

RAPPORT
Dagvattenfiltrering
Delrapport 5
Nyckeltal för drift



Trafikverket

Postadress: Solna Strandväg 98, 171 54 Solna

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig

Dokumenttitel: Dagvattenfiltrering – Delrapport 5 Nyckeltal för drift

Författare: Magnus Hallberg, Gunno Renman (KTH), Liselott Berndtsson

Dokumentdatum: 2023-04-22

Version: 1.1

Publikationsnummer: 2023:092

Diarienummer: 2020/32374

Kontaktperson: Magnus Hallberg (magnus.hallberg@trafikverket.se)

Foto: Magnus Hallberg

Innehåll

1	Generell sammanfattning	4
1.1	Projekt 7125	5
2	Metoder	5
3	Resultat	5
3.1	Fredhäll (Självfall)	5
3.2	Lilla Essingen (konstant flöde)	6
3.3	Gröndal (Självfall)	7
3.4	Jämförelse volym per filteryta	9
4	Diskussion	10
5	Rekommendation	10
6	Referenser	11

1 Generell sammanfattning

Den här delrapporten utgör en (1) av sex (6) rapporter för att beskriva funktion och driftförutsättningar vid filtrering. De sex delrapporterna är följande.

Funktion av skyddssand – Delrapport 1 (Fredhäll kolonn 1)

Funktion av skyddssand – Delrapport 2 (Fredhäll kolonn 4)

Funktion och tvätt av skyddssand – Delrapport 3 (Gröndal kolonn 4)

Nyckeltal för drift – Delrapport 4 (Filtralite P)

Nyckeltal för drift – Delrapport 5 (Rainclean)

Nyckeltal för drift – Delrapport 6 (Bergkross)

Tillämpningen av EU:s Vattendirektiv har inneburit ett ökat fokus på dagvattenhantering och Miljökvalitetsnormer (MKN).

I vägdagvatten, från vägar med en Årlig Dygnstrafik (ÅDT) över 15 000 fordon, är sannolikheten stor att den lösta fraktionen av koppar och zink är förhöjd.

Om krav ställs på koncentrationer av koppar och zink under 20 µg/l i avrinningsvatten kommer inte konventionell dagvattenrening med sedimentering att vara tillräcklig. Ytterligare och kompletterande reningssteg krävs för att hantera rikthalterna för framförallt löst zink och koppar.

Ett alternativ är att med filtermedia fastlägga löst zink och koppar. I ett filter kommer partikulärt material successivt sätta igen filtermediet tills filterfunktionen helt upphör och byte av filtermaterialet måste göras.

Filterfunktionen kräver alltså en reduktion av halten suspenderat material i vägdagvattnet för att möjliggöra acceptabla drifttider. Reduktionen av suspenderat material innan filtret sker med sedimentering i en damm eller dagvattenmagasin. Sedimenteringen är en förbehandling till det efterföljande filtersteget.

Även med en korrekt utformad förbehandling kommer halten suspenderat material att variera från 10 till 100 mg/l efter sedimentering under året. Under vinter när dubbdäck och salt används kommer halterna av suspenderat material vara över 100 mg/l in till filtersteget.

Filtersteget skall alltid utgöras av ett s.k. skyddssandlager som skyddar underliggande filtermaterial. Resultaten från genomförda försök i Projekt 7125 visar att huvudsaklig igensättning, och reduktion av föroreningar, sker i skyddssanden.

Krav för hur damm (försedimentering) och filter skall dimensioneras finns beskrivet i CCB ärende 21 i Tvärförbindelsen (Hallberg och Berndtsson, 2020).

I denna rapport redovisas resultaten från Trafikverkets FOI projekt 7125 och försöken med det reaktiva filtermaterialet Funke D–Rainclean (i fortsättningen kallad Rainclean) för att uppskatta drifttiden för filtermaterialet.

1.1 Projekt 7125

Projekt 7125 ”Driftsäker och hållbar dagvattenrening för lösta föroreningar (förf. anm. filtrerbara $<0,45 \mu\text{m}$)” startade 2019 för att utvärdera hur nya striktare lokala riktlinjer för dagvatten skall hanteras (ex. Hallberg et al. 2022; Hallberg et al. 2021; Lundgren 2021; Wallgren och Agevall 2021; Bianchi 2021; Melander 2023; Gulding 2022).

