckningar från fältprotokoll.....	47
BILAGA 10, Analys av filtermassor, 0-prov (oanvänd massa).....	48
BILAGA 11, Analys av filtermassor, Älvsjövägen.....	49
BILAGA 12, Analys av filtermassor, Sveavägen.....	50

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

I Stockholm har man byggt olika typer av reningsanläggningar för trafikdagvatten och i vissa fall även utvärderat dessa. De anläggningar som har redovisat bra reningsresultat har varit dyra att anlägga och sköta samt krävt ganska stort utrymme. Andra, mer kostnadseffektiva reningsmetoder som ger ökade möjligheter att fånga föroreningar närmare källan har behövt utvecklas och testas.

Stockholms stad utlyste en tekniktävling år 2001 där nya tekniker för att rena dagvatten efterfrågades. Flera förslag baserade på filter kom in. Dessa var dock inte färdigutvecklade, men två förslag bedömdes intressanta och uppmuntrades med en belöning och en uppmaning till vidareutveckling av prototyperna. En samlad undersökning av reningseffekten hos denna typ av filter har dock inte gjorts. Stockholm Vatten beviljades medel ur den s.k. Miljömiljarden för att undersöka dagvattenfilters reningsförmåga av trafikdagvatten. I studien utnyttjades bl. a. en försöksanläggning, som sedan tidigare fanns vid Älvsjövägen, med möjlighet till att utföra flödesproportionell provtagning från fyra dagvattenbrunnar.

1.2 Syfte och mål

Projektets syfte var att undersöka reningseffekten av näringsämnen, vissa metaller, PAH och olja hos några utvalda filtertyper.

Målet var att hitta driftsäkra och användarvänliga filter med hög avskiljningsgrad av föroreningar.

1.3 Frågeställning

1.3.1 Litteraturstudie

- Vilka brunnsfilterinsatser förekommer idag på marknaden?
- Vilka resultat har erhållits från tidigare studier över dagvattenfilters funktion?

1.3.2 Undersökningen

- Vilken reningseffekt har tre utvalda dagvattenfilter?

2 ALLMÄNT OM BRUNNSFILTER

Brunnsfilterinsatser används i syfte att rena dagvatten från gator och markytor. Filtret läggs, ställs eller hängs direkt under en betäckning i en dagvatten- eller rännstensbrunn. En fördel med detta är att filtrering kan ske nära utsläppskällan. När dagvattnet rinner ner i en sådan brunn filtreras det genom ett absorberande material. Bytesfrekvensen av filtermaterialet anpassas efter vattenflöde samt vattenkvalitet och görs normalt 2-4 gånger per år.

3 LITTERATURSTUDIE

Filtermaterialet kan bestå av t ex aktivt kol, träfiber, torv, zeolit, järnhydroxid, cellulosa, polypropylen eller tallbark. I en kort redogörelse nedan presenteras en litteraturstudie av försök som utförts på filtermaterial. Studien har delats upp i försök som utförts i laboratorieskala (3.1) respektive fullskala (3.2). I de fall då filtren undersökts i såväl laboratorie- som fältskala (fullskala) presenteras resultaten under rubriken fullskaleförsök.

3.1 Laborieförsök

Mineraliska material användes vid skak- och kolonnförsök för avskiljning av tungmetaller i filtrerat dagvatten. Masugnsslagg hade en avskiljning av Cr, Cd, Pb och Hg på 90 % och Cu avskiljdes med 85 %. Avskiljningen påverkades av pH, jonstyrka, temperatur, metallkoncentration och mängd löst organiskt material (Lindquist, A 2005).

Skakförsök med tallbark för saneringsändamål gav maximal sorptionskapacitet för Cu-joner 4,90 mg/g, för Zn-joner 3,36 mg/g och för Pb 1,15 mg/g. Torv var en utmärkt absorberare för olja och tungmetaller, pga. en större specifik yta än tallbark (Täljemark, K & Öberg, K 2003).

Tre lakningsförsök med avjoniserat vatten och dagvatten i furubarksflis utfördes. Resultaten visar att det skedde en urlakning av både fenol och metaller från flisen och att halten förorening i vattnet var förhöjd efter lakning. Dessutom observerades en sänkning av vattnets pH efter passage genom barkflisen (Vienola, S 2008).

3.2 Fullskaleförsök

Fullskaleförsök med filter av specialbehandlad barkflis vid en tandvårdsklinik och vid värmekraftverk visade på en uppsugningsförmåga hos filtren med 13g metalljoner/kg torr bark (Berggren, U).

Kolonnförsök i labb och fält visade att Pb, Zn, Cu och Ni absorberades bäst av torv. Bark absorberade Cu och Cd bra men blev snabbt mättad (Kalmykova, Y 2004).

Kolonnförsök där dagvatten rann genom naturlig och bränd opoka samt furubarksflis visade på mycket dålig avskiljning av metaller (<1%), anledningen tros vara filtrens utformning. Furubarken renade sämre än opoka men är lättare och billigare att bli av med (Färm, C 2006).

Barkfilter för rening av dagvatten gav en reduktion av olja på 70 % och en reduktion av Cu på 50 % vid fältförsök under 4 månader. Reduktionen påverkades inte av frysning. Vägsalt minskade däremot den hydrauliska kapaciteten hos filtren. Långtidsförsök i labb visade att den hydrauliska kapaciteten var bäst hos fabriksfärdad bark med tillsats av kol och sedan för fabriksfärdad bark (Lindberg, E m fl. 2003).

Furubarksflis (Zugol) testades i Västerås och man kom fram till att om man önskar uppnå 50% reduktion av metaller behövs flera ton bark i varje brunn (Arkentoft, T m fl. 2002).

Vid platsbrist kan rännstensbrunnsfilter användas, men dessa är kostsamma att installera och sköta samtidigt som reningseffekten är begränsad (Malmqvist, PA 2003).

Dagvatten från en gata med ÅDT 14000 i Schweiz samlades upp och pumpades till en pilotanläggning för behandling. Fem reningsförsök utfördes: I det första försöket användes filterfleece (tog bort 80 % av partiklarna och 60-70% av tungmetallerna) och vid tillsats av GFH/kalcit (granulerad järnhydroxid) erhöles en bättre reningseffekt med en total reningskapacitet för tungmetaller på 91-94 %. I det andra försöket utfördes en behandling genom sedimentation, filterfleece och GFH gav sämre rening. I det tredje momentet utnyttjades piletyg i trumfilter (tog bort 80 % av partiklarna och 55-70 % av tungmetallerna). I kombination med filterfleece erhöles sammanlagt 70-80% metallreduktion. I den fjärde undersökningen tillämpades polymerflockning, piletyg i trumfilter och filterfleece. I det här fallet fungerade inte polymerdoseringen. Slutligen användes pile i trumfilter inklusive filterfleece eller 30cm GFH/kalcit-absorbent, som gav mkt bra resultat (EAWAG, 2006).

Vid Älvsjövägen (ÅDT 17000–18000) i Stockholm gjordes en anläggning för att studera rening av trafikdagvatten. Två av fyra brunnar hade filterinsatser bestående av en "strumpa" av geotextil utanpå ett rörformat galler. Slutsatsen var att de installerade filtren krävde kraftigt ökade driftinsatser utan att reningsresultatet förbättrades. Sedimentering i traditionella rännstensbrunnar med sandfång medförde en föroreningsreduktion på 10 % (Bennerstedt, K 2005).

Trafikdagvatten från Essingeleden och Lilla Essingen som genomgått rening i en dagvattendamm (Sorbusdammen, se nedan) fick passera olika filtermassor i kolonner. De filtermaterial som testades var aktivt kol, furubark, zeolit och Polonite. Reduktionen av Fe, Mn, Zn och Al var enligt författaren godtagbar för samtliga filtermaterial. Zeolit och aktivt kol var bäst på att avskilja metaller och generellt kom man fram till att lägre koncentrationer i inkommande vatten gav lägre reningseffekt (Kocyba, 2006).

I Sorbusanläggningen på Lilla Essingen i Stockholm passerade dagvatten, efter rening i en damm, en filteranläggning bestående av ett biologiskt filter och reaktiva filter. Kombinationen biologiskt filter och Polonite (opoka)+furubark uppvisade rening av P, Zn, Cu, Cd och Pb medan halten Cr och N ökade. För Ni var inte resultaten entydiga. Zeolit+furubarksfiltret i kombination med biologiskt filter hade ungefär samma reningseffekter för P, Zn, Cu, Cd och Pb. Denna filterkombination renade även Cr, N och Ni. De två filterkombinationerna gav en rening på 22-35 % för P, <0-8 % för N, <0-35 % för Cr, <0-23 % för Ni och 17-60 % för övriga metaller. Reningseffekten var sammantaget betydligt lägre för filtren än för dammen, vilket kan förklaras med lägre halter in till filtren (Aldheimer, G 2006).

4 MARKNADENS BRUNNSFILTERINSATSER

På marknaden finns ett antal olika brunnsfilter och i en sökstudie som utfördes 2006 hittades sammanlagt 15 olika filter vilka skiljde sig med avseende på konstruktion och filtermaterial. Enligt tillverkarna är de olika absorptionsmaterialen olika bra på upptag av metaller och andra föroreningar. Vissa filter har testats tidigare och studier visar på olika god reningseffekt. Reningseffekten redovisas inte på något enhetligt sätt varför det är svårt att jämföra filtren med varandra. Det finns även för- och nackdelar med respektive filter vad gäller drift och utbyte av absorbent. Samtliga brunnsfilterinsatser (år 2006) finns sammanställda i tabell i Bilaga 8.

5 BRUNNSFILTER INGÅENDE I DENNA STUDIE

I denna studie användes tre olika brunnsfilter och nedan följer en mer detaljerad beskrivning av respektive filter.

5.1 Innolet

Brunnsfiltret Innolet tillverkas av Sieker i Tyskland. Innolet finns tillgänglig i olika versioner, men är uppbyggt enligt principen ett yttre lager som avskiljer större partiklar och löv, samt en inre filterpatron med ett absorptionsmaterial som utgörs av järnhydroxid och zeolit, se Bild 5.1. Fördelen med Innolet är enligt tillverkarna att den enkelt kan installeras i befintliga brunnar. Vid större flöden rinner vattnet ut genom så kallade "nödutlopp" i filtret och förs direkt till dagvattensystemet så att vattnet inte dämmer upp på gatan. Filtret har förmågan att rena ca 75 % av den årliga nederbörden, det behöver rengöras var sjätte till tolfte månad och utbyte av absorbent behöver enligt tillverkaren ske en gång per år (www.sieker.de). I Bild 5.2 och 5.3 visas ytterligare bilder på Innolet dagvattenfilter.



Bild 5.1 Innolet dagvattenfilter består av flera delar.



Bild 5.2 Innolet monterad i brunn och efter ett antal månaders drift.



Bild 5.3 Ett Innoletfilter som plockats upp ur en dagvattenbrunn efter försöksperioden.

5.2 SorbClean

Filtret är uppbyggt i rostfritt och syrafast material och består av en yttre filterhållare och två inre filterkassetter, se Bild 5.4 till Bild 5.8 . Filtret ställs på högkant i brunnen och tätas med hjälp av gummilister mot brunnsväggen. Vattnet passerar filtermaterialet som ligger i två filterkassetter, och består av specialbehandlad s.k. "oljebark" respektive "metallbark". Barken i kassetterna kan bytas utan att hela filterkonstruktionen plockas bort från brunnen och SorbClean finns i olika dimensioner för att passa olika stora brunnar och skulle filtret sättas igen kan vattnet passera ovanför filterkassetten. SorbClean har använts vid bilvårdsanläggningar och enligt leverantören av SorbClean är filtret lätt att sköta. Det anses även att den stora filtervolymen medför färre bytestillfällen jämfört med andra filter.



Bild 5.4 SorbClean består av en ram och två filterkassetter.



Bild 5.5 SorbClean monterad i brunn och efter några månaders drift.

Brunnsfilter för rening av vägdagvatten



Bild 5.6 Filtermaterialet kan bytas ut genom byte av filterkassetterna medan ramen sitter kvar.



Bild 5.7. SorbClean lyfts upp ur brunnen efter undersökningens slut.



Bild 5.8. SorbClean filterkassetten som ska tömmas på absorberent.

5.3 Absorbo

Enligt tillverkarna av dagvattenfiltret Absorbo, Absorbenta AB kan filtret ta upp ca 12 kg föroreningar i form av olja, bensen, diesel, skär- och spolärenska samt tungmetaller. Dagvattnet får rinna genom ett barkfilter. Större skräp såsom löv avskiljs från filterdelen genom ett specialkonstruerat lock vilket sägs motverka igensättning. Användning av Absorbo möjliggör inspektion, filterbyte och slamsugning utan att filtret behöver monteras ner. Absorptionsmaterialiet är biologiskt nedbrytbart och kan komposteras alternativt förbrännas utan miljölägenheter enligt producenten (www.absorbenta.se). För bilder och schematisk ritning, se Bild 5.9 till Bild 5.12



Bild 5.9 Absorbo med filtermaterial.

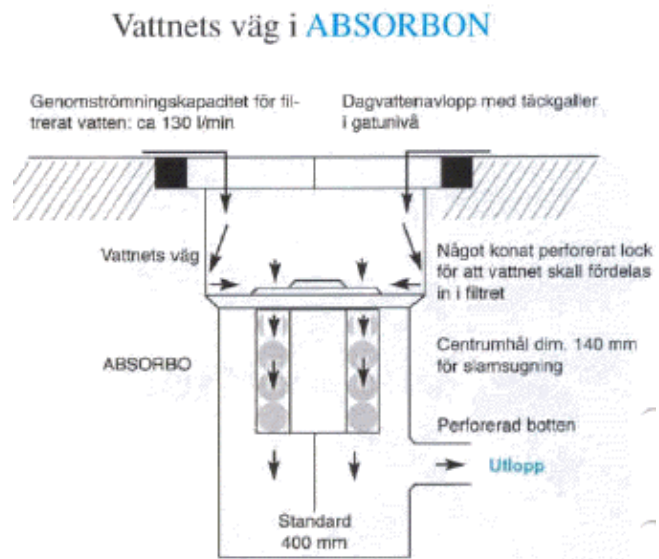


Bild 5.10 Principskiss över Absorbo.



Bild 5.11 Absorbo monterad i brunn.



