

Rödbomotet – Slutrapport  
Johan Larsson

# Återanvändning av sediment från dagvattenbrunnar

## Rödbomotet

### Slutrapport

Malmö 2006-06-30  
Peab Sverige AB  
Avdelning för grundteknik



Johan Larsson

Rödbomotet – Slutrapport  
Johan Larsson

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1. BAKGRUND OCH SAMMANFATTNING .....</b>	<b>3</b>
<b>2. UTFÖRDA STUDIER .....</b>	<b>5</b>
2.1 ÖVERSIKT .....	5
2.2 UNDERSÖKNING ÅR 2003 AV ÄLDRE SEDIMENT .....	5
2.3 UNDERSÖKNING ÅR 2003 AV FÄRSKA SEDIMENT .....	6
2.4 AKTIVITETER UNDER ÅR 2004 OCH 2005 .....	6
<b>3. RESULTAT OCH UTVÄRDERING .....</b>	<b>8</b>
3.1 LABORATORIEANALYSER.....	8
3.2 UNDERSÖKNING AV ÄLDRE SEDIMENT FRÅN 2001 - 2002 .....	9
3.3 UNDERSÖKNING ÅR 2003 AV FÄRSKA SEDIMENT .....	10
3.4 AKTIVITETER ÅR 2004 OCH 2005 .....	10
3.5 SLUTSATSER .....	11

### Bilagor

- Bilaga 1. Rödbomotet – Återanvändning av sediment från dagvattenbrunnar inom vägområde. Analys av uppsamlat sediment. Peab Grundteknik 2001-11-21.
- Bilaga 2. Examensarbete Carina Åberg, ”Återanvändning av sediment från dagvattenbrunnar i Göteborg.”
- Bilaga 3. Analyssammanställning organiska ämnen år 2003.
- Bilaga 4. Analyssammanställning år 2004 - 2005.

### Ritningar

- Ritning 1. Principskiss över anläggning för mottagning av dagvattenslam.

Rödbomotet – Slutrapport  
Johan Larsson

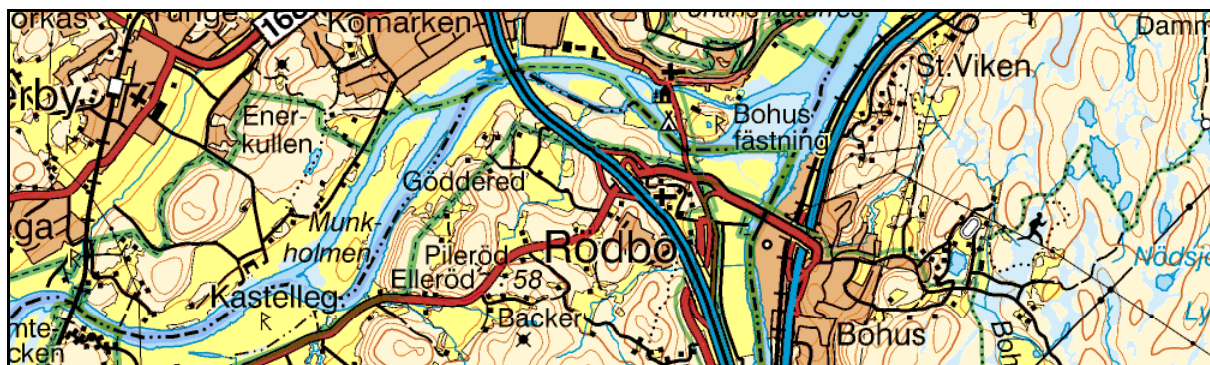
## 1. BAKGRUND OCH SAMMANFATTNING

Utvecklingsprojektet ”Återanvändning av sediment från dagvattenbrunnar” har bedrivits under perioden 2003-01-01 – 05-12-31. Projektet har varit ett samarbete mellan Vägverket Region Väst, Trafikkontoret i Göteborg, SBUF samt Peab Sverige AB.

Syftet med projektet har varit att undersöka möjligheterna till återanvändning av den stora mängd sediment, eller slam som det också brukar benämnas, som varje år uppstår i dagvattensystemen längs våra vägar. Vid rutinmässig slamsugning uppstår ett kvittblivningsproblem som vanligen löses genom deponering.