2 Metoder

I Gröndalsmagasinet och Fredhällsmagasinet simuleras självfall till fem filtermaterial genom proportionell skalning av inkommande flöde till magasinen. På Lilla Essingen sker pumpningen med konstant flöde till filtermaterialet i två parallella brunnar.

För detaljer om anläggningar och provtagning mm, hänvisar vi till följande arbeten:

Gröndalsmagasinets pilotanläggning är beskriven i Bianchi (2021).
Försöksanläggningen i Fredhäll är beskriven i Hallberg et al. (2022).
Pilotanläggning på Lilla Essingen är beskriven i Hallberg et al. (2021).

Porvolymen har beräknats på det reaktiva filtermaterialet.

Beräkning av halten partiklar, mätt som suspenderat material, som belastat filterytan har gjorts genom omräkning från uppmätt turbiditet (se Hallberg et al 2022).

3 Resultat

Under hela försöksperioden har zink och koppar reducerats till koncentrationer under $20 \mu\text{g/l}$ i filtermaterialet Rainclean (kornstorlek 0 - 4 mm).

3.1 Fredhäll (Självfall)

Minsta flödet till kolonn 4 var 11 l/h och maxflöde 54 l/h. Flödet till kolonn 4 skalades mot verkligt flöde till Fredhällsmagasinet vid avrinnings-tillfällen.

Ytbelastning på filtret varierade mellan 0,10 m/h upp till 0,46 m/h.

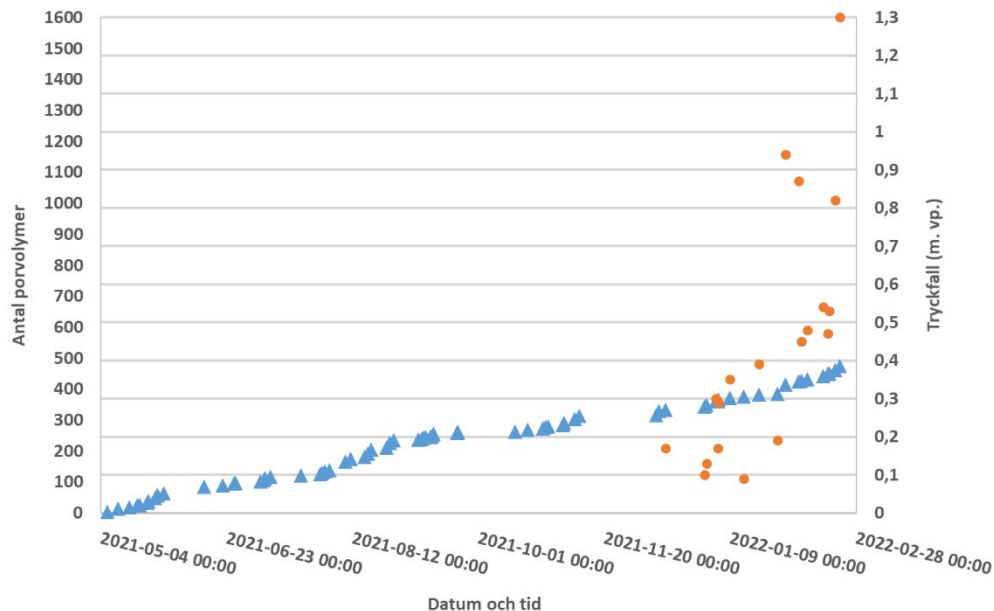
Medelhalten av suspenderat material under drift var drygt 140 mg/l.

Filtret var i drift från 2021-05-04 till 2022-02-28.

Det maximala tryckfallet som tilläts i pilotanläggningen var 1,30 m.vp. vilket uppnåddes 2022-02-21 (Figur 1).

En ökning av tryckfallet skedde under vintern i samband med dubbdäcksperioden och stigande halter av suspenderat material i vägdagvattnet.

Porvolymen av Rainclean är 27 l. Totalt behandlades 450 porvolymter motsvarande 12 900 l dagvatten i kolonn 4 då igensättning och maximalt tryckfall uppnåts.



