

**Information om bidraget****Diarienummer:** 2012-02101**Bidragsmottagare:** Andersson, Patrik**Medelsförvaltare:** Umeå universitet**Hemvist:****Projekttitel (svenska):** Nya strategier för att minska diffusa utsläpp av miljöföroreningar från enskilda avlopp**Bidragsperiod:** 2013-01-01 - 2016-12-31**Totalt beviljat belopp:** 15 985 000**Dispositionsdatum:** 2018-06-30**Utlysningsnamn:** Utlysning av forskningsmedel för Diffusa källor**Bidragsform:** MILJÖTOXIKOLOGI, Projektstöd**Inriktning:** Fritt**Ämnesområde:** FR**Information om återrapporteringen****Typ:** Vetenskaplig - Engångs**Period som rapportering avser:** 2013-01-01 - 2018-06-30**Vetenskaplig återrapportering registrerad och inskickad av:** Patrik Andersson

## Vetenskaplig återrapportering

### Inomvetenskapligt referat

Referatet (max 8000 tecken inklusive mellanslag) ska vara skrivet som ett abstract till en vetenskaplig uppsats, det vill säga det ska sammanfatta arbetets olika delar.

- Introduktion med syfte och hypotes
- Material och metoder
- Resultat
- Diskussion med slutsats
- Vetenskapliga uppsatser som eventuellt framkommit under projektiden listas

### Inomvetenskapligt referat

*Introduction* The main objectives of the RedMic project were to identify and quantify emissions of organic pollutants from OSSFs, to develop and evaluate small scale sewage treatment techniques, to identify sources of pollutants, and to suggest an efficient strategy for reduction of diffuse emissions from OSSFs.

*Material and methods* Two major field sampling campaigns were completed focused on OSSFs, but also including reference facilities for large and medium-sized wastewater treatment plants. In addition, two large infiltration beds were sampled over a period of one year. New treatment technologies were tested in laboratory and field settings including both organic and inorganic filter materials as add-on solutions to existing systems. The project also conducted interviews with private house owners who have their own sewers and environmental inspectors in various municipalities. We also carried out a multicriteria analysis aimed at evaluating sustainability aspects of different system solutions.

*Results and Discussion* Using target and non-target chemical analysis revealed a complex pattern of pollutants released from OSSFs. We totally identified more than 100 substances and we found these at levels similar to those found in large municipal wastewater treatment plants. The sewage water contained chemical representatives of pharmaceuticals, plastic additives, pesticides, perfluorinated substances, personal care products, and food additives. Filter beds showed larger reduction of hydrophobic substances, such as triclosan, galaxolide and some organophosphates. In the two studied large infiltration beds over 50 chemicals were found in more than half of the samples and some in concentrations up to micrograms per liter. A number of pollutants traced in the groundwater were also found in an adjacent lake at levels that could pose a threat to its ecosystem. The load of organic pollutants per capita from OSSFs was estimated and compared with the load per capita from conventional municipal treatment plants. Our results showed that for most chemicals the load was significantly higher per capita from the large conventional plants. The results probably reflect longer residence time and sorption to particulate matter in the ground along the way from OSSFs to receiving recipients that may result in an underestimation of the load per capita from OSSFs.

*Treatment technologies* The average removal of investigated organic contaminants by sand filters in laboratory conditions and by a four year old soil bed was less than 50%. For three organic and two inorganic sorbents, the removal efficiency was in the order of granulated activated carbon (GAC) > xylit > lignite > Polonite > Filtralite P. The inorganic filter materials showed an average removal efficiency below 50%. GAC and xylit were used as add-on filters to a filter bed and the sorbents showed good treatment capacity and the system was operated successfully over an eight-month experimental period. Physical properties and chemical structure of the sorbents, namely pore structure and surface functional groups, were found to be correlated to their capacity for removal of organic pollutants.

*Perception and legislative issues* We identified cost and the relationship and dialogue with regulatory authorities and with entrepreneurs as factors important in the choice and maintenance of OSSFs. Most households felt that the demands placed on them to take responsibility for their emissions was fair and reasonable. Most acknowledged that these were complex issues that required a lot of knowledge that they sometimes felt they lacked, making an independent source of information desirable. There is little or no room for making regulatory requirements on the choice and use of consumer products by private persons in their homes and private lives. The remaining regulatory approach is to control emissions from the households to the water environment through sewage treatment regulation. Ideally this approach should be supplemented through active political and legal work from central government in appropriate product regulation in the EU market.

*Sustainability analysis* Conventional OSSFs complemented with various add-on technologies for reducing micropollutants were compared using multicriteria analysis with stakeholder involvement for weighting sustainability criteria. It was shown that these add-on filter did not increase the sustainability index, dependent on at least two factors: 1) reduction of micropollutants is an aspect that was not very highly weighted by stakeholders, and 2) technologies for reducing micropollutants in OSSFs have a low readiness level and must be further developed in order to perform more efficient.