Bild 5.12 Absorbo dagvattenfilter.

6 OMRÅDESBESKRIVNING OCH LOKALISERING AV BRUNNAR

6.1 Älvsjövägen

Undersökningen har utförts på dagvatten som avrinner från en sträcka av Älvsjövägen i södra Stockholm. Vägen är tvåfilig och har en trafikbelastning som uppgår till 19 500 fordon/dygn (Vägverkets Nationella vägdatabas, 2003). Avrinningsytan uppgår till ca 1 400 m², varav 100 m² är gräsbevuxen och resten är asfalterad. I en lågpunkt i mitten av vägsträckan finns fyra rännstensbrunnar vilka ingick i studien. För områdets storlek, se Tabell 6.1. För Älvsjövägens läge och omnejd se Bild 6.1 och för brunnarnas lokalisering, se Bild 6.2.

Tabell 6.1 Delområdenas storlek, m²

	Vägyta	Gräsyta	Totalt
RB1	280	70	350
RB2	443	30	473
RB3	280		280
RB4	293		293

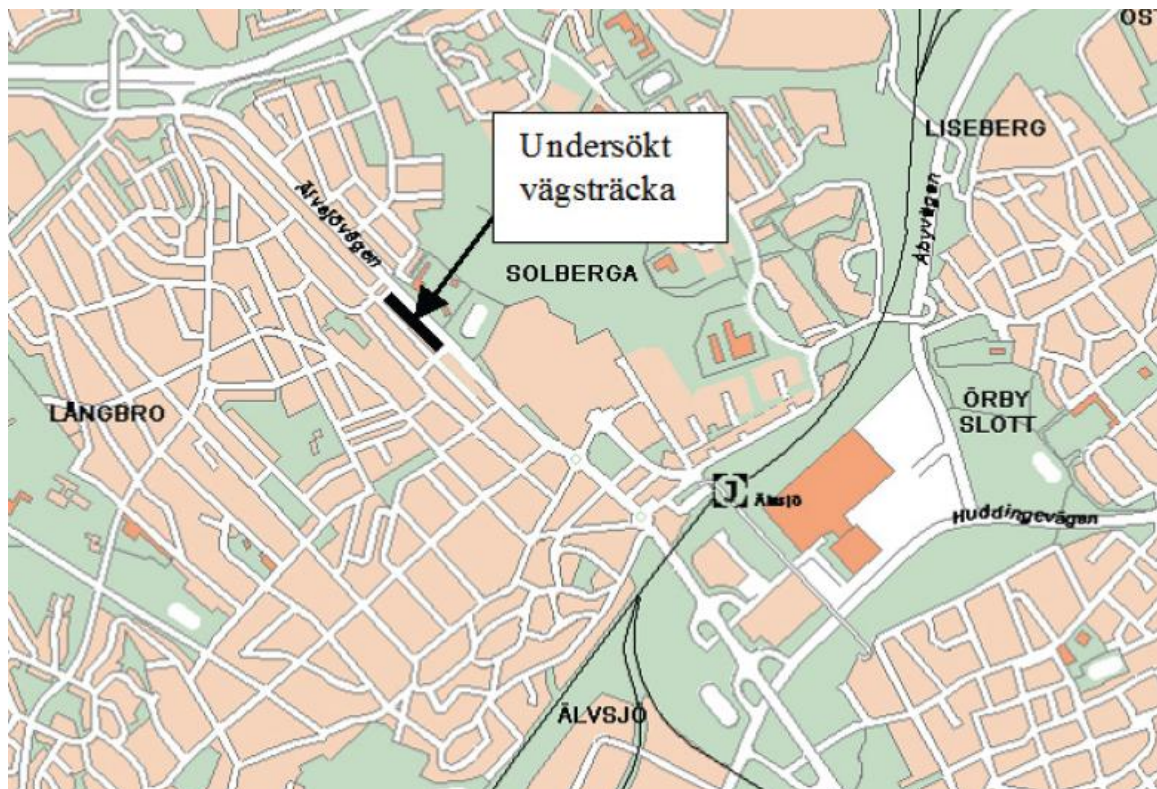


Bild 6.1 Karta över undersökningsområdet och dess omgivning (från Bennerstedt 2005)

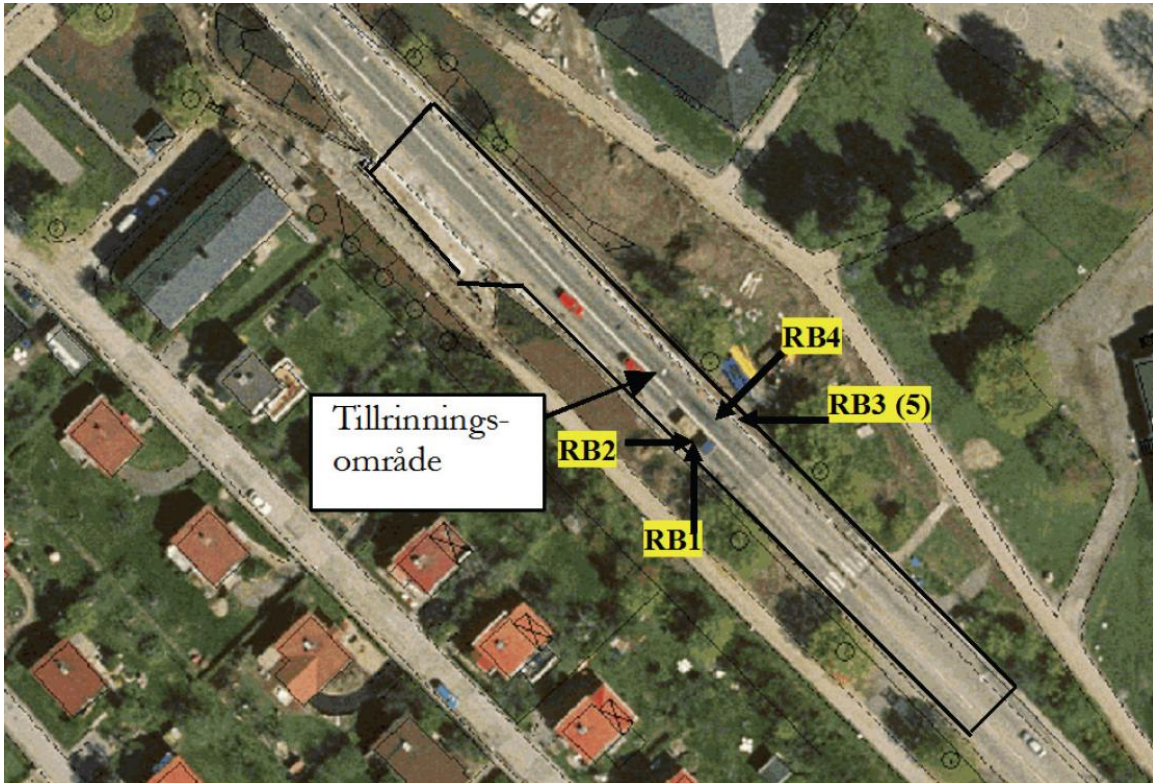


Bild 6.2 Flygfoto över undersökningsområdet samt lokalisering av de fyra rännstensbrunnarna.

6.2 Sveavägen

Sveavägen är en relativt högtrafikerad väg i centrala Stockholm, se Bild 6.3, och i området finns gott om hus med koppartak. Tre dagvattenbrunnar ingick i studien och deras lokalisering redovisas i Bild 6.4. Tillrinningsområdet till vardera brunnen finns i Tabell 6.2.

Tabell 6.2 Delområdenas storlek, m²

Adress	Vägyta	Trottoar	Tak	Totalt
Sveavägen 71	220	360	-	580
Sveavägen 90	325	105	-	430
Sveavägen 96	405	190	145	740

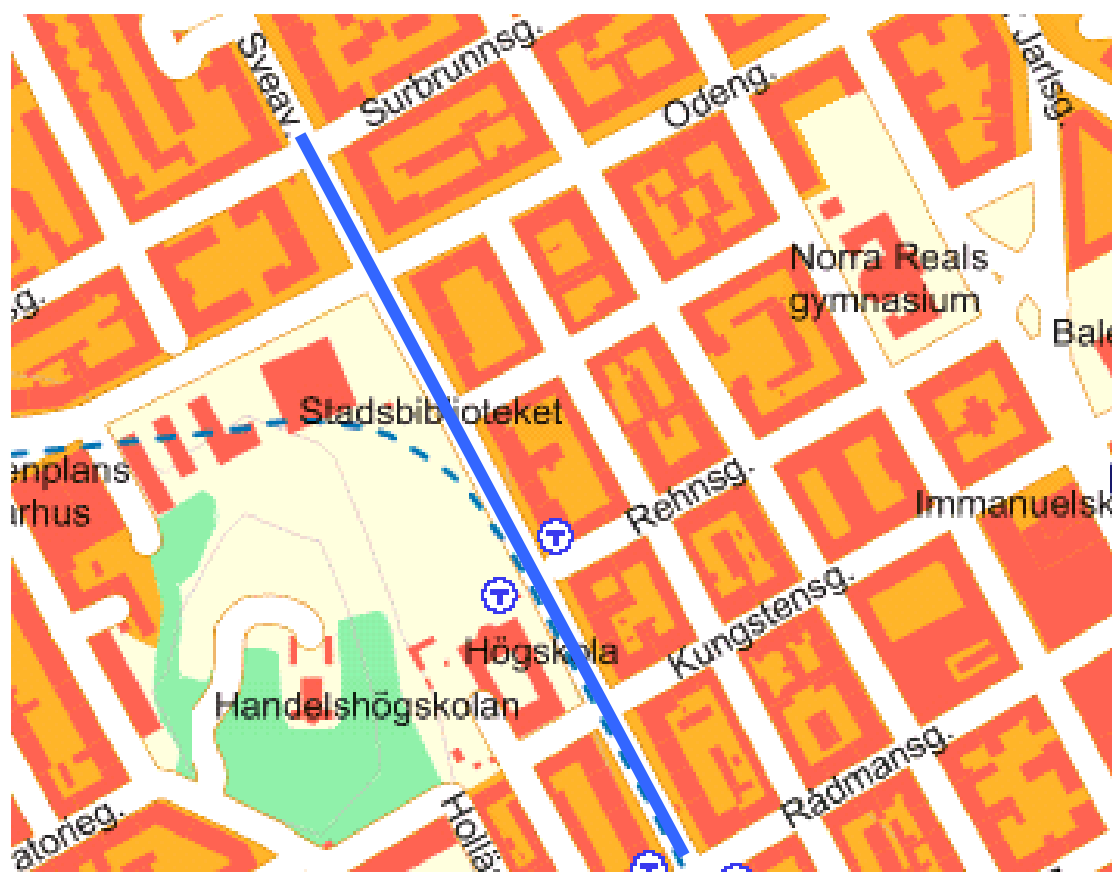


Bild 6.3 Sveavägen i centrala Stockholm.

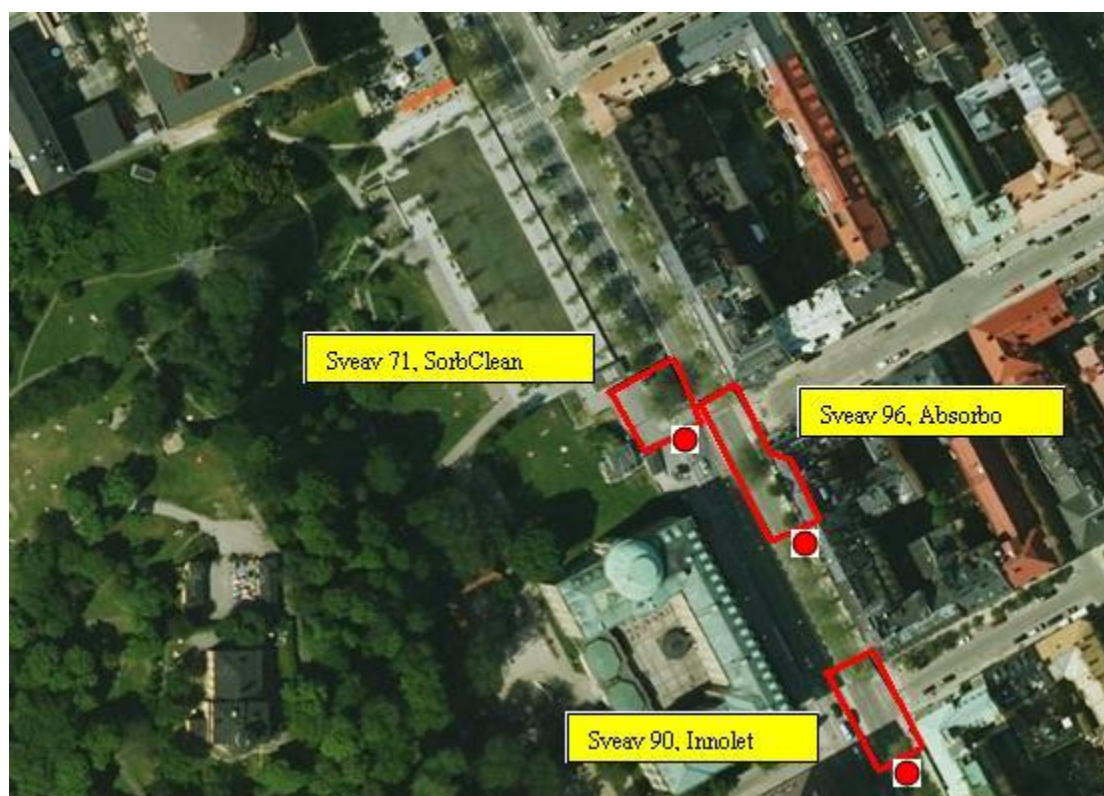


Bild 6.4 Lokalisering av brunnarna på Sveavägen samt deras tillrinningsområden.

7 METOD

I denna studie genomfördes Ecoscopeprovtagning, flödesproportionell vattenprovtagning, filterprovtagning samt nederbördsräkning. Nedan följer en beskrivning av respektive moment.