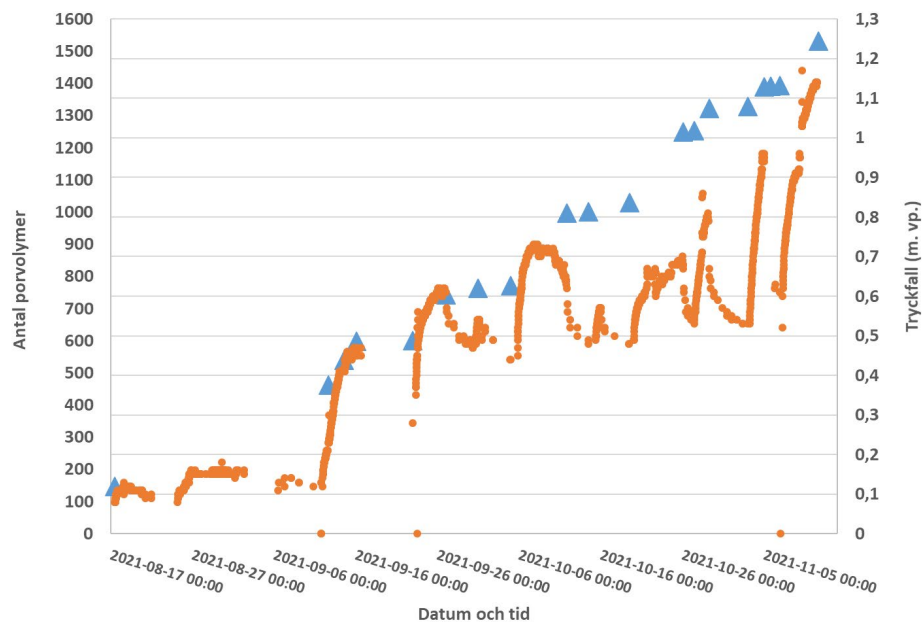
Figur 1. Fredhäll Kolonn 4 (Rainclean). Brun punkt=Tryckfall över filter; Blå triangel=Akkumulerat antal behandlade porvolymter sedan start av försök.

3.2 Lilla Essingen (konstant flöde)

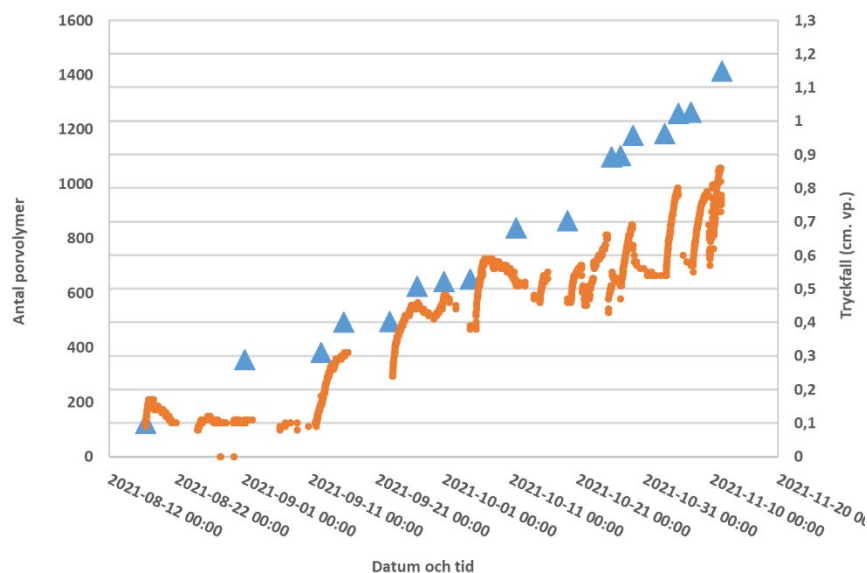
I augusti 2021 startades försök med Rainclean i de två filterbrunnarna på Lilla Essingen (Gulding 2022). Försöken med Rainclean inom ramen för detta examensarbete avslutades i november 2021.

Ytbelastningen under försöken till Filter 1 och Filter 2 var 0,35 m/h och medelkoncentrationen av suspenderat material under försöket var 25 mg/l (Gulding 2022).

I Figur 2 ses tryckfallsökningen under försöksperioden för Filter 1 och för Filter 2 i Figur 3.



Figur 2. Lilla Essingen Filter 1. Översikt för driftperiod med Rainclean (Gulding 2022). Brun punkt=Tryckfall över filter; Blå triangel=Akkumulerat antal porvolym sedan start av försök.