*Conclusions* We have shown that a large number of environmental pollutants are released from small sewers including pharmaceuticals, polymer additives, and food additives. Technologies exist that can reduce these diffuse emissions, which can be combined with nutrient reduction. Our studies have also demonstrated the need for clear information and good advice to homeowners and the importance of regulatory agencies inventory work to ensure the control and approval of OSSFs. We have shown that discharge from OSSFs can pose a significant threat to sensitive aquatic systems and drinking water resources, and that reduction measures are required to meet the national environmental objective of a non-toxic environment.

#### *Publications*

1. Blum K, Andersson PL, Renman G, Ahrens L, Gros M, Wiberg K, Haglund P. Non-target screening and prioritization of potentially persistent, bioaccumulating and toxic domestic wastewater contaminants and their removal in on-site and large-scale sewage treatment. *Sci Tot Environ*, 1879-1026, 575, 265-275, 2017
2. Gros M, Blum KM, Jernstedt H, Renman G, Rodríguez-Mozaz S, Haglund P, Andersson PL, Wiberg K, Ahrens L. Screening and prioritization of micropollutants in wastewaters from on-site sewage treatment. *J Haz Mat*, 328:37-45, 2017
3. Blum KM, Andersson PL, Ahrens L, Wiberg K, Haglund P. Persistence, mobility and bioavailability of emerging organic contaminants discharged from sewage treatment plants. *Sci Tot Environ*. 612, 1532-1542, 2018
4. Blum KM, Haglund P, Gao QJ, Ahrens L, Gros M, Wiberg K, Andersson PL. Mass fluxes per capita of organic contaminants from on-site sewage treatment facilities. *Chemosphere*, 201, 864-873, 2018
5. Blum KM, Gallampois C, Andersson PL, Renman G, Renman A, Haglund P. Comprehensive assessment of organic contaminant removal from on-site sewage treatment facility effluent by char-fortified filter beds. *J Haz Mat*, 361, 111-122, 2018
6. Gago-Ferrero P, Gros M, Ahrens L, Wiberg K. Impact of on-site, small and large scale waste water treatment facilities on levels and fate of pharmaceuticals, personal care products, pesticides, and perfluoroalkyl substances in recipient waters. *Sci Tot Environ*, 601-602:1289-1297, 2017.
7. Rostvall A, Zhang W, Dürig W, Renman G, Wiberg K, Ahrens L, Gago-Ferrero P. Removal of pharmaceuticals, perfluoroalkyl substances and other micropollutants from wastewater using lignite, Xylit, sand, granular activated carbon (GAC) and GAC+Polonite® in column tests - Role of physicochemical properties. *Water Res*, 137:97-106, 2018
8. Zhang W, Blum K, Gros M, Ahrens L, Jernstedt H, Wiberg K, Andersson PL, Björleinius B, Renman G. Removal of micropollutants and nutrients in household wastewater using organic and inorganic sorbents. *Des Water Treat* 120, 88-108, 2018
9. Gao QJ, Blum KM, Gago-Ferrero P, Wiberg K, Ahrens L, Andersson PL. Impact of on-site wastewater infiltration systems on organic contaminants in groundwater and recipient waters. *Sci Tot Environ*. In press. 2018.
10. Zhang W. An add-on filter technique to improve micropollutant removal and water quality in on-site sewage treatment facilities. Doctoral thesis, KTH, 2018
11. Blum K. Targeted and untargeted analysis of organic contaminants from on-site sewage treatment facilities. Doctoral thesis, Umeå University, 2018

### Populärvetenskaplig resultatsammanfattning på svenska

Sammanfattningen (max 6000 tecken inklusive mellanslag) ska innehålla:

- Bakgrund och syfte
- Teori och metod
- Huvudresultat
- Konklusion
- Lista på eventuella populärvetenskapliga publikationer från projektet

## Populärvetenskaplig resultatsammanfattning

*Bakgrund och syfte* Det övergripande målet för RedMic var att identifiera och kvantifiera utsläpp av miljöföroreningar från små avlopp och att utveckla och utvärdera nya reningstekniker. I projektet ingick också att identifiera viktiga källor till miljöföroreningar i privata hushåll och att ta fram en effektiv strategi för att minska diffusa utsläpp från hushållen. RedMic var ett samarbete mellan Umeå universitet, Sveriges lantbruksuniversitet, Kungliga Tekniska Högskolan och Uppsala universitet.

*Teori och metod* RedMic genomförde två större provtagningskampanjer omfattande små avlopp men också ett fåtal stora och medelstora kommunala reningsverk. Provtagna anläggningar inkluderade minireningsverk, markbäddar, källsorterande system samt infiltrationsanläggningar. Vi följde även utvalda kemikalier i Fyrisån som är ett vattensystem med ett stort antal små avlopp i sitt avrinningsområde. Nya reningstekniker testades både i laboriemiljö och i fält. Projektet genomförde intervjuer med husägare som har egna avlopp och med miljöinspektörer i kommuner. Vi genomförde även multikriterieanalyser för att utvärdera hållbarhetsaspekter hos olika systemlösningar för enskilda avlopp.