7.1 Ecoscopeprovtagning

Ecoscope är ett litet, lätt och smidigt provtagningsinstrument för organiska ämnen och tungmetaller, som inte kräver någon yttre energikälla och kallas därför för passiv provtagare, se Bild 7.1. Enligt leverantören kan Ecoscope placeras ut i såväl avloppssystem som i sjöar och vattendrag där den kan ligga under en längre tid och fånga upp både kontinuerliga och tillfälliga utsläpp. Provtagning med Ecoscope kan pågå från några dagar till flera veckor beroende på provtagningens syfte och de haltnivåer man har att göra med. Efter avslutad provtagning skickas instrumentet för analys. Det krävs en liten arbetsinsats när denna ska installeras och hämtas och det finns möjlighet att parallellt samordna provtagning i ett stort antal provpunkter. Ecoscope används exempelvis vid kartering av vattensystem, miljöövervakning samt vid spårning av föroreningskällor (www.alcontrol.se).

Ecoscope placerades i alla brunnar som ingick i filterundersökningen och vattenprovtagningen. Ecoscopeprovtagningen pågick under perioden 2006-11-01 till 2006-11-22 vilket innebär att dessa fästades i brunnarna samtidigt som filtren. De monterades i det vatten som ännu inte passerat något filter. Syftet med undersökningen var att ta reda på huruvida brunnarnas tillrinningsområden var jämförbara eller inte, med avseende på förekomsten av föroreningar. Ecoscopen skickades till labb och jonbytarmassan analyserades. För metaller erhöles resultaten som $\mu\text{g}/\text{kg}$ jonbytarmassa medan de för aromatiska och opolära alifatiska föreningar (olja) erhöles som ng/ml lösningsmedel.



Bild 7.1 Ecoscope (källa: www.alcontrol.se)

7.2 Flödesproportionell vattenprovtagning på Älvsjövägen

Denna provtagningsmetodik innebär att vattenprov tas i förhållande till flödet. Flödesdata loggas automatiskt vilket ger goda förutsättningar att beräkna total föroreningsbelastning för uppmätt period. I denna studie möjliggör metoden beräkning av de föroreningsmängder som avskiljs genom brunnsfiltrena under samma period. Eftersom dagvatten är mycket varierande till sin karaktär är flödesproportionell provtagning mer rättvisande än stickprov då den fångar upp vatten från ett helt regnförlopp.

Flödesproportionell provtagning genomfördes vid Älvsjövägen i en speciellt anordnad provtagningsanläggning som var kopplad till de fyra rännstensbrunnarna (D500) som ingick i studien. Provtagningen pågick under perioden 2006-11-06 till 2007-03-27.

Separata ledningar ledde från brunnarna till en mätkammare inrymd i en container, se Bild 7.2 och Bild 7.3. Delprover på 300 ml togs ut för var 100:e liter som passerade respektive mätpunkt. Proverna togs från uppdämt vatten i respektive mätträna omedelbart uppströms skibordet. Delprover från respektive mätpunkt samlades upp i separata kärl som förvarades i kylskåp. Proverna blev därmed samlingsprov, ett för varje provtagningspunkt. Efter regntillfällena, eller i samband med regelbunden tillsyn, fördes erhållna samlingsprover till laboratorium för analys.



Bild 7.2 Provtagningsanläggningen tillfördes vatten från RB1-RB4.



Bild 7.3 Flödesmätarutrustning samt vattenprovtagare i provtagningsanläggningen.

Analysresultat erhöles för fyra prov per provtagningsstillfälle, dels tre prov där vattnet fått passera ett av filtrena, dels ett referensprov (0-prov) där dagvattnet fått flöda fritt och alltså inte passerat något filter. Analysdata från AnalyCen och Stockholm Vattens laboratorium sammanställdes sedan tillsammans med nederbörds- och flödesdata från provtagningsplatsen.

De analyserade ämnena var fosfor (P), kväve (N), suspenderad substans (SS), kadmium (Cd), krom (Cr), koppar (Cu), nickel (Ni), bly (Pb), zink (Zn), oljeindex (olja), cancerogena polycykliska aromatiska kolväten (PAH) samt övriga PAH. Totala fraktioner av näringsämnen och metaller avses, dvs. lösta fraktioner har inte analyserats. SS är ett mått på partiklar. I cancerogena PAH ingår 6 ämnen och för övriga PAH ingår 9 ämnen.

Vid beräkningar har de halter som är redovisade som lägre än detektionsgränsen satts till lika med detektionsgränsen, se Bilaga 1-4.

7.3 Filteranalyser

Efter en testperiod på 7 månader (oktober 2006-maj 2007) plockades filtren upp och filtermassans innehåll analyserades och jämfördes med innehållet i oanvänd filtermassa. Filtrens placering framgår av Tabell 7.1 och Tabell 7.2

Tabell 7.1 Filter i brunnarna vid Älvsjövägen.

	Rb1	Rb3	Rb4
Filter	Innolet	SorbClean	Absorbo

Tabell 7.2 Filter i brunnarna vid Sveavägen.

	Sveav 71	Sveav 90	Sveav 96
Filter	SorbClean	Innolet	Absorbo

Nedan visas fler bilder på de filter som ingick i studien, se Bild 7.4 till Bild 7.6.



Bild 7.4 Absorbo monterad i en dagvattenbrunn.



Bild 7.5 Innolet dagvattenfilter.



Bild 7.6 SorbClean installerad i en brunn stöttad med en plank.

7.4 Nederbördsmätning

Automatiska nederbördsmätare kan användas för beräkning av dagvattenflöden. Dessa flöden kan i sin tur jämföras med uppmätta flöden för bedömning av tillförlitligheten. Nederbördsdata kan även användas då flöden loggats felaktigt exempelvis i form av minusvärden. Lokal nederbördsdata kan också vara till hjälp för uppskattning av årliga och månatliga föroreningsmängder och föroreningsavskiljning.

I denna studie utfördes nederbördsmätning under hela perioden som filterundersökningen och den flödesproportionella provtagningen pågick och fungerade som ett komplement i syfte att försäkra sig om att flödesmätaren fungerat korrekt. För rådata se Bilaga 5.

7.5 Beräkning av föroreningskoncentrationer

Flödesviktade koncentrationer för varje provpunkt på Älvsjövägen, där den flödesproportionella provtagningen av dagvattnet ägde rum, har beräknats genom att vikta koncentrationen mot volymen. För en punkt med tre prover beräknas den volymsviktade koncentrationen enligt Ekv. (1):

$$C = \frac{c_1V_1 + c_2V_2 + c_3V_3}{V_1 + V_2 + V_3} \quad (1)$$

där C är den volymsviktade koncentrationen, c den uppmätta halten i varje prov och V den uppmätta volymen i varje prov.

Reningseffekten (RE) uttrycks i procent (%) och är beräknad som kvoten av renad halt (differensen mellan halterna i 0-prov (Rb2) och Rb1, Rb3 och Rb4) och inkommande halt (0-provet Rb2), se Ekv. (2):

$$RE = 100 \frac{C_{Rb2} - C_{Rbx}}{C_{Rb2}} \quad (2)$$

där $x=1,3,4$ (Rb1, Rb3 och Rb4).

Upptaget av föroreningar för olika filter i procent (%) har beräknats genom att jämföra föroreningsmängd, M , mg/kg torrsubstans (TS) i den oanvända filtermassan med föroreningsmängd i filtret i brunnen se Ekv. (3).

$$Upptag = 100 \frac{M_x - M_0}{M_0} \quad (3)$$

Där $x = Rb1, Rb3$ respektive $Rb4$ på Älvsjövägen samt Sveav. 71, Sveav. 90 respektive Sveav. 96 på Sveavägen och där 0 indikerar oanvänd filtermassa.

8 RESULTAT

8.1 Ecoscopeanalys

Resultaten från Ecoscopeanalyserna redovisas i Tabell 8.1. Resultaten visar att det inkommande vattnet i Rb2 (där inget filter sattes ut) vid Älvsjövägen hade de högsta föroreningshalterna, vilket är tvärt emot vad vattenanalysen påvisar, se kapitel 8.3. Vid Sveavägen har Ecoscopet som satt i samma brunn som filtret Absorbo (Sveav 96) tagit upp mest förorening. Undersökningen visar att det tillrinnande vattnet i brunnarna inte helt är likvärdigt, då både typ av förorening och mängd skiljde sig mellan provpunkterna. Ecoskopens placeringar i brunnarna har förmodligen inte varit likvärdiga pga. de olika filtrens utformning. Detta kan ha påverkat Ecoskopens upptag av föroreningar.

Tabell 8.1 Analysresultat från Ecoscopeundersökningen vid Älvsjövägen uttryckt som µg/kg jonbytmassa för metaller och som ng/ml lösningsmedel för organiska ämnen. Grå markering innebär att provet är påverkat, övriga värden är relativt normala bakgrundshalter.

Älvsjövägen	Innolet Rb 1	Brunn Rb 2	SorbClean Rb3	Absorbo Rb 4
Cd	8	28	13	18
Cr	540	690	460	480
Cu	2 200	10 000	720	2 400
Ni	550	1 000	500	670
Pb	310	320	190	570
Zn	14 000	30 000	7 700	11 000
Etylbensen	<10	13	<10	<10
m+p-xylen	107	205	55	60
o-xylen	15	45	<10	<10
Alkylerade bensener	279	2 313	193	191
Alifater	<1000	<1000	<1000	<1000

Tabell 8.2 Analysresultat från Ecoscopeundersökningen vid Sveavägen uttryckt som µg/kg jonbytmassa för metaller och som ng/ml lösningsmedel för organiska ämnen. Grå markering innebär att provet är påverkat, övriga värden är relativt normala bakgrundshalter.

Sveavägen	SorbClean Sveav 71	Innolet Sveav 90	Absorbo Sveav 96
Cd	15	2	58
Cr	450	320	540
Cu	1 400	570	12 000
Ni	620	600	820
Pb	460	200	930
Zn	17 000	6 800	37 000
Etylbensen	<10	<10	<10
m+p-xylen	70	143	46
o-xylen	11	29	11
Alkylerade bensener	<100	6 770	234
Alifater	<1000	<1000	<1000

8.2 Nederbörd och flöde

I Bilaga 5 och 6 redovisas nederbörds- och flödesserier. En sammanställning av den uppmätta nederbörden i mm för varje nederbördstillfälle samt dess spridning över hela provtagningsperioden finns redovisade i Bilaga 7, Figur 1. Vidare i Figur 2 till 5 redovisas flödena i l/s under mätperioden för respektive brunn tillsammans med den ackumulerade nederbörden för perioden. Dessa data har legat till grund för beräkning av föroreningsbelastningen i vattenanalysstudien. I Figur 6 i samma bilaga presenteras flödena för varje provpunkt och provtagningsdatum då personal varit på plats och hämtat prov efter nederbörd.

8.3 Vattenanalyser

Nedan presenteras resultaten från de vattenprover som togs flödesproportionellt i anläggning vid Älvsjövägen. Den volymsviktade koncentrationen (se Ekv.1 under Metod) för varje prov och varje ämne redovisas i Tabell 8.3. Här är flödena från Figur 2 till 5, Bilaga 7 summerade över tidsperioden som blandprovet är taget ifrån.

Tabell 8.3 Flödesviktade koncentrationer för varje prov. Utgående vattens föroreningshalter jämförs och lägst halt har gråmarkerats. O-provet tas inte med i den jämförelsen. Resultaten för samtliga PAH är osäkra.

		Antal prov	Rb1 Innolet	Rb2 0-prov	Rb3 SorbClean	Rb4 Absorbo
N	mg/l	11	3.09	1.98	2.99	2.77
P	mg/l	11	0.27	0.21	0.29	0.32
SS	mg/l	11	542.9	459.3	567.7	661.4
Cd	µg/l	10-11	0.29	0.22	0.28	0.29
Cr	µg/l	10-11	66.9	51.3	54.2	73.4
Cu	µg/l	10-11	136.5	98.5	107.5	120.0
Pb	µg/l	10-11	30.5	21.6	35.9	40.1
Zn	µg/l	10-11	561	407.3	490.4	517.5
Olja	mg/l	7-8	3.65	2.18	1.79	3.16
Cancerogena PAH	µg/l	8-9	0.41	0.23	0.34	0.39
Övriga PAH	µg/l	8-9	0.58	0.32	0.44	0.47

För oljeindex är 1 av 8 prover under detektionsgränsen för Rb1, Rb2 och Rb3. För cancerogena PAH är 6 av 9 under detektionsgränsen för Rb1, 7 av 9 för Rb2, 5 av 9 för Rb3 och 4 av 8 för Rb4. För övriga PAH är 6 prover av 9 under detektionsgränsen för Rb1, 7 av 9 för Rb2, 6 av 9 för Rb3 och 5 av 8 för Rb4.

Tabell 8.3 visar att nollprovet (Rb 2) har lägst föroreningshalt, med undantag för olja där prov Rb3 är lägre. Orsaken till att koncentrationen av föroreningar i brunnarna Rb1, Rb3 och Rb4 är högre än referensbrunnen Rb2 utan filter är oklar, men skulle kunna förklaras med variation i dagvattenkvaliteten då avrinningsområdena skiljer sig något och då provtagningen inte sker på samma vatten. Kanske är det så att samtliga filter släpper ifrån sig föroreningar. Vid de tillfällena då proverna låg under detektionsgränsen kunde filtrens rening vara högre än den beräknade vilket också kan ge en missvisande bild.

Om man jämför uppmätta koncentrationer för brunn Rb1, Rb3 och Rb4 med uppmätta koncentrationer för Rb2 för varje tidssteg finns det tillfällen då Rb2 har högre koncentration än de övriga brunnarna men för de flesta tillfällena är det tvärtom.

Resultaten från Tabell 8.3 skulle ha använts för beräkning av reningseffekten för varje filter enligt ovan angiven metodik, men eftersom denna metod resulterade i negativa reningseffekter för samtliga filter redovisas inte dessa resultat. Istället utförs en jämförelse mellan filtren, som visar att SorbClean ger minst förorenat dagvatten. Dagvattnet som passerat SorbClean har lägst halter för sju av ämnena, se gråmarkering i Tabell 8.3.

Filteranalyserna som utförts i denna studie, se kapitel 8.4, påvisar upptag av förorening i filtermassan varför resultaten är motsägelsefulla och svårtolkade.

I Bilaga 1 till 4 redovisas analysdata för varje punkt och varje mättillfälle tillsammans med flöde och nederbördsmängd.