Figur 3. Lilla Essingen Filter 2. Översikt för driftperiod med Rainclean (Gulding 2022). Brun punkt=Tryckfall över filter; Blå triangel=Akkumulerat antal porvolym sedan start av försök.

Porvolym av Rainclean för Filter 1 och Filter 2 var 402 l. Totala antalet porvolym för Filter 1 och Filter 2 var drygt 1 530 respektive 1 400 (Figur 2, 3) motsvarande en total volym av 616 m³ till Filter 1 samt 570 m³ till Filter 2 vid försökets slut.

3.3 Gröndal (Självfäll)

Minsta flödet till kolonn 4 var 11 l/h och maxflödet 54 l/h vilket skalades mot verkligt flöde till Gröndalsmagasinet.

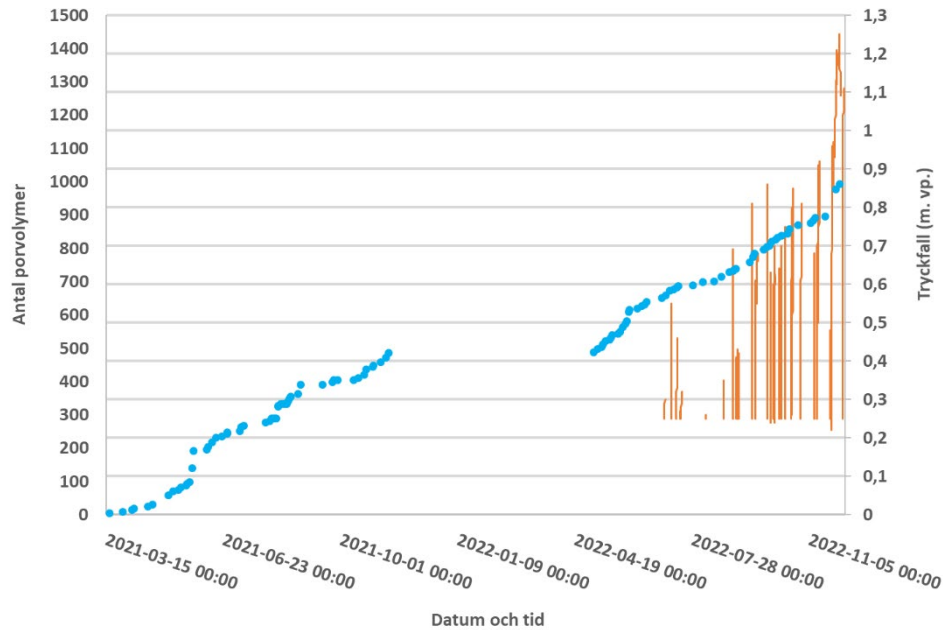
Ytbelastning på filtret under avrinningstillfällena varierade mellan 0,10 m/h upp till 0,46 m/h.

Medelhalten av suspenderat material under perioden var drygt 40 mg/l.

Totalt pumpades drygt 990 porvolymmer motsvarande 26 784 l inpumpat dagvatten till kolonn 4 och genom det reaktiva filtermaterialet Rainclean (Figur 4).

Det första vattnet pumpades in 2021-03-17 och försöket avslutades 2022-11-30 när tryckfallet nådde 1,25 m.vp. (Figur 4).

Ett serviceuppehåll gjordes mellan november 2021 till maj 2022, vilket framgår av Figur 4.



Figur 4 Gröndalsanläggningen. Översikt för driftperiod Rainclean (kolonn 4). Tryckfall under 0,25 m.vp. har för tydlighet tagits bort. Brun punkt=Tryckfall över filter; Blå punkt=Ackumulerat antal porvolymmer sedan start av försök.

3.4 Jämförelse volym per filteryta

I Tabell 1 ges en sammanställning av medelhalter av suspenderat material i vatten till filtermaterialen, driftryck, total volym av vatten samt total volym pumpat vatten per m² filteryta till respektive filter vid slutet av driftperioder som redovisats i detta dokument.