Ett försök i liten skala initierades i Göteborg under år 2001 av Vägverket Region Väst och Peab Sverige AB. I samråd med miljöförvaltningen i Göteborg, Plan- och trafikavdelningen, sker mellanlagring av sediment från dagvattenbrunnar inom en trafikplats (Rödbomotet) längs E6 norr om Göteborg. Sedimentets ursprung är uteslutande det statliga vägnätet. En kontroll och kartläggning av massorna utfördes för insamling av faktaunderlag inför beslut om framtida hantering, se vidare *bilaga 1*, delrapport Peab Grundteknik 2001-11-21 ”Rödbomotet – Återanvändning av sediment från dagvattenbrunnar inom vägområde. Analys av uppsamlat sediment”. En önskan att bättre förstå de höga föroreningshalter som noterades, samt finna en annan lösning på kvittblivningsproblemet än deponering, resulterade i föreliggande utvecklingsprojekt.

Den årliga mängd sediment som omhändertas vid Rödbomotet uppgick ursprungligen till knappt 200 ton per år, men har sedan minskat till nivå ca 50 – 100 ton per år. Detta beror på att tömning numera sker varje år, till skillnad mot tidigare när tömning skedde när halva sandfånget var fyllt.



Figur 1. Översiktskarta med Rödbomotet i centrum.

För tillämpning i större skala år 2001 erfordrades ett mer komplett faktaunderlag. Det ursprungliga syftet med detta projekt var således att finna svar på följande frågeställningar:

- 1) Kartläggning av massor med avseende på sammansättning, mängder och ursprung.
- 2) Konsekvenser (främst miljöfaktorer) av återanvändning inom vägområdet. Vilken sammansättning (främst föroreningsinnehåll) kan accepteras? Behov av framtagande av ”platsspecifika” riktvärden för vägområden.
- 3) Vilka typer av behandlingsmetoder kan tillämpas för att ytterligare förbättra massornas användbarhet.

Rödbomotet – Slutrapport  
Johan Larsson

Efter utförd provtagning år 2003 visade det sig att föroreningsnivåerna överlag var lägre än ursprungligen förväntat. Projektets mål modifieras därmed inför år 2004 och 2005 enligt följande:

- 4) Kan de förhållandevis låga föroreningshalterna verifieras efter ytterligare två års provtagning av insamlat sediment?
- 5) Utarbetande av ett färdigt och på platsen användbart koncept för hantering och återanvändning av sediment från dagvattenbrunnar, inom befintlig budgetram, med utformning av uppläggningsplats, omhändertagande av dräneringsvatten, riktlinjer för verifiering av föroreningsnivåer och slutanvändning av sedimenten i bullervallar.

Generell deponering av dagvattenslam från vägområden kan ifrågasättas av såväl miljömässiga som ekonomiska skäl. Materialet är i många fall inte mer förorenat än att det kan ersätta naturliga råvaror vid olika typer av markplanering, exempelvis vid anläggning av bullervallar eller som vägbyggnadsmaterial. Detta innebär minskat behov av:

- masstransporter,
- deponiutrymme,
- naturmaterial,

vilket innebär både kostnadsbesparingar och minskad miljöbelastning.

I ett alltmer kretsloppsanpassat samhälle är det viktigt att vid problemlösning försöka tillämpa ett så brett synsätt som möjligt och i största möjliga mån hushålla med resurser. Det är inte rimligt att på deponi lägga massor – och därmed betrakta dessa som avfall – om de istället kan utgöra en resurs genom alternativ hantering och användning.

## 2. UTFÖRDA STUDIER

### 2.1 Översikt

En sammanfattning av undersökningarna utförda innan SBUF-projektets start redovisas i *bilaga 1*.

De utförda studierna kan delas in i fyra delmoment:

- Undersökningar innan SBUF-projektets start under åren 2001 – 2002 (*bilaga 1*).
- Undersökningar år 2003 av äldre sediment upplagda under åren 2001 – 2002.
- Undersökningar av färska sediment som har samlats in under 2003.
- Avslutande undersökningar och utvecklingsarbete under åren 2004 – 2005.

De praktiska försöken under år 2003 utfördes i samverkan med en examensarbetare från Göteborgs universitet, Carina Åberg. Detta examensarbete bifogas i *bilaga 2*.