8.4 Analys av filtermassa

Filtermaterialet analyserades efter avslutad testperiod på ca sju månader. Då analyserades även en oanvänd filtermassa för varje filtermaterial. Filtermassornas föroreningsmängd redovisas som mg/kg torrsubstans (TS) i Tabell 8.4 till Tabell 8.6.

Tabell 8.4 Föroreningsmängd (mg/kg TS) i oanvänd filtermassa.

	Innolet	SorbClean A "oljebark"	SorbClean B "metallbark"	SorbClean Tot	Absorbo
N	0.053	0.17	0.29	0.46	0.26
P	2500	470	230	700	260
Cd	0.29	0.31	0.52	0.83	0.39
Cr	2.4	7.8	2.5	10.3	2.5
Cu	2.4	7.8	2.5	10.3	2.5
Pb	36	1.6	1.5	3.1	0.5
Zn	32	31	78	109	28
Olja	45	145	10072	10217	485.2
Cancerogena PAH	0.3	0.3	0.3	0.6	0.54
Övriga PAH	0.3	0.3	0.32	0.62	0.3

Brunnsfilter för rening av vägdagvatten

Tabell 8.5 Föroreningsmängd (mg/kg TS) i filtermassa från Älvsjövägen.

	Innolet	SorbClean A "oljebark"	SorbClean B "metallbark"	SorbClean Tot	Absorbo
N	0.031	0.27	0.69	0.96	0.26
P	2000	400	420	820	510
Cd	0.23	2.4	2.5	4.9	0.34
Cr	4.7	7.1	8.5	15.6	8.5
Cu	22	17	31	48	16
Pb	31	6	9.7	15.7	4.5
Zn	140	130	190	320	64
Olja	125	9047	7642	16689	570
Cancerogena PAH	0.48	0.55	0.54	1.09	0.6
Övriga PAH	0.49	0.79	0.67	1.46	0.75

Tabell 8.6 Föroreningsmängd (mg/kg TS) i filtermassa från Sveavägen.

	Innolet	SorbClean A "oljebark"	SorbClean B "metallbark"	SorbClean Tot	Absorbo
N	0.051	1.2	0.26	1.46	0.24
P	2600	400	400	800	640
Cd	0.29	1.4	2.2	3.6	0.42
Cr	3.8	10	6.6	16.6	11
Cu	24	32	12	44	32
Pb	39	9.7	4.7	14.4	2.9
Zn	110	190	88	278	100
Olja	1701	1862	8156	10018	3467
Cancerogena PAH	0.3	0.63	0.47	1.1	0.3
Övriga PAH	0.33	0.62	0.55	1.17	0.3

Upptaget (mg/kg TS) hos filtermassorna redovisas i Tabell 8.7 och Tabell 8.8. Här har skillnaden mellan filtrens 0-prov och uppmätt TS-halt i jämförts. Negativa värden indikerar att filtret kan ha släppt ifrån sig föroreningar medan positiva värden visar på ett upptag.

Tabell 8.7 Upptag i mg/kg TS i filtermassa från Älvsjövägen.

	Innolet	SorbClean A "oljebark"	SorbClean B "metallbark"	SorbClean Tot	Absorbo
N	-0.02	0.10	0.40	0.50	0.00
P	-500	-70	190	120	250
Cd	-0.06	2.09	1.98	4.07	-0.05
Cr	2.30	-0.70	6.00	5.30	6.00
Cu	20	9.20	29	38	14
Pb	-5.00	4.40	8.20	12.60	4.00
Zn	108	99	112	211	36.00
Olja	80	8902	-2430	6472	85
Cancerogena PAH	0.18	0.25	0.24	0.49	0.06
Övriga PAH	0.19	0.49	0.35	0.84	0.45

Tabell 8.8 Upptag i mg/kg TS i filtermassa från Sveavägen.

	Innolet	SorbClean A "oljebark"	SorbClean B "metallbark"	SorbClean Tot	Absorbo
N	0.00	1.03	-0.03	1.00	-0.02
P	100	-70	170	100	380
Cd	0.00	1.09	1.68	2.77	0.03
Cr	1.40	2.20	4.10	6.30	8.50
Cu	22	24.2	9.50	34	30
Pb	3.00	8.10	3.20	11	2.40
Zn	78	159	10	169	72
Olja	126	1717	-1917	-200	-139
Cancerogena PAH	0.00	0.33	0.17	0.50	-0.24
Övriga PAH	0.03	0.32	0.23	0.55	0.00

Tabellerna visar att vid Älvsjövägen tar SorbClean upp störst mängd föroreningar för alla studerade ämnen med undantag av P och Cr där Absorbo ligger högst. Vid Sveavägen tar fortfarande SorbClean upp störst mängd föroreningar men undantagen är fler då P och Cr tas upp mer i Absorbo och olja i Innolet.

Upptaget (i %) hos filtermassorna redovisas i Tabell 8.9 och Tabell 8.10. Negativa värden indikerar att filtret kan ha släppt ifrån sig föroreningar medan positiva värden visar på ett upptag.

Tabell 8.9 Upptag i % i filtermassa från Älvsjövägen.

	Innolet	SorbClean A "oljebark"	SorbClean B "metallbark"	SorbClean Tot	Absorbo
N	-71	37	58	52	0
P	-25	-18	45	15	49
Cd	-26	87	79	83	-15
Cr	49	-10	71	34	71
Cu	89	54	92	79	84
Pb	-16	73	85	80	89
Zn	77	76	59	66	56
Olja	64	98	-32	39	15
Cancerogena PAH	38	45	44	45	10
Övriga PAH	39	62	52	58	60

Brunnsfilter för rening av vägdragvatten

Tabell 8.10 Upptag i % i filtermassa från Sveavägen.

	Innolet	SorbClean A "oljebark"	SorbClean B "metallbark"	SorbClean Tot	Absorbo
N	-4	86	-12	68	-8
P	4	-18	43	13	59
Cd	0	78	76	77	7
Cr	37	22	62	38	77
Cu	90	76	79	77	92
Pb	8	84	68	78	83
Zn	71	84	11	61	72
Olja	74	92	-23	-2	-40
Cancerogena PAH	0	52	36	45	-80
Övriga PAH	9	52	42	47	0

Avseende det procentuella upptaget tar Absorbo filtret upp mest föroreningar när det gäller P, Cr, Pb och övriga PAH vid Älvsjövägen och P, Cr, Cu, Pb, och Zn vid Sveavägen. Skillnaden mellan Innolet och SorbClean är marginell avseende Cu och Zn vid Sveavägen.

9 Driftreflektioner från användning av filtren

9.1 Allmänt

Dagvattenbrunnarna såg inte alltid ut som man skulle önska när filtren skulle monteras. Vid Älvsjövägen var brunnarna förskjutna i förhållande till betäckningarna, vilket medförde svårigheter i att få ner brunnsfiltren. Se Bild 9.1 till Bild 9.4



Bild 9.1 Rb 1



Bild 9.2 Rb 2



Bild 9.3 Rb 3



Bild 9.4 Rb 4

Vidare var utsättningen av filtren svår på en starkt trafikerad väg som Älvsjövägen, då arbetet inte fick ske dagtid på grund av trafikintensiteten. Mycket folk och fordon var inblandade i arbetet, dels med uppsättning av varningsskyltar dels med avstängning av körfält med skyddsfordon på över 3,5 ton, se Bild 9.5. Även en spolbil var inblandad vid rengöring av brunnarna, samt ytterligare personer som hjälptes åt med montering, se Bild 9.6 och Bild 9.7.



Bild 9.5 Skyddsfordon på Älvsjövägen.



Bild 9.6 Renspolning av dagvattenbrunnarna skedde nattetid.



Bild 9.7 Flera personer var inblandade vid monteringen av filtren.



Bild 9.8 Filtren plockas upp på Sveavägen.

När filtren togs upp ur brunnarna på Älvsjövägen krävdes samma procedur som när de sattes ut, vilket innebar tung avstängning och nattarbete. På Sveavägen kunde arbetet utföras dagtid utan större störningar i trafiken, se Bild 9.8. Vid nedmontering av filtren observerades mycket skräp och sediment i samtliga brunnar.

9.1.1 Innolet

Det var inte problemfritt att sätta ut Innolet på Älvsjövägen. Filtret passade perfekt i brunnen, men upptill tätade inte gummipackningen ända ut till brunnskanten då Älvsjövägen inte har standardbrunnar. Problemet åtgärdades genom komplettering med en extra gummiring som sattes fast med silvertejp, se Bild 9.9 a och b.



Bild 9.9 a och b Innolet monteras i brunn.

När Innolet skulle lyftas upp såg filtret till en början relativt opåverkat ut, men tätningarna hade svällt och skräpkorgen ovanför filtret var full. Det var relativt enkelt att ta upp filterdelarna men filterkassetten var väldigt tung. Filtermassan var fylld med svart sediment och det låg daggmaskar överst i filtret, se Bild 9.10 och Bild 9.11.



Bild 9.10 Brunnsfilterinsatsen Innolet lyfts upp ur en brunn.



Bild 9.11 Daggmaskar låg överst i filtret.

Innolet tycks ha en mycket stabil konstruktion men filtermaterialet är tungt i sig själv. När det fylls med blöta avlagringar blir insatsen ännu tyngre att hantera. Nästan allt vatten tvingas att passera filtret. Bräddavlopp finns högst upp i filtret vilket gör att höga flöden kan hanteras och behovet av tillsyn blir litet.

9.1.2 SorbClean

De dagvattenbrunnar som var försedda med vattenlås behövde först byggas om innan filtren kunde monteras. SorbClean som placerades ut på Sveavägen fick stadgas upp med plankor då det hjulförsedda staget var för kort. SorbCleanfiltret som sattes ut på Älvsjövägen behövde inte justeras.



Bild 9.12 SobClean

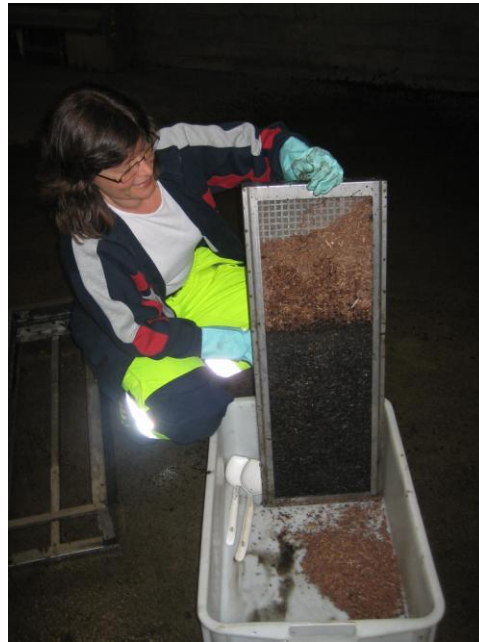


Bild 9.13 Filtermassan i SorbClean var torr högst upp.

SorbClean var lätt att plocka upp men samtidigt lossnade ett nedre lock från filtret. Det föll ner i brunnen och kunde inte hittas för att tas upp. Under transporten böjdes lister på båda sidorna och tätningslisterna lossnade delvis. Det observerades även att skruvar hade börjat rosta. Själva filterkassetten var relativt lätt att få isär och tömma. Både Filter A (oljefiltret) och Filter B (metallfiltret) var torra högst upp, resten mättat med sediment, se Bild 9.13.

SorbClean är det filter som är lättast att passa in i brunnen av olika form, även när betäckningen sitter snett i förhållande till brunnen. SorbClean var även lättast att lyfta upp och tömma på innehåll, dock är det osäkert om konstruktionen håller för upprepad hantering då lister och lock är tunna och lätt blir skeva eller lossnar. Allt vatten måste passera filterkassetten och eftersom ytan är stor är risken för igensättning liten och därmed krävs minimal tillsyn.

9.1.3 Absorbo

Det var inte problemfritt att sätta ut Absorbo på Älvsjövägen på grund av svårigheten att fästa konstruktionen. Vid ett tillsynstillfälle hade filtret lossnat och vid ett annat hade fästansordningen skevat, vilket gjorde att filtret var svårt att få på plats och få tätt, se Bild 9.14 a och b. Vidare fick gummipackningen antingen skäras till för att passa eller tätas med tygtrasor då gummiringen inte täckte hålet ända ut.



Bild 9.14 a och b Svårigheter i att fästa Absorbo i brunnen förekom.

När filtret efter avslutad provperiod skulle tas upp från Älvsjövägen hade skruvarna kärvat fast mot brunnsväggen och flera personer behövde hjälpas åt för att lossa filtret, se Bild 9.15 a och b. Filtret hade satts igen av ett tjockt lager med smuts och skräp som hamnat ovanpå hålen där vattnet skulle rinna in. Troligtvis medförde detta att en hel del vatten runnit ner i mitten istället för att passera filtret. Mycket sediment och olja hade ansamlats på filterkorvarnas utsida. Dessa föroreningar togs inte med i analyserna av filtermassan, se Bild 9.16.



Bild 9.15 a och b Flera personer behövdes för att lossa Absorbo från brunnen.



Bild 9.16 Mycket föroreningar hamnade på utsidan av filterkorven istället för i filtrermassan.

Absorbos fästansordning var svår att få på plats på ett riktigt sätt då den lätt hamnade snett och blev skev vilket medförde att filtret var svårt att få ner. Gummiduken som medföljde kunde ha varit större för att kunna skäras till på plats och anpassas till olika former på brunnarna. Filtret kräver regelbunden tillsyn och rengöring upptill för att inte hålen ska täppas till av sand och skräp och göra att vatten bara rinner ner i mittenhålet.

10 DISKUSSION OCH SLUTSATS

Denna utredning har gett olika resultat av reningseffekt i filtren beroende på vilken metod i utvärderingen som använts. Provtagning och analys av dagvatten som passerat de olika filtren vid Älvsjövägen visade att föroreningshalterna var högre i jämförelse med det dagvatten som inte passerade något filter. Detta skulle alltså betyda att alla filtertyper i försöket skulle försämra dagvattnets kvalitet. Detta motsägs dock av att samtliga undersökta filtermassor innehöll avsevärda mängder föroreningar efter att ha suttit ute i fält. Det troligaste är att det dagvatten som inte passerade något filter i referensbrunnen på Älvsjövägen av någon anledning var mindre förorenat än det vatten som passerade filtren i de andra brunnarna. Det kan vara ett rimligt antagande eftersom de olika brunnarna har olika tillrinningsområden. Så även om filtren minskade halterna av föroreningarna så blev de inte lika låga som halterna i referensbrunnen.

