

CHALMERS

**INFRA
SWEDEN
2030**

Innovativa och hållbara lösningar för att minska föroreningar från vägar och vägdragvatten

Biträdande Professor
Ann-Margret Strömvall

Vatten Miljö Teknik
Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik



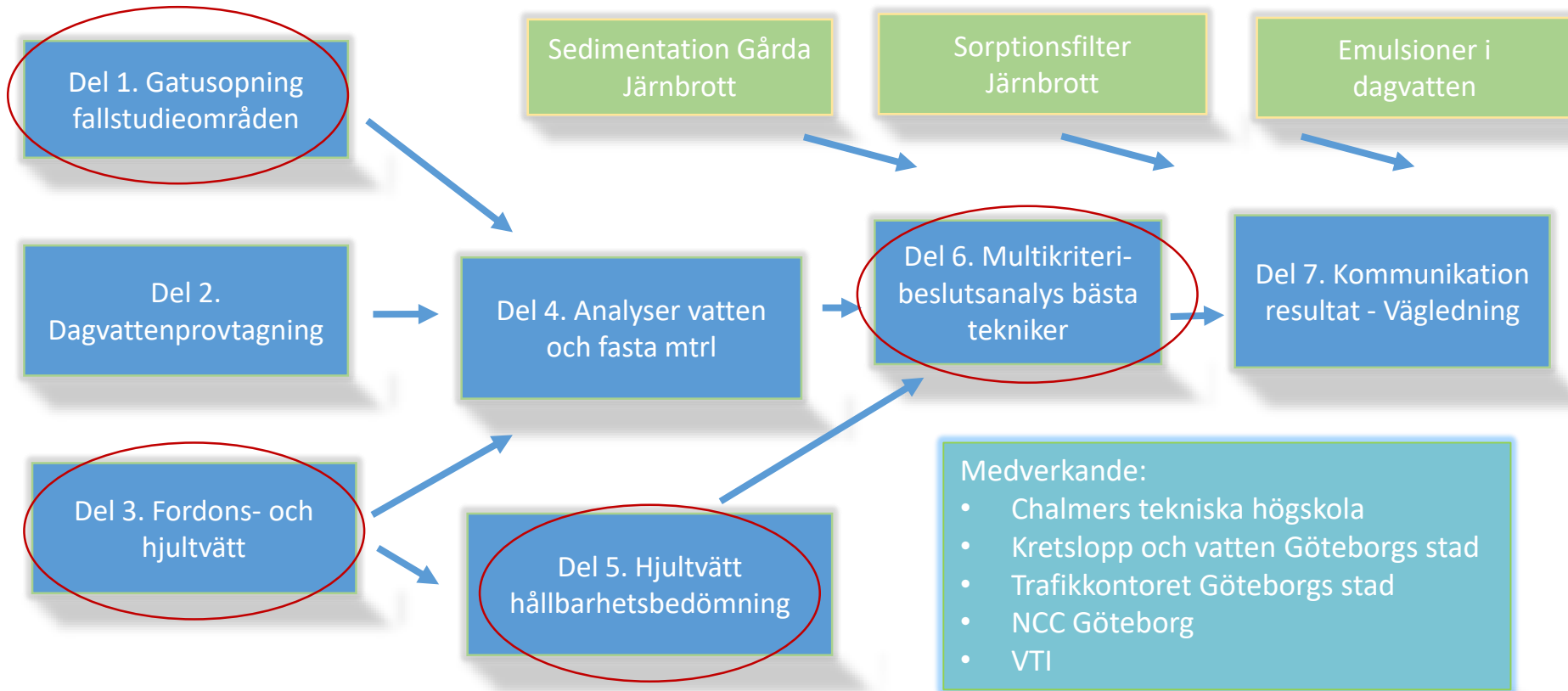
Projektets syfte

Ge **vägledning** för innovativa, hållbara och resurseffektiva metoder för att förebygga förorening och hantera förorenat vägdagvatten. Fokus på *gatusopning, biltvätt, hjultvätt, sedimentation* och *sorptionsfilter*.