### 2.2 Undersökning år 2003 av äldre sediment

De sedimenthögar från olika vägsträckor som samlats in före SBUF-projektets start sammanfördes inom Rödbomotet under år 2003 i två större högar, dels för att skapa utrymme för detta årets nya sediment och den nya försöksuppställning som erfordras, se vidare nedan, och dels för att genom blandning och därmed också luftning av de olika högarna erhålla ökade förutsättningar för naturlig nedbrytning av de kvarvarande organiska föroreningarna. Masshanteringen utfördes så att de mest förorenade massorna samlats i en hög (**hög A**), och de renaste massorna samlats för sig (**hög B**). Av misstag tillfördes dock även massor från mindre trafikerade vägar insamlade under 2003 till hög B. Baserat på tidigare utförd provtagning innebär detta följande:

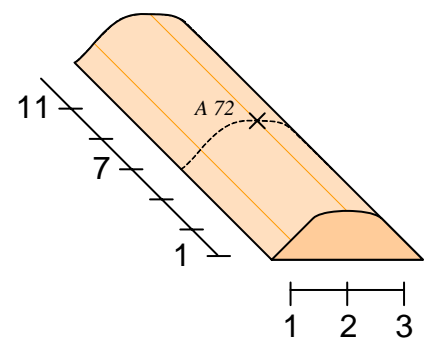
#### Hög A, samlingshög 2001 – 2002

Massor från Söderleden, Oskarsleden, Lundbyleden 2001, E6, Tingstadstunneln.

#### Hög B, samlingshög 2001 – 2002

Massor från Säröleden, Älvsborgsbron, Lundbyleden 2002, samt färska massor från 2003, dock från mindre trafikerade vägar.

Mängden sediment i respektive hög uppskattas till i storleksordningen 80 – 100 ton. Hög B förväntades inför provtagningen vara så ren att borttransport för extern användning inom vägområde i princip skulle kunna ske omgående. Trots inblandning av färska massor (2003) från mindre trafikerade vägar visade sig detta stämna, uppmätta föroreningshalter är med god marginal lägre än riktvärdet för mindre känslig markanvändning (MKM), se vidare kapitel 3.



Figur 2. Märkning av prov.

Rödbomotet – Slutrapport  
Johan Larsson

Från respektive hög uttogs 36 delprov, jämt fördelade över sedimenthögen. Varje enskild provpunkt märktes enligt ett enkelt lokalt koordinatsystem, se figur 2. Provpunkterna betecknas dels A eller B beroende på vilken sedimenthög provet tagits i, följt av två siffror, där den första avser längdangivelse i längsled, den andra i sidled. Exemplet i *figur 2* avser således ett prov uttaget ur provhög A, med längdkoordinat 7 och sidkoordinat 2.

Vid provtagningen avlägsnades först de ytligaste sedimenten (ca 5 cm) i varje provpunkt, varefter ca 100 ml sediment uttogs för mätning av metallhalter med XRF-instrument (endast hög A), samt vidare uttag av samlingsprov för laboratorieanalys.

I samtliga provpunkter uttogs även ca 1 ml prov för samlingsprov av organiska ämnen. Delproven uttogs ca 0,1 meter under överytans nivå.

## 2.3 Undersökning år 2003 av färska sediment

Undersökning av insamlade sediment från Söderleden och Oskarsleden utfördes med större noggrannhet än tidigare års provtagning med avseende på

- föroreningsinnehållet i avrinnande vattenfas, samt
- föroreningsinnehållet i den dränerade sedimentfasen.

Sedimenten tömdes direkt i en nedgrävd container för att möjliggöra helt kontrollerad avrinning. För vidare beskrivning se *bilaga 2*. Provtagningarna av upplagda, eller snarare nedlagda, sediment från Oskarsleden har fortsatt under åren 2004 – 2005.

Beträffande vattenkvot visade sig enskilda mätningar inte särskilt relevanta eftersom halterna skiljer mycket beroende på hur slamsugning har genomförts, se *bilaga 2*. Om brunnarna är torra utnyttjas rent vatten (högtrycksspölning) för att först lösa upp slammet, beroende på väderförhållanden kan därmed en stor mängd (rent) vatten vara uppblandat med slammet vid tömning.

## 2.4 Aktiviteter under år 2004 och 2005

År 2004 utfördes provtagningar av både kolväten och metaller i det årets insamlade massor. Under insamlingsperioden i maj utfördes provtagning i massor från de olika vägområdena för metallanalys. Flyktiga ämnen kunde ej noteras med fältinstrument. Under slutet av året uttogs ett samlingsprov för analys av både kolväten och metaller.