Filtren som placerades ut i dagvattenbrunnarna på både Älvsjövägen och Sveavägen innehöll alltså högre föroreningsmängd än de oanvända filtermassorna. Reningseffekten kan antingen bedömas genom att studera upptag i mängd eller i procent. Dessa två metoder ger olika resultat. Vi rekommenderar användning av resultaten från mängdupptaget, eftersom det visar på hur många mg föroreningar som kan avlägsnas från dagvattnet. Mätningarna visar att SorbClean har tagit upp mest föroreningar (uttryckt i mg/kg TS) i de flesta fallen.

Dagvattenfilter är inte en effektiv lösning för rening av dagvatten från stora trafikleder då installation och skötsel av dessa förutsätter att arbetet utförs nattetid. Det är tidskrävande att montera filter i brunnar samtidigt som omfattande tillsyn och skötsel behövs för att inte leda till igensättning. För att underhålla dessa system behövs en oproportionerligt stor driftinsats i förhållande till nyttan. Användning av brunnsfilter kan inte betraktas som ett hållbart sätt att rena dagvattnet från alla ca 50 000 dagvattenbrunnar i Stockholm, eftersom filtermaterialet sedan blir ett avfall som måste tas omhand.

Dagvattenfilter utgör inte den bästa lösningen för rening av vägdagvatten från högtrafikerade områden, men de kan utgöra en bra lösning för rening av dagvatten i anslutning till parkeringsytor, industrier och hamnområden där trafikintensiteten är lägre och brunnarna mer lättillgängliga.

Resultaten från den flödesproportionella provtagningen ger anledning till några reflektioner. Dagvatten från brunnarna med filter borde rimligen innehålla lägre halter föroreningar än från brunnen utan filter, här var förhållandet generellt det motsatta. Inga samband observerades heller mellan Ecoscopeprovtagningen och vattenanalyserna. En utredning av orsaken till de orimliga värdena rekommenderas. Dagvatten från alla fyra brunnar skulle kunna provtas utan filter och föroreningshalterna jämföras i syfte att se om Rb2 (referensbrunnen) alltid har lägre föroreningshalter än övriga brunnar. En annan reflektion är att lägre detektionsgränser vid analyserna bör tillämpas om möjligt. Ju fler värden som ligger under detektionsgränsen desto större osäkerhet.

10.1 Koppling till litteraturstudien

Då resultaten av vattenanalyser, filtermassor och Ecoscope inte är entydiga är det osäkert att dra några slutsatser kring sambanden mellan tidigare studier och denna undersökning.

Exempelvis visade en studie på att barkfilter gav en reduktion av olja på 70 % och en reduktion av Cu på 50 % vid fältförsök under 4 månader. Analys av filtermaterialet i denna studie visar att Cu absorberades upp till 84 % och olja upp till 39 % vid Älvsjövägen medan barkfiltrena vid Sveavägen släppte ifrån sig olja och reducerade Cu med upp till 92 %. Liknande oklarheter förekommer vid jämförelse mot övriga studier när det gäller samtliga filtermaterial.

11 REFERENSER

Aldheimer, G. 2006. Sorbus, Reningsanläggning för dagvatten. Stockholm Vatten rapport: 12-2006.

Berggren, U. Properties of surface-modified pine bark used for adsorption of heavy metals in water. Tekniska verken, Linköping

Bennerstedt, K. 2005. Lokal rening av trafikdagvatten. VA-Forsk rapport Nr 2005-05.

Lindberg, E m fl. 2003. Karaktärisering av barkfiltermaterial för rening av dagvatten.

Lindquist, An. 2005. Mineraliska material som reaktiva filter för avskiljning av tungmetaller från dagvatten.

Kalmykova, Y. 2004. Leachate treatment of heavy metals by natural and residual product materials.

Arkentoft, T m fl, 2002. Furubarksflis som filtermaterial vid rening av metaller i dagvatten.

Färm, C. 2003. Rening av dagvatten genom filtrering och sedimentation.

Jakobsson, A. 2003. Tungmetaller och PAH i ett efterbehandlingsystem för vägdagvatten i Gårda.

Kocyba, J. 2006. Pilot trials with columns filled with reactive materials for stormwater treatment. Stockholm Vatten rapport: 7-2006.

Larm, T, Holmgren, A, Börjesson, E. 1999. Platsbesparande befintliga reningssystem för dagvatten – Förstudie i projektet Tekniktävling för rening av dagvatten.

Malmqvist, PA. 2003. Vilka tekniska lösningar (BMPs) är bäst för miljön?

Täljemark K, Öberg K. 2003. Tallbark för saneringsändamål.

Schadstoffe im Straßenabwasser einer stark befahrenen Strasse und deren Retention mit neuartigen Filterpaketen aus Geotextil und Absorbermaterial. EAWAG, 2006

Vienola, S. 2008. Lakningsförsök med furubarksflis – en utredning om utsläpp av fenolföreningar samt metallsorbition. Examensarbete vid Mälardalens Högskola.

BILAGA 1, Vattenanalys, RB1, Innolet

Start	Slut	Nb	Antal regntillfällen	Flöde	Volym
		mm		l/s	m3
2006-11-06 12:00	2006-11-13 11:15	9.2	2	0.0040	2.40
2006-11-13 11:15	2006-11-20 08:30	11	5	0.0062	3.70
2006-11-20 08:30	2006-11-24 09:30	10.6	3	0.0054	1.90
2006-11-24 09:30	2006-12-06 08:30	19	7	0.0023	2.40
2006-12-06 08:30	2006-12-15 04:50	15.8	5	0.0017	1.30
2006-12-15 04:50	2007-01-10 11:25	21.2	11	0.0010	2.30
2007-01-10 11:25	2007-01-19 07:00	39.8	7	0.0077	5.90
2007-01-19 07:00	2007-02-06 08:10	18.2	3	0.0008	1.30
2007-02-06 08:10	2007-03-05 07:15	11.4	5	0.0003	0.80
2007-03-05 07:15	2007-03-14 11:00	2.6	2	0.0004	0.30
2007-03-14 11:00	2007-03-27 11:10	16.8	6	0.0026	2.90

Start	Slut	Tot-N	Tot-P	SS	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Olja	C PAH	Ö PAH
		mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l
2006-11-06 12:00	2006-11-13 11:15	6.2	0.3	460	0.3	38	120	<0.05		24	500			
2006-11-13 11:15	2006-11-20 08:30	2.7	0.22	490	0.3	49	140	<0.05		30	600	5.6	<0.2	<0.3
2006-11-20 08:30	2006-11-24 09:30	3.5	0.25	400	0.2	41	110	<0.05		25	450	6	<0.2	<0.3
2006-11-24 09:30	2006-12-06 08:30	4.1	0.44	320	0.3	62	140		25	33	550	7.2	<0.2	0.38
2006-12-06 08:30	2006-12-15 04:50	1.4	0.46	240	0.1	30	54			16	270	2	0.23	<0.3
2006-12-15 04:50	2007-01-10 11:25	3.3	0.35	950	0.5	140	180			55	880	<0.1	2.1	2.8
2007-01-10 11:25	2007-01-19 07:00	1.8	0.18	470	0.2	70	110			22	420	3.3	<0.2	<0.3
2007-01-19 07:00	2007-02-06 08:10	3.2	0.27	920	0.5	100	210			44	830		<0.2	<0.3
2007-02-06 08:10	2007-03-05 07:15	3.8	0.09	370	0.4	28	97			20	430	1.4	0.58	0.75
2007-03-05 07:15	2007-03-14 11:00	2.6	0.08	220	0.1	22	86			14	300			
2007-03-14 11:00	2007-03-27 11:10	2.9	0.27	830	0.3	87	200			41	750	1.6	<0.2	<0.3

C: Cancerogena

Ö: Övriga

BILAGA 2, Vattenanalys, RB2, Referensbrunn

Start	Slut	Nb mm	Antal regntillfällen	Flöde l/s	Volym m3
2006-11-06 12:00	2006-11-13 11:15	9.2	2	0.0012	0.70
2006-11-13 11:15	2006-11-20 08:30	11	5	0.0017	1.00
2006-11-20 08:30	2006-11-24 09:30	10.6	3	0.0052	1.80
2006-11-24 09:30	2006-12-06 08:30	19	7	0.0024	2.50
2006-12-06 08:30	2006-12-15 04:50	15.8	5	0.0027	2.10
2006-12-15 04:50	2007-01-10 11:25	21.2	11	0.0011	2.40
2007-01-10 11:25	2007-01-19 07:00	39.8	7	0.0087	6.60
2007-01-19 07:00	2007-02-06 08:10	18.2	3	0.0003	0.50
2007-02-06 08:10	2007-03-05 07:15	11.4	5	0.0006	1.50
2007-03-05 07:15	2007-03-14 11:00	2.6	2	0.0006	0.50
2007-03-14 11:00	2007-03-27 11:10	16.8	6	0.0020	2.20

Start	Slut	Tot-N mg/l	Tot-P mg/l	SS mg/l	Cd µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Hg µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Olja mg/l	C PAH µg/l	Ö PAH µg/l
2006-11-06 12:00	2006-11-13 11:15	<1	0.24	380	0.3	26	130	<0.05		21	450			
2006-11-13 11:15	2006-11-20 08:30	2.2	0.18	330	0.2	37	120	<0.05		32	460	5.3	<0.2	<0.3
2006-11-20 08:30	2006-11-24 09:30	2.7	0.15	320	0.2	38	79	<0.05		22	360	2.9	<0.2	<0.3
2006-11-24 09:30	2006-12-06 08:30	1.8	0.35	290	0.1	34	68		20	17	280	3.5	<0.2	<0.3
2006-12-06 08:30	2006-12-15 04:50	1.8	0.37	250	0.1	32	55			15	240	1.7	<0.2	<0.3
2006-12-15 04:50	2007-01-10 11:25	2.4	0.22	810	0.3	94	140			32	660	<0.1	0.4	0.43
2007-01-10 11:25	2007-01-19 07:00	1.5	0.16	400	0.2	56	86			18	320	2.5	<0.2	<0.3
2007-01-19 07:00	2007-02-06 08:10	3.4	0.09	340	0.5	36	81			14	330		<0.2	<0.3
2007-02-06 08:10	2007-03-05 07:15	3.6	0.1	500	0.4	29	100			18	570	0.35	0.25	0.36
2007-03-05 07:15	2007-03-14 11:00	2.3	0.06	300	0.2	23	82			14	390			
2007-03-14 11:00	2007-03-27 11:10	1.5	0.24	880	0.3	79	170			34	610	1.7	<0.2	<0.3

C: Cancerogena

Ö: Övriga

BILAGA 3, Vattenanalys, RB3, SorbClean

Start	Slut	Nb mm	Antal regntillfällen	Flöde l/s	Volym m3
2006-11-06 12:00	2006-11-13 11:15	9.2	2	0.0022	1.30
2006-11-13 11:15	2006-11-20 08:30	11	5	0.0029	1.70
2006-11-20 08:30	2006-11-24 09:30	10.6	3	0.0032	1.10
2006-11-24 09:30	2006-12-06 08:30	19	7	0.0011	1.10
2006-12-06 08:30	2006-12-15 04:50	15.8	5	0.0012	0.90
2006-12-15 04:50	2007-01-10 11:25	21.2	11	0.0006	1.30
2007-01-10 11:25	2007-01-19 07:00	39.8	7	0.0041	3.10
2007-01-19 07:00	2007-02-06 08:10	18.2	3	0.0004	0.60
2007-02-06 08:10	2007-03-05 07:15	11.4	5	0.0004	0.90
2007-03-05 07:15	2007-03-14 11:00	2.6	2	0.0001	0.10
2007-03-14 11:00	2007-03-27 11:10	16.8	6	0.0011	1.20

Start	Slut	Tot-N mg/l	Tot-P mg/l	SS mg/l	Cd µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Hg µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Olja mg/l	C PAH µg/l	Ö PAH µg/l
2006-11-06 12:00	2006-11-13 11:15	2.9	0.32	440	0.3	32	94	<0.05		29	440			
2006-11-13 11:15	2006-11-20 08:30	4.4	0.31	820	0.4	80	140	<0.05		62	710	0.89	0.26	0.36
2006-11-20 08:30	2006-11-24 09:30	3.8	0.37	470	0.2	48	100	<0.05		39	460	4	0.24	<0.3
2006-11-24 09:30	2006-12-06 08:30	3.2	0.15	580	0.3	49	100		24	34	460		<0.2	<0.3
2006-12-06 08:30	2006-12-15 04:50	1.9	0.74	320	0.2	33	66			25	330	0.2	<0.2	<0.3
2006-12-15 04:50	2007-01-10 11:25	2.4	0.2	560	0.4	63	110			46	540	0.13	0.35	0.58
2007-01-10 11:25	2007-01-19 07:00	2.3	0.24	600	0.2	56	87			24	370	2.9	0.64	0.67
2007-01-19 07:00	2007-02-06 08:10	5	0.42	1000	0.7	100	200			58	820		<0.2	<0.3
2007-02-06 08:10	2007-03-05 07:15	3.8	0.24	480	0.3	57	150			39	700	2.3	<0.2	<0.3
2007-03-05 07:15	2007-03-14 11:00	3.4	0.22	420	0.1	41	130			31	550			
2007-03-14 11:00	2007-03-27 11:10	1.8	0.16	400	0.1	30	91			20	340	0.79	<0.2	<0.3

C: Cancerogena

Ö: Övriga

BILAGA 4, Vattenanalys, RB4, Absorbo

Start	Slut	Nb mm	Antal regntillfällen	Flöde l/s	Volym m3
2006-11-06 12:00	2006-11-13 11:15	9.2	2	0.0008	0.50
2006-11-13 11:15	2006-11-20 08:30	11	5	0.0015	0.90
2006-11-20 08:30	2006-11-24 09:30	10.6	3	0.0040	1.40
2006-11-24 09:30	2006-12-06 08:30	19	7	0.0032	3.30
2006-12-06 08:30	2006-12-15 04:50	15.8	5	0.0030	2.30
2006-12-15 04:50	2007-01-10 11:25	21.2	11	0.0014	3.20
2007-01-10 11:25	2007-01-19 07:00	39.8	7	0.0098	7.50
2007-01-19 07:00	2007-02-06 08:10	18.2	3	0.0006	0.90
2007-02-06 08:10	2007-03-05 07:15	11.4	5	0.0002	0.40
2007-03-05 07:15	2007-03-14 11:00	2.6	2	0.0005	0.40
2007-03-14 11:00	2007-03-27 11:10	16.8	6	0.0019	2.10