Tabell 1. Jämförelse mellan försöken. <i>FR=Fredhäll; LE=Lilla Essingen; GR=Gröndal; RainC=Funke D Rainclean; SS=Suspenderat material; TotV=Total volym pumpad till filter</i>							
Plats	Material	Figur	Medel SS (mg/l)	TotV (m³)	Filteryta (m²)	TotV (m³) per filteryta (m²)	Tryckfall (m.vp.)
FR	RainC	1	140	12,9	0,119	108	1,30
LE	RainC	2	25	616	1,77	348	1,15
LE	RainC	3	25	517	1,77	292	0,88
GR	RainC	4	40	26,8	0,119	225	1,25

4 Diskussion

I Fredhäll och Gröndal körs Rainclean under omättade förhållanden. På Lilla Essingen körs Rainclean under mättade förhållande. Gemensamt för alla tre försöksanläggningarna är höga ytbelastningar under drift. På Lilla Essingen är ytbelastningen 0,35 d.v.s. tre gånger större än design kriteriet på 0,1 m/h vid konstant flöde. Förutsättningarna för ytbelastningar i Fredhäll och Gröndal är samma.

I Fredhäll tas vägdagvattnet i slutet av sandfånget vilket innebär förhöjda halter av suspenderat material jämfört med försöksanläggningarna i Gröndal och Lilla Essingen. Fredhäll simulerar en dåligt fungerande förbehandling jämfört med övriga försöksanläggningar.

Vid byggnation av en reningsanläggning kan det finnas begränsningar i hur djupt anläggningen kan läggas p.g.a. markförhållande och grundvattennivåer. Filterbädden med dräneringslager blir drygt 1 m djup. Med tillägg för ”praktisk” höjd för tryckfall av 0,5 m vp blir totala höjden för anläggningen 1,5 m. En större höjd för tryckfall innebär en motsvarande längre drifttid (Tabell 1).

Vid tryckfallet 0,5 m vp. var belastningen på Rainclean i Fredhäll 100 m³/m², Lilla Essingen drygt 140 m³/m² och Gröndal 160 m³/m². Medelhalten suspenderat material var i Fredhäll 140 mg/l, Lilla Essingen 25 mg/l och Gröndal 40 mg/l.

Det är tydligt att en förhöjd halt suspenderat material har en avgörande betydelse för belastningen och därmed gångtiden. Med samma förutsättningar så klarar kolonnen i Gröndal en 60 % högre belastning till 0,5 m vp, jämfört med Fredhällsförsöket.

Skillnaden i belastning vid 0,5 m vp. mellan Lilla Essingen och Gröndal är drygt 30 %. Medelhalten av suspenderat material är lägre på Lilla Essingen men ytbelastningen är mycket hög. Gröndal körs omättad vilket bör ge en sämre fördelning och hydraulik jämfört med Lilla Essingen. Med resultaten går det inte att bedöma om det finns en skillnad att köra omättat eller mättat med Rainclean.

Försöksresultaten visar att halten suspenderat material till filtermaterialet har en avgörande betydelse för drifttiden och byte av skyddssand och/eller hela filtermaterialet.

5 Rekommendation

Medelhalten av suspenderat material som tillförs filtersystemet bör inte vara högre än 40 mg/l efter sedimentering.

6 Referenser

Bianchi S. (2021) Treatment of dissolved metals in runoff water Pilot-scale trial with four reactive filter materials and sand filter. Examensarbete, KTH.

Gulding W. (2022) Water quality improvement of highway runoff by the filter material D-Rainclean. Examensarbete, KTH.

Hallberg M., Berndtsson L (2020) CCB ärende 21, PM Projekt TSK10 och TSK20 – Riktlinjer för utformning av dagvattenrening för lösta föroreningar.

Hallberg M., Renman A., Rodriguez R., Renman G., Berndtsson L. (2021) Removal of dissolved metals from road runoff – Initial observations and implications for operation, Nordiwa 2021

Hallberg M., Renman A., Berndtsson L., Renman G. (2022) Evaluation of a sand filter material for road runoff treatment – pilot-scale field trial focused on copper and zinc removal, Water Practice & Technology Vol. 17 No 8, pp 1652 – 1665

Hamberg C. (2021) Fem filtermaterials metallavskiljningseffektivitet: en praktisk studie i dagvattenreningsanläggning. Examensarbete, KTH.

Lundgren L. (2021) Metal removal efficiency of five filter media intended for use in road stormwater facilities-. Examensarbete, KTH.

Melander A. (2022) Pilotförsök Detaljundersökning filtersand under drift (manuskript)*

Wallgren K. Agevall A. (2021) Renings av lösta metaller i vägdagvatten – Fullskaleförsök vintertid med reaktivt filtermaterial. Examensarbete, KTH.