Provtagning utfördes även på s k sandsopningsmassor, vilket är det material som sopas upp från vägens överyta. Det är således inte en sand i den geologiska bemärkelsen, men kan dock vanligen okulärt klassificeras som ett sandigt friktionsmaterial.

Under både år 2004 och 2005 har även prov uttagits i de under år 2003 upplagda massorna från Oskarsleden. Under år 2005 togs massorna upp ur containern och lades ut på den iordningsställda dräneringsplattan för sediment. Även efter detta uppvisade sedimentet halter i

Rödbomotet – Slutrapport  
Johan Larsson

nivå med riktvärdet för MKM beträffande tyngre alifatiska kolväten, denna mindre mängd massor (<10 ton) transporterades därmed slutligen till extern behandlingsanläggning.

Förutom uttag av samlingsprov från respektive årsproduktion har även prov uttagits i avrinnande dräneringsvatten i oljeavskiljaren alternativt direkt i uppsamlingsbassängen innan oljeavskiljaren tillhörande den slutna anläggningen för mottagning av dagvattenslam som utvecklades under år 2004. En principskiss av anläggningen redovisas i ritning -1, och funktionen diskuteras vidare i avsnitt 3 nedan.

### 3. RESULTAT OCH UTVÄRDERING

#### 3.1 Laboratorieanalyser

En sammanställning av utförda laboratorieanalyser av metaller år 2003 redovisas i *tabell 1*.

Beträffande metallhalter i sedimenten är det endast i ett fall som riktvärdet för mindre känslig markanvändning måttligt överskrids (Cu-halt Söderleden, 225 mg/kg jämfört med riktvärdet 200 mg/kg).

En sammanställning av de utförda organiska analyserna år 2003 redovisas i *bilaga 3*.

En sammanställning av samtliga utförda analyserna under år 2004 – 2005 redovisas i *bilaga 4*.

*Tabell 1. Sammanställning av laboratorieanalyser år 2003 avseende metaller.*

Provtyp / enhet	Vatten [µg/l]						Sediment [mg/kg TS]					
	Söderleden 2003-06-06 Ordernr L0305670	Oskarsleden 2003-07-15 Ordernr L0306774	Oskarsleden 2003-07-16 Ordernr L0306749	Inkl upplöst sediment	Oskarsleden 2003-07-17 Ordernr L0306819	Filtrering på labb	Oskarsleden 2003-08-12 Ordernr L0307310	Oskarsleden 2003-09- Ordernr L0308280	Rödbo hög A 2003-05 Ordernr L0304863	Rödbo hög B 2003-05 Ordernr L0304863	Söderleden 2003-06-06 Ordernr L0306054	Oskarsleden 2003-08-12 Ordernr L0307289
Analys	V2	V2	V3-B	V2	V3-A	V2	M2	M2	M2	M2	M2	M2
TS [%]							88,6	88,2	92,1	83	88	
Al	1,48	17,2	18400	26,5	680	<0,2						
As	9,74	<20	13,7	<30	<9	<5	1,38	1,99	2,38	0,701	0,818	
Cd	0,0046	0,0579	5,26	0,128	0,072	0,0226	0,685	0,283	0,373	0,147	0,19	
Co	39,7	8,54	42,7	0,676	3,4	6,78	5,57	5,29	5,81	4,72	7,92	
Cr	0,423	0,628	84	0,898	2,87	0,483	26	15,5	25,6	22	17,7	
Cu	0,771	1,7	1130	1,75	35,3	0,154	157	91,9	<b>225</b>	73,1	169	
Hg	<0,002	<0,002	0,333	<0,002	<0,02	<0,002	<0,04	0,334	0,212	0,0545	<0,04	
Ni	50,4	20,1	69,4	4,13	9,64	10,3	11,7	11,6	13,5	9,41	12,3	
P	28,1	48,4	639	207	24,3	31,9						
Pb	0,125	0,652	11	1,01	5,07	1,12	51,4	36,8	87,5	17,6	23,5	
Sr	331	239		159		653						
V							15,9	18,2	28,8	21,3	24,3	
Zn	<b>437</b>	4,81	2930	2,44	166	3,08	341	271	328	136	181	



### 3.2 Undersökning av äldre sediment från 2001 - 2002

Sammanfattningsvis kan konstateras att samtliga analysparametrar i laboratorieproverna uppvisar föroreningsnivåer som med god marginal är lägre än respektive riktvärden för mindre känslig markanvändning.