Start	Slut	Tot-N mg/l	Tot-P mg/l	SS mg/l	Cd µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Hg µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Olja mg/l	C PAH µg/l	Ö PAH µg/l
2006-11-06 12:00	2006-11-13 11:15	2.5	0.33	450	0.3	36	94	<0.05		28	410			
2006-11-13 11:15	2006-11-20 08:30	4.2	0.44	860	0.4	82	160	<0.05		56	720	3.5	0.3	0.58
2006-11-20 08:30	2006-11-24 09:30	4.5	0.25	520	0.2	52	100	<0.05		35	460	5.1	0.32	<0.3
2006-11-24 09:30	2006-12-06 08:30	4.3	0.32	880	0.3	67	120		32	46	460	6.5	<0.2	<0.3
2006-12-06 08:30	2006-12-15 04:50	2.8	0.8	480	0.2	49	75			27	370	5	<0.2	<0.3
2006-12-15 04:50	2007-01-10 11:25	3.1	0.31	1000	0.6	110	160			68	820	<0.1	0.29	0.41
2007-01-10 11:25	2007-01-19 07:00	1.4	0.2	480	0.2	73	110			34	470	2.6	0.66	0.71
2007-01-19 07:00	2007-02-06 08:10	5.2	0.46	1200	0.8	140	240			66	940		<0.2	<0.3
2007-02-06 08:10	2007-03-05 07:15	3.4	0.18	730								3		
2007-03-05 07:15	2007-03-14 11:00	2.6	0.19	420	0.1	39	120			29	480			
2007-03-14 11:00	2007-03-27 11:10	1.9	0.18	510	0.1	53	95			23	380	1.2	<0.2	<0.3

C: Cancerogena

Ö: Övriga

BILAGA 5, Nederbörd

Nederbördstillfälle	Datum start	Datum stopp	Tid	Period Minuter	Intensitet l/s/ha	Nederbörd mm	Ackumulerad nederbörd mm
1	2006-10-18	2006-10-19	2243-0021	98	1.4	0.8	
2	2006-10-19		0537-0723	106	1.9	1.2	2
3	2006-10-19		1219-1401	100	2	1.2	3.2
4	2006-10-20	2006-10-21	1404-1041	1236	1.8	13	16.2
5	2006-10-22		1738-1809	31	17.2	3.2	19.4
6	2006-10-23		0818-1416	357	3.6	7.8	27.2
7	2006-10-23		1720-1859	98	2.4	1.4	28.6
8	2006-10-24		1142-2323	700	3.3	14	42.6
9	2006-10-26		1124-1758	393	3.1	7.2	49.8
10	2006-10-26	2006-10-27	2117-0427	430	3.3	8.4	58.2
11	2006-10-27		0813-1128	194	1.2	1.4	59.6
12	2006-10-30	2006-10-31	2236-1642	1085	2.6	17.2	76.8
13	2006-11-04		1156-2018	501	1	3	79.8
14	2006-11-06		0310-0430	80	2.5	1.2	81
15	2006-11-11		0722-1737	613	2.2	8	89
16	2006-11-14		0250-0920	389	0.9	2	91
17	2006-11-14		1750-1856	66	2	0.8	91.8
18	2006-11-16		0828-1611	462	2.1	5.8	97.6
19	2006-11-17		1823-2207	224	1.3	1.8	99.4
20	2006-11-18		1819-1902	42	2.4	0.6	100
21	2006-11-21		0821-1931	669	1.1	4.6	104.6
22	2006-11-21	2006-11-22	2319-0256	216	0.8	1	105.6
23	2006-11-23	2006-11-24	2142-0449	426	2	5	110.6
24	2006-11-25	2006-11-26	1419-0015	596	1.5	5.4	116
25	2006-12-02		1139-1402	142	2.3	2	118
26	2006-12-02	2006-12-03	2052-0131	278	2.4	4	122
27	2006-12-04		0542-0742	119	2	1.4	123.4
28	2006-12-04		1504-1705	120	3.3	2.4	125.8
29	2006-12-05		1304-1704	239	2	2.8	128.6
30	2006-12-06		0333-0350	16	10.4	1	129.6
31	2006-12-07	2006-12-08	2207-0430	382	3.3	7.6	137.2
32	2006-12-08	2006-12-09	2213-0131	196	2.2	2.6	139.8

Brunnsfilter för rening av vägdagvatten

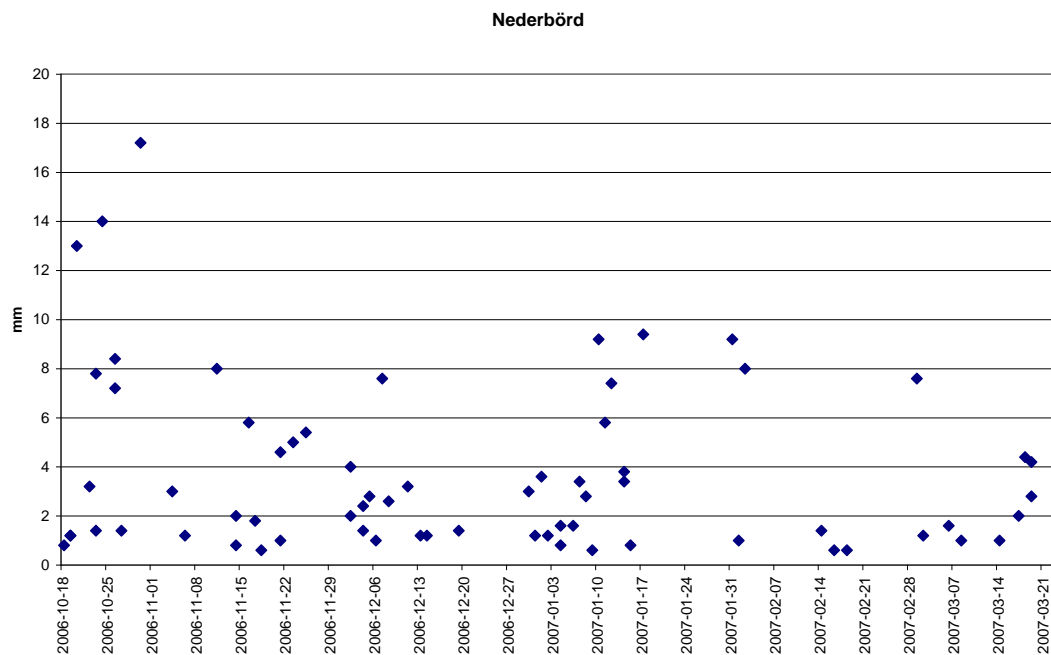
33	2006-12-11		0736-1647	550	1	3.2	143
34	2006-12-13		0406-0524	77	2.6	1.2	144.2
35	2006-12-14		0559-0906	185	1.1	1.2	145.4
36	2006-12-19		2207-2259	51	4.6	1.4	146.8
37	2006-12-30		1710-1956	165	3	3	149.8
38	2006-12-31		1046-1241	113	1.8	1.2	151
39	2007-01-01		0652-0938	164	3.7	3.6	154.6
40	2007-01-02		1259-1309	9	22.2	1.2	155.8
41	2007-01-04		0217-0434	136	2	1.6	157.4
42	2007-01-04		1049-1122	32	4.2	0.8	158.2
43	2007-01-06		0332-0650	198	1.3	1.6	159.8
44	2007-01-07	2007-01-08	2204-0023	137	4.1	3.4	163.2
45	2007-01-08		1917-2156	158	3	2.8	166
46	2007-01-09		1307-1507	119	0.8	0.6	166.6
47	2007-01-10	2007-01-11	1930-0614	643	2.4	9.2	175.8
48	2007-01-11	2007-01-12	1933-0906	812	1.2	5.8	181.6
49	2007-01-12	2007-01-13	2250-0228	218	5.7	7.4	189
50	2007-01-14		0620-0859	158	4	3.8	192.8
51	2007-01-14		1307-1637	209	2.7	3.4	196.2
52	2007-01-15		1107-1119	11	12.1	0.8	197
53	2007-01-17	2007-01-18	1911-0351	519	3	9.4	206.4
54	2007-01-31		0855-2102	727	2.1	9.2	215.6
55	2007-02-01		0111-0524	252	0.7	1	216.6
56	2007-02-02		0839-2307	866	1.5	8	224.6
57	2007-02-14		1420-1913	292	0.8	1.4	226
58	2007-02-16		1226-1607	220	0.5	0.6	226.6
59	2007-02-18		1139-1225	46	2.2	0.6	227.2
60	2007-03-01		1128-1409	160	7.9	7.6	234.8
61	2007-03-02		0135-0623	287	0.7	1.2	236
62	2007-03-06		0204-0657	292	0.9	1.6	237.6
63	2007-03-08		0324-0500	95	1.8	1	238.6
64	2007-03-14		1155-1208	12	13.9	1	239.6
65	2007-03-17		0310-0657	226	1.5	2	241.6
66	2007-03-18		0822-1202	220	3.3	4.4	246
67	2007-03-19		0319-1133	493	0.9	2.8	248.8
68	2007-03-19		1347-1938	350	2	4.2	253
69	2007-03-23		0220-0323	62	6.5	2.4	255.4

Brunnsfilter för rening av vägdagvatten

BILAGA 6, Flöden

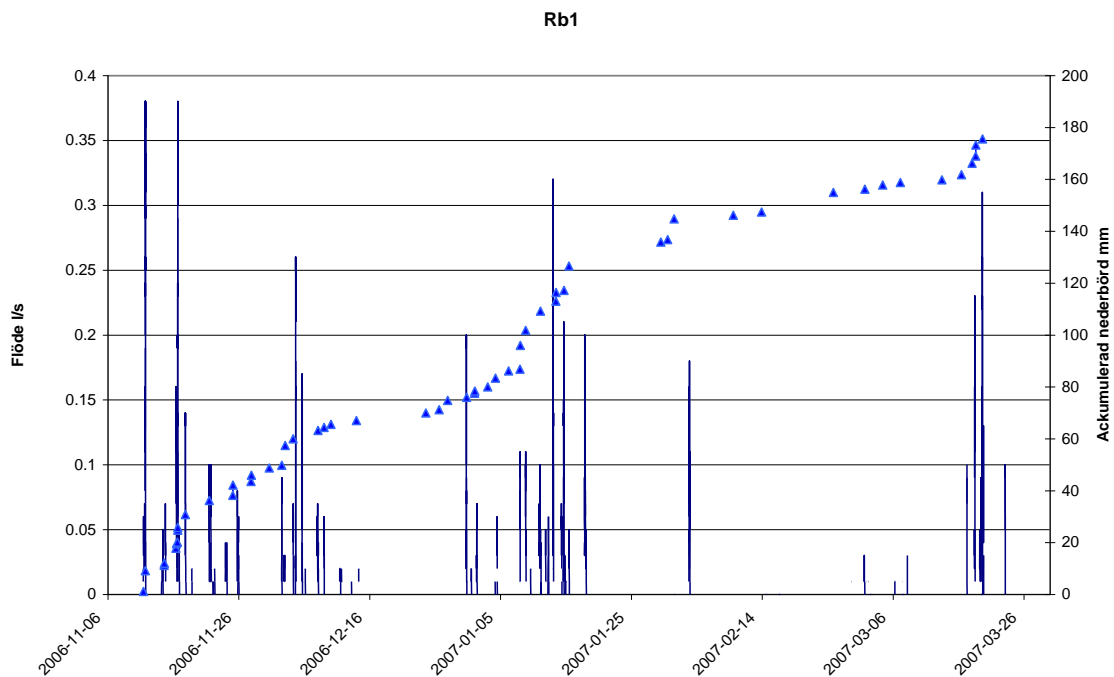
Datum start	Datum slut	Tidsintervall Timmar	Rb1 m3	Rb2 m3	Rb3 m3	Rb4 m3
2006-11-06 12:00	2006-11-10 12:00	96.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2006-11-10 12:00	2006-11-13 11:15	71.25	2.40	0.70	1.30	0.50
2006-11-13 11:15	2006-11-15 08:30	45.25	0.50	0.30	0.30	0.20
2006-11-15 08:30	2006-11-20 08:30	120.00	3.20	0.70	1.40	0.70
2006-11-20 08:30	2006-11-22 12:00	51.50	1.40	0.50	0.80	0.40
2006-11-22 12:00	2006-11-24 09:30	45.50	0.50	1.30	0.30	1.00
2006-11-24 09:30	2006-11-29 09:00	119.50	0.70	0.60	0.30	2.00
2006-11-29 09:00	2006-11-30 11:30	26.50	0.00	0.00	0.00	0.00
2006-11-30 11:30	2006-12-06 08:30	141.00	1.70	1.90	0.80	1.30
2006-12-06 08:30	2006-12-08 14:00	53.50	0.70	1.30	0.40	1.40
2006-12-08 14:00	2006-12-12 08:15	90.25	0.50	0.70	0.30	0.60
2006-12-12 08:15	2006-12-13 13:45	29.50	0.00	0.10	0.10	0.20
2006-12-13 13:45	2006-12-15 04:50	39.08	0.10	0.00	0.10	0.10
2006-12-15 04:50	2007-01-02 12:00	439.17	1.10	1.30	0.70	1.50
2007-01-02 12:00	2007-01-03 15:00	27.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2007-01-03 15:00	2007-01-10 11:25	164.42	1.20	1.10	0.60	1.70
2007-01-10 11:25	2007-01-12 10:00	46.58	1.60	2.20	0.70	2.40
2007-01-12 10:00	2007-01-18 13:50	147.83	4.30	4.40	2.40	5.10
2007-01-18 13:50	2007-01-19 07:00	17.17	0.00	0.00	0.00	0.00
2007-01-19 07:00	2007-01-26 12:00	173.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2007-01-26 12:00	2007-02-02 12:00	168.00	0.10	0.00	0.20	0.30
2007-02-02 12:00	2007-02-06 08:10	92.17	1.20	0.50	0.40	0.60
2007-02-06 08:10	2007-02-09 12:30	76.33	0.00	0.10	0.10	0.00
2007-02-09 12:30	2007-02-16 08:00	163.50	0.10	0.00	0.00	0.10
2007-02-16 08:00	2007-02-22 13:15	149.25	0.00	0.00	0.00	0.00
2007-02-22 13:15	2007-03-01 13:30	168.25	0.20	1.20	0.30	0.10
2007-03-01 13:30	2007-03-05 07:15	89.75	0.50	0.20	0.50	0.20
2007-03-05 07:15	2007-03-09 09:00	97.75	0.20	0.50	0.10	0.30
2007-03-09 09:00	2007-03-14 11:00	122.00	0.10	0.00	0.00	0.10
2007-03-14 11:00	2007-03-16 12:00	49.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2007-03-16 12:00	2007-03-22 11:30	143.50	2.60	1.50	1.00	1.50
2007-03-22 11:30	2007-03-27 11:10	119.67	0.30	0.70	0.20	0.60