*Huvudresultat* Våra studier visade att utgående vatten från små avlopp innehåller en stor mängd olika miljöföreningar, till exempel läkemedel, plasttillsatser, pesticider, perfluorerade ämnen, kosmetikakemikalier och livsmedelstillsatser. Vi identifierade totalt fler än 100 organiska substanser i halter liknande de som återfinns i stora kommunala reningsverk. Hur effektivt de små avloppsanläggningarna renade dessa ämnen varierade mycket, alltifrån inte alls till i princip total reduktion, precis som i de större, konventionella reningsverken. Markbäddar reducerade mer av fettlösliga substanser som triklosan, parfymämnet galaxolid och vissa organofosfater som används som mjukgörare och flamskyddsmedel. Vi fann signifikant högre reduktion i markbäddar i jämförelse med stora reningsverk när det gällde ett ytaktivt ämne, en mjukgörare och sju läkemedelssubstanser. Vi följde två stora infiltrationsanläggningar under ett helt år och våra provtagningar av grundvatten, dricksvatten, närliggande sjöar och vattendrag visade att infiltrationsanläggningar kan påverka närmiljön, känsliga dricksvattenresurser och ekosystem. Ett antal miljöföroreningar hittade vi i en angränsande sjö i halter som skulle kunna utgöra risk för dess ekosystem.

I två laborieexperiment och ett fältförsök identifierades lämpliga filtermaterial som tillsatsfilter i små avlopp. Eftersom markbäddar och infiltration för närvarande är de mest använda systemen undersökte vi också reningseffektiviteten hos sand. Den genomsnittliga avskiljningen av undersökta organiska föroreningar med sandfilter i laborieförhållanden och med en fyra år gammal markbädd, var mindre än 50% och fluktuerade i stor utsträckning med tiden. De oorganiska filtermaterialen visade en genomsnittlig reningseffektivitet under 50%. De organiska filtermaterialen GAC och xylit visade mycket god reningseffektivitet och prövades även som tillsatsfilter efter en markbädd med mycket gott utfall under en åtta månader lång försöksperiod.

Det sammantagna resultatet från intervjuerna med hushållen visade på stor variation i hur de utfrågade hade tänkt kring sitt avlopp och hur kontakten med kommunen sett ut. Kontakten med kommunen upplevdes i vissa fall som väldigt stelbent, men i andra som väldigt konstruktiv. I valet av rättsliga styrmedel för minskning av mikro-föroreningar hamnar avloppsreningskrav i fokus. I intervjuerna anförde tillsynsmyndigheter också en avsaknad av tillräckliga kunskaper om aktuella föroreningar och möjliga rimliga försiktighetsåtgärder.

I två omgångar genomfördes multikriterieanalyser där hållbarhetsaspekter analyserades avseende extra reningsteg såsom kolfilter eller ozongenerator kopplade till konventionella enskilda avloppsanläggningar. Analyserna visade inte tydligt att dessa reningssatser förbättrar hållbarheten totalt för anläggningarna. Detta visar att det finns behov av innovationer till nya lösningar för att minska utsläppen av mikro-föroreningar.

*Konklusion* Vi har i vår forskning visat att ett stort antal miljöföroreningar släpps ut från små avlopp och att dessa kan utgöra ett hot för miljön och vårt dricksvatten. I de små anläggningar som vi studerade har halterna av miljöföroreningar i utsläppen varit jämförbara med de man finner i utsläpp från konventionella reningsverk. Vi har visat på tekniker som kan reducera utsläppen och minska belastningen från små avlopp och som kan kombineras med reningsteg för näringsämnen. Våra studier har också visat på behoven av tydlig information och bra rådgivning till husägare och betydelsen av tillsynsmyndigheternas inventeringsarbete för att säkerställa kontroll och godkännande av alla enskilda avlopp. Området diffusa emissioner från enskilda avlopp är utmanande att studera då befintliga små avloppsanläggningar i Sverige har stor variation i teknik, kondition, belastning och geografisk placering. Forskningen inom området är i sin linda och det är idag oklart hur stor total miljöbelastning de små avloppen utgör för vår miljö. Det är dock helt klart att de i bästa fall avskiljer miljöföroreningar lika bra som våra stora kommunala reningsverk och att dess utsläpp kan ske direkt till känsliga vattendrag och dricksvattenresurser.

*Populärvetenskapliga publikationer* RedMic har bjudits in och presenterat vid konferensen Vatten Avlopp Kretslopp (VAK) 2016 och 2018. VAK vänder sig främst till beslutsfattare, myndigheter och företagare. Resultat från RedMic har även presenterats vid möten organiserade av Villaägarna, Avfall Sverige och ett läkemedelsseminarium organiserat av HAV. En avslutningskonferens för RedMic organiserades i Stockholm 6/12-2017 med över 70 deltagare där våra huvudsakliga resultat presenterades och diskuterades under en heldag för ett brett forum av intressenter. Filmer från mötet finns på [redmic.se](http://redmic.se).

---

## **Bilaga**

Ladda upp en PDF-fil (maximalt 6 MB i storlek) med ytterligare information om finansiering enligt angivna instruktioner.

**När du har valt en fil, klickar du på knappen "Spara val" för att lägga till filen till återrapporteringsformuläret.**

Ingen fil har laddats upp

---