I syfte att erhålla en bild över eventuella skillnader i halter i olika mätpunkter utfördes ett större antal XRF-mätningar på delprov i hög A. Resultatet redovisas i tabell 2. I tabellen redovisas endast halter av bly och zink, eftersom XRF-tekniken erfarenhetsmässigt fungerar bäst för dessa metaller, och syftet är att visa vilken variation som förekommer inom högen, och relatera denna till den utförda laboratorieanalysen.

De genomsnittliga föroreningshalterna enligt XRF-mätningarna (63 och 324 mg/kg bly resp zink) kan jämföras med tabell 1 där motsvarande uppmätta halter är 51,4 respektive 341 mg/kg.

Överensstämmelsen är således mycket god, och därmed bedöms det rimligt att även variationerna inom högen stämmer väl med verkliga förhållanden. Som ofta är fallet i förorenade sediment finns risk för punktvis förhöjda/avvikande halter – även om genomsnittshalterna är låga – vilket exemplifieras av provpunkt A 43 i tabell 2.

Analys av kolväten utfördes i enlighet med bilaga 3. Samtliga föroreningshalter var med god marginal lägre än det generella riktvärdet för mindre känslig markanvändning.

De uttagna samlingsproverna från hög B indikerar än lägre föroreningsnivåer. Både hög A och B anses därmed färdiga för utnyttjande i bullervaller eller liknande inom vägområdet.

Tabell 2. XRF-mätning av jordprov från hög A.

Prov- beteckning	Uppmätt halt [mg/kg]	
	Bly (Pb)	Zink (Zn)
A 7 3	45	86
A 11 2	40	160
A 11 3	50	220
A 7 2	60	220
A 8 3	39	224
A 7 1	47	240
A 9 3	74	245
A 12 1	50	250
A 3 2	60	260
A 2 3	54	270
A 5 2	58	270
A 12 3	43	280
A 9 2	50	280
A 1 1	60	280
A 1 2	65	290
A 1 3	45	310
A 3 3	70	360
A 5 3	57	370
A 3 1	96	370
A 10 3	71	430
A 10 1	52	490
A 5 1	130	610
A 4 3	130	940
Statistik	Pb	Zn
Antal	23	23
Medelvärde	63	324
Standardfel	5	36
Medianvärde	57	280
Standard- avvikelse	25	173
Variationsvidd	91	854
Minimum	39	86
Maximum	130	940
Konfidens- nivå(95,0%)	11	75

### 3.3 Undersökning år 2003 av färska sediment

Föroreningsnivåerna var under detta år betydligt lägre än förväntat beträffande innehåll av metaller. Beträffande organiska föroreningar var den uppmätta halten i sediment från Söderleden kraftigt förhöjd, men eftersom metallhalterna var måttliga bestämdes att fortsatta studier istället skulle utföras på Oskarsleden, som erfarenhetsmässigt också uppvisat höga föroreningshalter. I Oskarsleden var dock halten kolväteföroreningar i sedimentet låga detta år. Den aktuella försöksupställningen medförde att det inte längre var möjligt att byta tillbaka till fortsatta prov med massor från Söderleden, utan de fortlöpande provtagningarna av "lakvatten" utfördes därför på Oskarsleden. Detta visade sig dock intressant, eftersom föroreningsinnehållet i "lakvattnet" varierat kraftigt mellan de olika provtagningarna, se vidare *bilaga 3*. Brist på relevanta referenser gör det svårt att direkt bedöma halterna av organiska föroreningar, de få referenser som finns redovisar äldre analysmetoder, dock bedöms våra toppnoteringar vara högre än "normalt" dagvatten från trafikerade ytor.

Den fortsatta provtagningen av 2003 års massor från Oskarsleden under åren 2004 – 2005 visade att halten organiska föroreningar trots allt var kraftigt förhöjd, den rimliga förklaring till detta är att det från början i dessa sediment fanns ett litet parti kraftig kolväteförorening, som genom den slutna hanteringen successivt spridits, vid den ursprungliga provtagningen 2003 upptäcktes inte denna förorening. Detta bekräftar bilden av att sedimenten i stort uppvisar låga eller måttliga föroreningsnivåer. Eftersom uttag av samlingsprov på sedimentet under både 2004 och 2005 uppvisar liknande föroreningsnivå kan antas att det rör sig om en förhållandevis svårnedbrytbar tyngre kolväteförorening med låg rörlighet.