BILAGA 7, Sammanställning av nederbörd och flöden vid Älvsjövägen



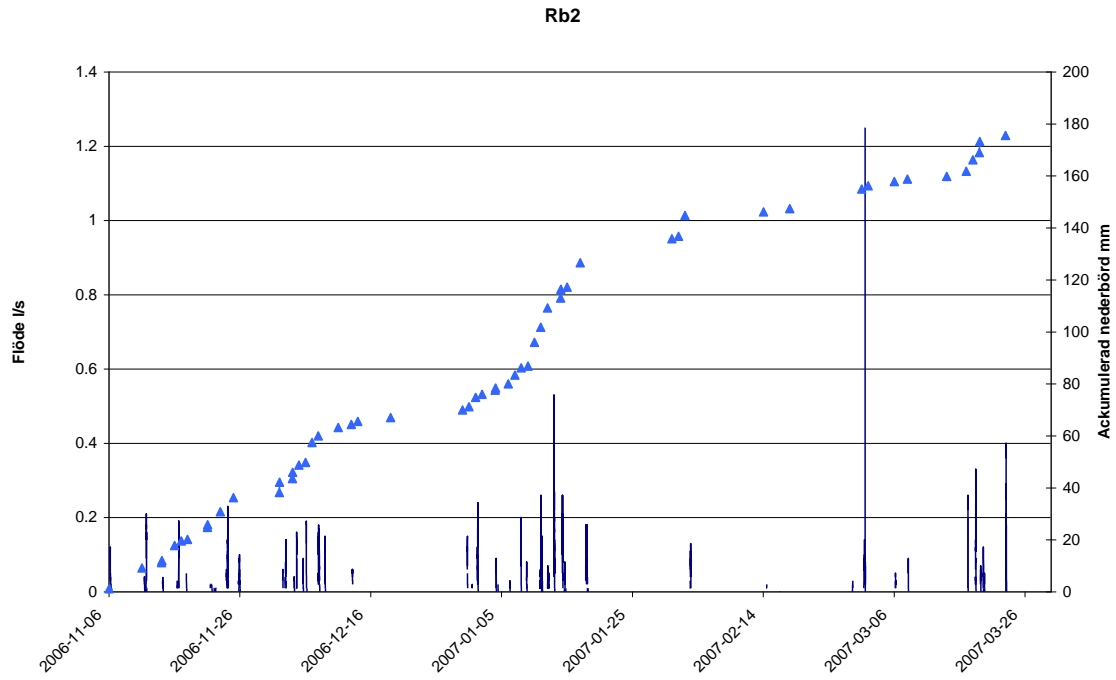
Figur 1 Uppmått nederbörd i mm för varje nederbördstillfälle.

Flödena i l/s under mätperioden för respektive brunn redovisas i Figur 2 till 5 tillsammans med den ackumulerade nederbörden för perioden.

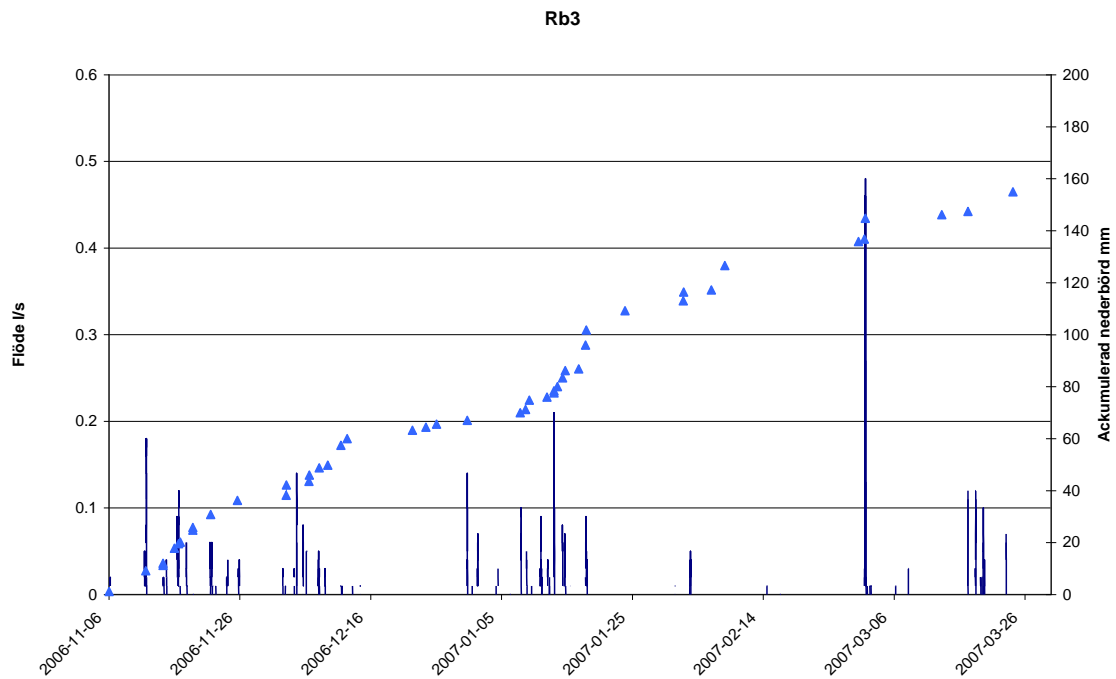


Figur 2 Flöden i l/s för brunn Rb1, Älvsjövägen samt den ackumulerade nederbörden.

Brunnsfilter för rening av vägdagvatten

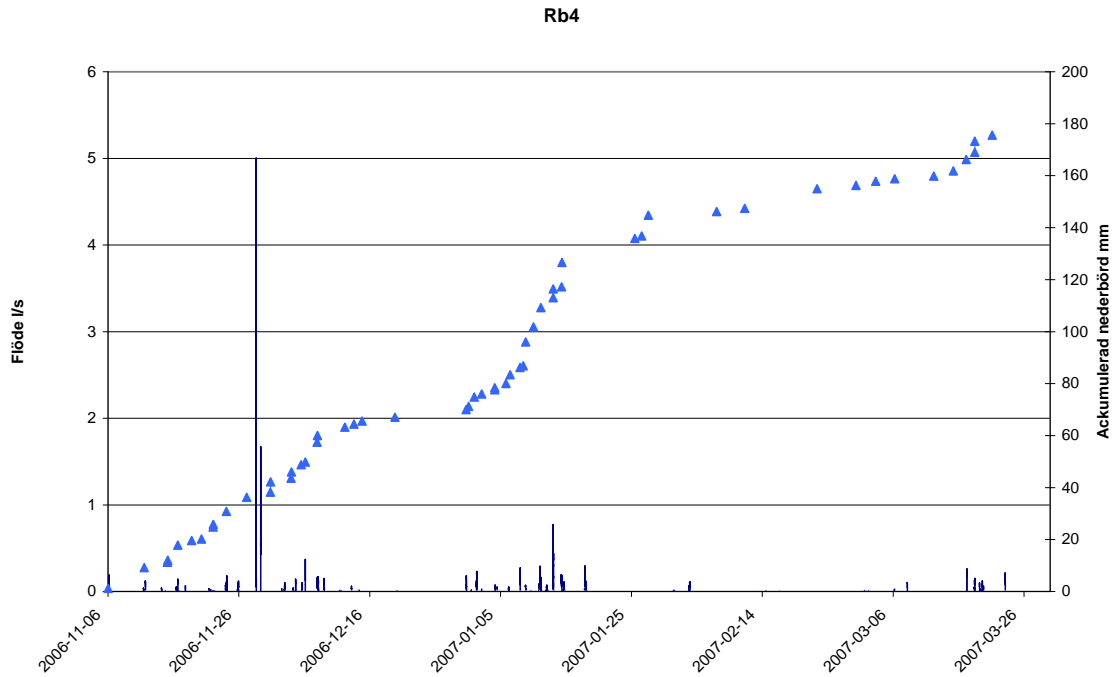


Figur 3 Flöden i l/s för brunn Rb2, Älvsjövägen samt den ackumulerade nederbörden.



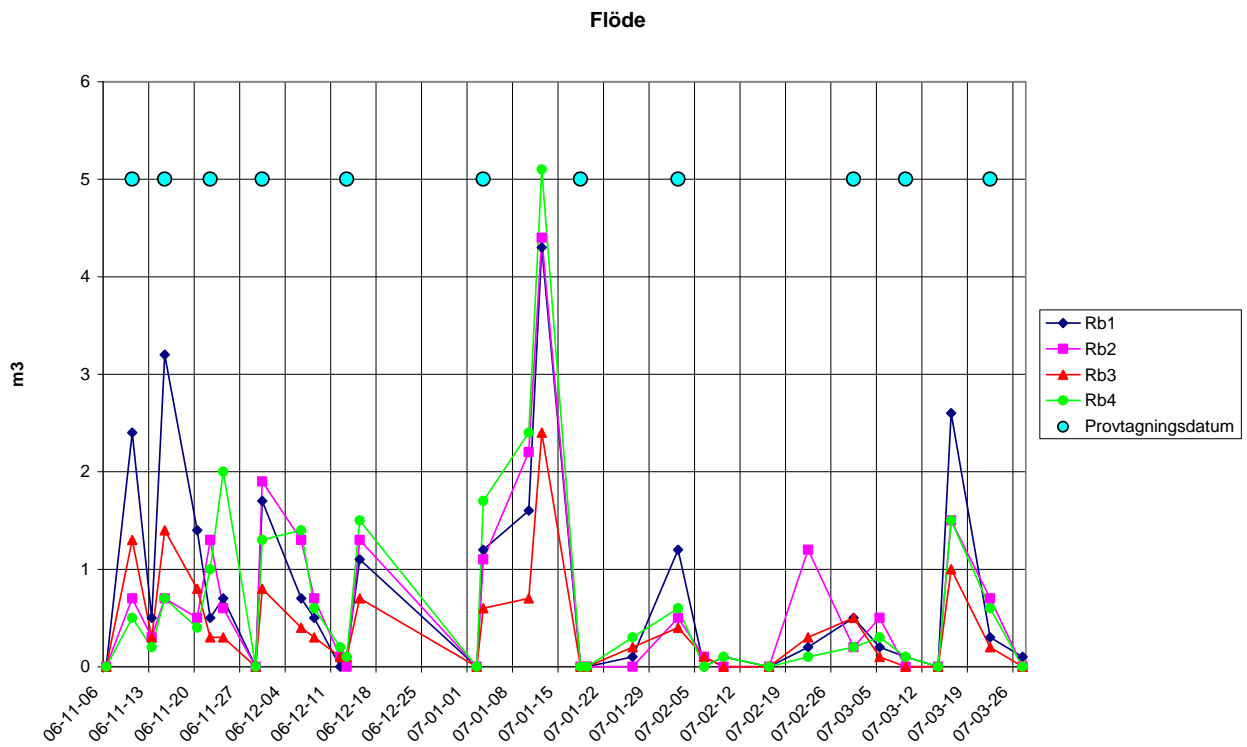
Figur 4 Flöden i l/s för brunn Rb3, Älvsjövägen samt den ackumulerade nederbörden.

Brunnsfilter för rening av vägdagvatten



Figur 5 Flöden i l/s för brunn Rb4, Älvsjövägen samt den ackumulerade nederbörden.

Flödena för varje provpunkt och provtagningsdatum (när personal varit på plats och hämtat prov efter nederbörd) redovisas i Figur 6.



Figur 6 Volymen i m³ för varje tidpunkt och plats. De blå cirklarna med svart kant markerar när proverna hämtats för analys.

BILAGA 8, Marknadsöversikt över brunnsfilter (2006).