- Vilka föroreningar förekommer i tvättvatten från fordon, vägdamm, sopsand och dagvatten?
- Vilken metod, eller vilken kombination av innovativa metoder, är effektiv för att minska spridning av föroreningar från vägar och byggarbetsplatser till dagvatten?
- Hur kan de metoder för multikriteriebeslutsanalys som finns idag utvecklas för att bedöma de mest innovativa, hållbara och effektiva metoderna för att förhindra föroreningstransport från trafik och vägar till dagvatten?

Delsteg i projektet "Innovativa och hållbara lösningar för att reducera förorening av vägar och vägdagvatten"



Gatusopning – dagvatten Vitsippsbäcken/Sahlgrenska – mikroplaster

Järskog I., Strömvall A-M., Magnusson K., Gustafsson M., Andersson Sköld Y., Polukarova M., Galfi H. and Aronsson M. (2020). Occurrence of tire and bitumen wear microplastics on urban streets and in sweepsand and washwater. Science of The Total Environment 729, 138950

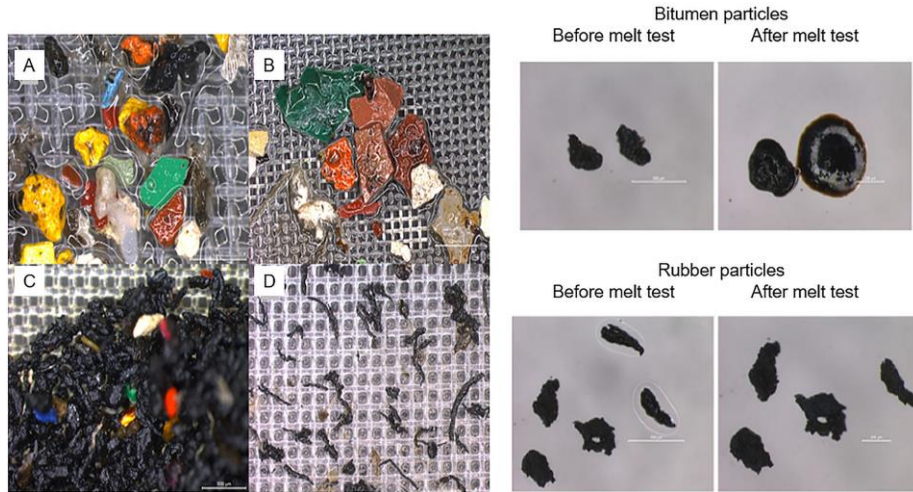


Fig. 4. to the left: Pictures A and B show paint particles from sweepsand. C shows rubber particles from sweepsand, and D shows rubber particles from washwater. Picture top right: bitumen particles before and after heating. Bottom picture: rubber particles before and after heating. Photos by Kerstin Magnusson, IVL Swedish Research Institute.