### 3.4 Aktiviteter år 2004 och 2005

Under 2004 utarbetades ett koncept för hantering av dagvattenslam inom Rödbomotet, vilket i princip innebär en helt sluten hantering av materialet. Principen för hur en dylik anläggning kan se ut framgår av *ritning 1*. Den illustrerade koalescensoljeavskiljaren är inkluderad i konceptet för att ta hand om de tillfälliga kraftigt förhöjda halter av petroleumkolväten som har påvisats under de gånga årens provtagningar.

Oljeavskiljaren ska vara förberedd för ytterligare kompletterande framtida reningssteg, exempelvis olika typer av biofilter. Provtagning av vatten ska ske före och vid behov även efter oljeavskiljaren. Utförda vattenprov under år 2004 och 2005 uppvisar låga föroreningsnivåer i vattenfasen. För närvarande bedöms därför behovet av kompletterande reningssteg att vara litet.

Utförd provtagning av sk sandsopningsmassor visar att föroreningsnivåerna överlag är låga, dvs lägre än det generella riktvärdet för mindre känslig markanvändning (MKM). Förhöjda halter noteras främst av tyngre alifatiska kolväten, samt koppar, vilken i ett stickprov uttaget 2005 t o m översteg riktvärdet för mindre känslig markanvändning. Genomsnittliga halten koppar för år 2005 var dock lägre än MKM.

Analyser utförda på prov från det insamlade dagvattenslammet visar generellt på lägre föroreningsnivåer än tidigare år både beträffande metaller och kolväten.

Rödbomotet – Slutrapport  
Johan Larsson

Utförda analyser på det sediment som under år 2003 insamlades från Oskarsleden visar att någon reduktion i halten tyngre alifatiska kolväten ej kan påvisas, vilket indikerar att föroeningen har låg rörlighet och är förhållandevis svårnedbrytbar. Efter provtagningen år 2005 transporterades detta sediment till extern behandlingsanläggning. Baserat på de gångna årens erfarenheter är detta för övrigt ganska typiskt för det undersökta sedimentet, huvuddelen av materialet kan efter sortering återanvändas i bullervallar och dylikt inom områden där kraven för mindre känslig markanvändning kan uppfyllas, men en liten mängd sediment kommer vara så förorenat att externt omhändertagande erfordras. Naturligtvis kan även dessa massor behandlas lokalt, men eftersom volymerna blir så små är det svårt att utföra detta kostnadseffektivt.

### 3.5 Slutsatser

De samlade undersökningarna vid Rödbomotet under år 2001 – 2005 resulterar i följande slutsatser:

- Variationer i föroreningsinnehåll mellan både olika vägavsnitt och mellan olika provtagningstillfällen inom samma vägavsnitt är mycket stora, både avseende metall- och kolväteföroeningar. Mekanismerna bakom dessa variationer är för komplexa för att kunna belysas av detta projekt, men beror sannolikt på en kombination av allmän trafikbelastning och metodik vid slamsugning (bl a mängden rent spolvatten som utnyttjas).
- Upplagda sediment uppvisar antingen omedelbart eller efter 1 – 2 års lagring så låga föroreningshalter att utnyttjande i bullervallar eller liknande inom ett vägområde kan anses rimligt. Eftersom även metallhalterna sjunker efter lagring bedöms det huvudsakliga skälet bakom denna föroreningsreduktion bestå i ursköljning genom nederbörden, även om förutsättningar för naturlig biologisk nedbrytning av organiska föroeningar bör vara relativt goda i de upplagda högarna.
- Fortsatt arbete bör fokusera på hantering av ”lakvatten” från slamhanteringen istället för behandling av själva sedimentet.
- Enstaka partier med kraftigt förhöjda/avvikande föroreningsnivåer hanteras separat genom transport till extern behandlingsanläggning.

De ursprungliga under år 2001 – 2002 noterade höga mängderna dagvattensslam – och föroreningshalterna – kan således anses bero på många års ackumulering av sediment i dagvattenbrunnarna.