Filter	Tillverkare/säljare	Filtermaterial	Tar bort	Reningseffekt	Har provats i	Kommentar
Absorbo	Absorbenta Miljö AB, Mellbystrand. www.absorbenta.se	Zugol barkfilter (furubark)	Kemikalier, oljor, bly, zink, koppar	Anger absorberad halt.	Vid trafikljus maj-aug. 2000	Slamsugning kan ske med insatsen komplett monterad. Underhållsavtal med filterby- ten kan tecknas.
Capere sorb	Tekniska verken. www.tekniskaverken.se/capere/capere_sorb	Reaktivt barkfil- ter	Olja	73-93 % (start-slut)	Linköping i 4 måna- der	
Consept 2003	Stadspartner AB, Linkö- ping. www.tekniskaverken.se/stadspartner	Jonbytarfilter		73-93 % (start-slut)		Dotterbolag till Tekniska ver- ken i Linköping
Drain Focus	EcoSense USA/ Kenrex Envirotech. Åkers stycke- bruk www.kenrex.se	Behandlad bark eller polypropy- len	Olja, SS och me- taller	8 kg olja, kapacitet 137 l/min	Västerås. Används i Belgien, Holland, Italien och Tyskland	Skräp som löv och grus sepa- reras bort från filterdelen av skyddslocket. Adsorberings- delen byts normalt 2 ggr/år. Insatsen designas till alla typer av brunnar. Olika typer av adsorbenter beroende på förorening och flöde. Hela filterkassetten byts ut. Finns i 300, 400 och 500 mm utfö- rande med och utan skydds- lock och rens-galler.
Eco Sorb	Foilex och Stadspartner. http://www.foilex.com/swe den/otherproducts.html, http://www.tekniskaverken.se/stadspartner	Växtfiber eller polypropylen respektive fu- rubark	Olja och "kemika- lier"	>70 % olja, även Cu	Ett 70-tal dagvatten- brunnar i Linköping	
Eco Dräin 2002	Stadspartner AB Linköping					

Brunnsfilter för rening av vägdagvatten

Filter	Tillverkare/säljare	Filtermaterial	Tar bort	Reningseffekt	Har provats i	Kommentar
EcoLine 2Tusen	Idévi Consult & Teknik AB, Västerås. http://www.ecoline2tusen.com	Furubark eller polypropylen	Olja, bensin, diesel, metanol, målarfärger, trikloroetylen och toulén kan absorption ske av ytterligare ca 500 kemikalier samt tungmetaller genom speciella filterkombinationer	Redovisar halter i filtren	Västerås hamn, plats vid Ljöfbergs arena	Passar normal brunnsstandard, 400 och 500 betongbrunnar samt på marknaden förekommande plastbrunnar.
Enviro-Drain Inc.	Salmon Saver, USA. http://www.enviro-drain.com/	Cellulosa + aktivt kol	Olja, bensin, metaller, pesticider mm	Redovisas ej		Består av många lösa delar, jobbigt att byta filtermaterial
FlexiClean	Aros Rör och Svets/Stadspartner AB, Linköping. http://www.arorsrsvets.se	Redovisas ej	Redovisas ej	Redovisas ej	Redovisas ej	Liknande modell se SorbClean
Innolet	Sieker, Tyskland. http://www.sieker.de/english/modules/wfsection/article.php?articleid=15	Järnhydroxid + Zeolit	Redovisas ej	Redovisas ej	Hamburg	Filterkassett som byts ut
NIVA	Eniva AB, Jönköping. http://www.vattenrening.se	Termiskt behandlad torv	"Oljor, tungmetaller etc."	Redovisar halt (mg metaller och olja/kg) före och efter filter. Filtret absorberar ca 4 liter bensin, diesel och andra oljor plus tungmetaller.	Vid högtryckstvättning av målade stål- ytor utomhus	Heltäckande serviceavtal för filterbyte och analys, transport och destruktion.
TMU filter	AB Teknisk Miljöutveckling SV, Torslanda. http://www.tmu.se/	Träfiber + aktivt kol	Olja, metaller och fosfor	Redovisas som absorption, mg/kg i filtret. 1 kg filtermaterial absorberar 4 liter olja. 32 l/min	Helsingborgs kommun, Göteborgs Miljöstation och Volvo i Skövde	Serviceavtal → kompostering/förbränning. Olika modeller och namn beroende på brunnstyp.

Brunnsfilter för rening av vägdragvatten

Filter	Tillverkare/säljare	Filtermaterial	Tar bort	Reningseffekt	Har provats i	Kommentar
SorbClean	Såldes vid projektstarten av Nyman Consulting Sweden AB/Tekniska verken i Linköping, numera av Vizvonat Kft (TMU:s ungerska bolag)	Ecobark 85-90% furubark, 10-15% träfiber. Filtret innehåller specialbehandlad "oljebark" i den ena kassetten respektive "metallbark" i den andra.	Olja och metaller	Redovisas ej	Tandläkarvatten/rökgaskondensat	Liknar FlexiClean som har ett fack för filtermaterial. Hela kassetterna byts ut.
Ultra-HydroKleen	UltraTech International. Jacksonville, Florida. http://www.spillcontainment.com/products/stormwater/catch_basin/hydrokleen2.htm	Sorb 44 och aktivt kol	Kolväten, organiskt bundna metaller, flyktiga organiska ämnen, sulfider och andra föroreningar från dagvatten och industrier	Redovisas ej	Redovisas ej	
Viking	Scand Tech Products AB, Älvsjö. http://www.scandtech.se/	Finbehandlad cellulosa (träfiber massa)	Oljor, drivmedel, tungmetaller mm	Redovisas ej	Redovisas ej	Serviceavtal, analys av filtermassa

BILAGA 9, Anteckningar från fältprotokoll

Datum	Anteckning
2006-11-03	<ul style="list-style-type: none">• Ändrat pulsvolym från 50 l till 25 l• Ökat provtagningsvolym från 100 ml till 200 ml
2006-11-15	<ul style="list-style-type: none">• Foto finns på brunnarna• Rb1: Mkt löv i baljan mitt i• Rb2: Inga löv på vattenytan. Nivån i utloppsroret och utanför är olika• Rb3: Löv ovanpå halva filtret som sitter snett• Rb4: Löv ovanpå filter
2006-11-20	<ul style="list-style-type: none">• Lite is i dunk Rb3 och Rb4. Ökade temperaturen i kylbänken med 1°C
2006-11-24	<ul style="list-style-type: none">• Ändrat provtagningsvolym från 25 l till 50 l
2007-01-02	<ul style="list-style-type: none">• Gallren till Rb2 och Rb1 börjar bli igentäppta
2007-01-10	<ul style="list-style-type: none">• Foto finns på brunnarna
2007-02-06	<ul style="list-style-type: none">• För liten volym för att kunna ta oljeprover
2007-03-14	<ul style="list-style-type: none">• Foto finns på brunnarna

BILAGA 10, Analys av filtermassor, 0-prov (oanvänd massa)

	Innolet	SorbClean A oljebark	SorbClean B metallbark	Absorbo	
Acenaften	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Acenaftylen	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Alifater >C10-C12	<5	<5	<5	7,2	mg/kg Ts
Alifater >C12-C16	<5	42	<5	13	mg/kg Ts
Alifater >C16-C35	<10	10000	110	440	mg/kg Ts
Alifater >C8-C10	< 5	< 5	< 5	< 5	mg/kg Ts
Alifater C5-C8	< 5	< 5	< 5	< 5	mg/kg Ts
Antracen	<0.03	0,03	<0.03	0,03	mg/kg Ts
Aromater >C10-C35	<10	<10	<10	<10	mg/kg Ts
Aromater >C8-C10	<5	<5	<5	<5	mg/kg Ts
Arsenik As	33	<0.49	<1.6	<0.49	mg/kg Ts
Bensen	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	mg/kg Ts
Benzo(a)antracen	<0.03	0,07	<0.03	0,03	mg/kg Ts
Benzo(a)pyren	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Benzo(b,k)fluoranten	<0.03	0,1	<0.03	0,1	mg/kg Ts
Benzo(g,h,i)perylen	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Bly Pb	36	1,5	<1.6	0,5	mg/kg Ts
Dibenzo(a,h)antracen	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Etylbensen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	mg/kg Ts
Fenantren	<0.03	0,1	<0.03	0,03	mg/kg Ts
Fluoranten	<0.03	0,03	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Fluoren	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Fosfor P	2500	230	<470	260	mg/kg Ts
Indeno(1,2,3-cd)pyren/	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Kadmium Cd	0,29	0,52	<0.31	0,39	mg/kg Ts
Kobolt Co	21	<2.5	<7.8	<2.5	mg/kg Ts
Koppar Cu	<2.4	<2.5	<7.8	<2.5	mg/kg Ts
Krom Cr	<2.4	<2.5	<7.8	<2.5	mg/kg Ts
Krysen	<0.03	0,03	<0.03	0,36	mg/kg Ts
M/P/O-Xylen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	mg/kg Ts
Naftalen	<0.03	0,03	<0.03	0,07	mg/kg Ts
Nickel Ni	22	<2.5	<7.8	<2.5	mg/kg Ts
Oljetyp	Ej påvisad	Restolja	Ospec	Ospec	
Pyren	<0.03	0,07	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Summa cancerogena PAH	<0.30	<0.30	<0.30	0,54	mg/kg Ts
Summa TEX	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	mg/kg Ts
Summa övriga PAH	<0.30	0,32	<0.30	<0.30	mg/kg Ts
Toluen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	mg/kg Ts
Torrsubstans	94,5	91,8	28,7	91,8	%
Totalkväve (Kjeldahl)	0,053	0,29	0,17	0,26	% Ts
Vanadin V	<9.5	<9.8	<31	<9.8	mg/kg Ts
Zink Zn	32	78	<31	28	mg/kg Ts

BILAGA 11, Analys av filtermassor, Älvsjövägen

	Innolet	SorbClean A oljebark	SorbClean B metallbark	Absorbo	
Acenaften	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Acenaftilen	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Alifater >C10-C12	<5	<5	<5	11	mg/kg Ts
Alifater >C12-C16	6,3	17	12	24	mg/kg Ts
Alifater >C16-C35	89	9000	7600	510	mg/kg Ts
Alifater >C8-C10	< 5	< 5	< 5	< 5	mg/kg Ts
Alifater C5-C8	< 5	< 5	< 5	< 5	mg/kg Ts
Antracen	<0.03	0,04	0,04	0,04	mg/kg Ts
Aromater >C10-C35	<10	<10	<10	<10	mg/kg Ts
Aromater >C8-C10	<5	<5	<5	<5	mg/kg Ts
Arsenik As	25	<1.3	<1.4	<1.7	mg/kg Ts
Bensen	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	mg/kg Ts
Benzo(a)antracen	0,05	0,07	0,04	0,04	mg/kg Ts
Benzo(a)pyren	0,09	0,11	0,07	0,09	mg/kg Ts
Benzo(b,k)fluoranten	0,14	0,14	0,22	0,17	mg/kg Ts
Benzo(g,h,i)perylene	0,11	0,07	0,07	0,09	mg/kg Ts
Bly Pb	31	6	9,7	4,5	mg/kg Ts
Dibenzo(a,h)antracen	0,03	<0.03	<0.03	0,04	mg/kg Ts
Etylbensen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	mg/kg Ts
Fenantren	<0.03	0,14	0,11	0,09	mg/kg Ts
Fluoranten	0,03	0,11	0,07	0,13	mg/kg Ts
Fluoren	<0.03	0,04	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Fosfor P	2000	<400	<420	<510	mg/kg Ts
Indeno(1,2,3-cd)pyren/	0,05	0,04	0,04	0,04	mg/kg Ts
Kadmium Cd	0,23	2,4	2,5	<0.34	mg/kg Ts
Kobolt Co	20	<6.7	<7.1	<8.5	mg/kg Ts
Koppar Cu	22	17	31	16	mg/kg Ts
Krom Cr	4,7	7,1	8,5	<8.5	mg/kg Ts
Krysen	0,12	0,18	0,15	0,22	mg/kg Ts
M/P/O-Xylen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	mg/kg Ts
Naftalen	<0.03	0,04	0,04	<0.03	mg/kg Ts
Nickel Ni	19	<6.7	8,2	<8.5	mg/kg Ts
Oljetyp	Motorolja	Restolja	Restolja	Ospec	
Pyren	0,26	0,32	0,29	0,34	mg/kg Ts
Summa cancerogena PAH	0,48	0,55	0,54	0,6	mg/kg Ts
Summa TEX	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	mg/kg Ts
Summa övriga PAH	0,49	0,79	0,67	0,75	mg/kg Ts
Toluen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	mg/kg Ts
Torrsubstans	64,2	33,6	31,8	26,5	%
Totalkväve (Kjeldahl)	0,031	0,27	0,69	0,26	% Ts
Vanadin V	<14	<27	<28	<34	mg/kg Ts
Zink Zn	140	130	190	64	mg/kg Ts

BILAGA 12, Analys av filtermassor, Sveavägen

	Innolet	SorbClean A	SorbClean B	Absorbo	
		oljebark	metallbark		
Acenaften	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Acenaftilen	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Alifater >C10-C12	5,9	13	9,5	<5	mg/kg Ts
Alifater >C12-C16	20	24	21	6,7	mg/kg Ts
Alifater >C16-C35	120	1800	8100	310	mg/kg Ts
Alifater >C8-C10	< 5	< 5	< 5	< 5	mg/kg Ts
Alifater C5-C8	< 5	< 5	< 5	< 5	mg/kg Ts
Antracen	<0.03	0,03	0,04	<0.03	mg/kg Ts
Aromater >C10-C35	<10	<10	<10	<10	mg/kg Ts
Aromater >C8-C10	<5	<5	<5	<5	mg/kg Ts
Arsenik As	29	<1.3	<1.3	<2.1	mg/kg Ts
Bensen	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	mg/kg Ts
Benzo(a)antracen	<0.03	0,06	0,12	<0.03	mg/kg Ts
Benzo(a)pyren	<0.03	0,03	0,08	<0.03	mg/kg Ts
Benzo(b,k)fluoranten	0,05	0,26	0,08	0,07	mg/kg Ts
Benzo(g,h,i)perylene	0,05	0,06	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Bly Pb	39	9,7	4,7	2,9	mg/kg Ts
Dibenzo(a,h)antracen	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Etylbensen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	mg/kg Ts
Fenantren	<0.03	0,1	0,12	<0.03	mg/kg Ts
Fluoranten	<0.03	0,06	0,08	<0.03	mg/kg Ts
Fluoren	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Fosfor P	2600	<400	<400	<640	mg/kg Ts
Indeno(1,2,3-cd)pyren/	<0.03	0,03	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Kadmium Cd	0,29	1,4	2,2	<0.42	mg/kg Ts
Kobolt Co	24	<6.6	<6.6	<11	mg/kg Ts
Koppar Cu	24	32	12	32	mg/kg Ts
Krom Cr	<3.8	10	<6.6	<11	mg/kg Ts
Krysen	0,07	0,23	0,16	0,07	mg/kg Ts
M/P/O-Xylen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	mg/kg Ts
Naftalen	<0.03	0,06	<0.03	<0.03	mg/kg Ts
Nickel Ni	22	<6.6	<6.6	<11	mg/kg Ts
Oljetyp	Motorolja, ospec	Restolja, ospec	Restolja, ospec	Ospec	
Pyren	0,17	0,26	0,23	0,07	mg/kg Ts
Summa cancerogena PAH	<0.30	0,63	0,47	<0.30	mg/kg Ts
Summa TEX	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	mg/kg Ts
Summa övriga PAH	0,33	0,62	0,55	<0.30	mg/kg Ts
Toluen	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	mg/kg Ts
Torrsubstans	58,7	34	34	21,2	%
Totalkväve (Kjeldahl)	0,051	1,2	0,26	0,24	% Ts
Vanadin V	<15	<26	<26	<42	mg/kg Ts
Zink Zn	110	190	88	100	mg/kg Ts