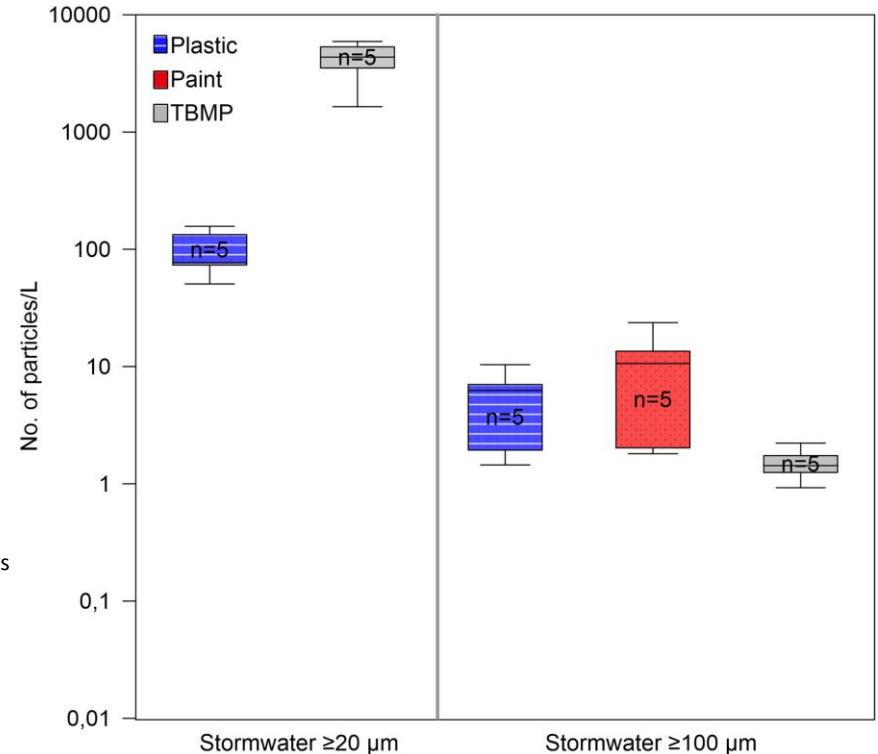


Fig. 11. Plastic, paint and TBMP in stormwater, measured as flow-weighted rain event mean concentration. Boxes to the left relate to particles $\geq 20 \mu\text{m}$ and boxes to the right show particles $\geq 100 \mu\text{m}$. (No density separation of the samples).

Gatusopning – dagvatten – Vitsippsbäcken/Sahlgrenska och Göta älv/Gullbergsvass

Valda resultat

1. Nanopartiklar, mikroplaster inkluderat asfalt och gummapartiklar, organiska miljögifter och metaller samlas upp effektivt av gatusopningsmaskinen

- mikroplaster $>20 \mu\text{m}$ i tvättvatten $\leq 51\ 000$ partiklar/l och i sopsand upp till $\leq 2,6 \times 10^6$ partiklar/kg.
- största fraktionen av mikroplaster är gummi från däck och bitumen från asfalt.
- vintertid är andelen bitumenpartiklar störst och övriga årstider dominerar gummapartiklar.
- organiska miljögifter: alifatiska petroleumkolväten $C_5 - C_{35}$ > ftalater > aromater $C_8 - C_{35}$ > PAH-16.
- extremt höga halter i tvättvatten av alifatiska kolväten $C_{16} - C_{35}$ ($\leq 53\ 000 \mu\text{g/L}$), PAH-16 ($\leq 120 \mu\text{g/L}$) och höga halter av metaller som Zn, Cu, Pb, Cd
- höga koncentrationer av nanopartiklar 1 – 300 nm i tvättvattnet (totalt $\sim 10^{10}$ antal partiklar/l).

2. Tvättvatten och sopsand/damm i gatusopningsmaskinen innehåller mycket höga halter föroreningar och måste renas innan avstjälplning med innovativa tekniker!

3. Transport av nanopartiklar och organiska miljögifter till dagvatten och mottagande recipient minskar vid veckovis gatusopning

- koncentrationer av organiska miljögifter och nanopartiklar minskade i dagvattnet vid veckovis gatusopning vid Vitsippsbäcken.
- i dagvatten dominerar fraktionen mikroplast 20 – 100 μm ≤ 6100 partiklar/l varav merparten är bitumen och gummidäckspartiklar.



Alternativa sorptionsmaterial dagvatten Järnbrott – Organiska miljögifter

Valda resultat

- **Organiska miljögifter var sällan kvantifierbara under torrperioder och samtliga filter fungerade 100% vid dessa perioder.**
- Under **kraftiga regn** fungerade torvfiltret bäst och reducerade ~70% av aromatiska petroleumkolväten ($C_{10} - C_{16}$) och PAH-L. TSS reducerades bäst i barkfiltret med ~90%. Samtliga filter läckte lättare alifater $C_5 - C_{16}$.
- **DOC emitterades** från torv och barkfiltret under hela försökstiden. Risk för transport av organiska miljögifter ut från filtren.
- Vid **stresstesterna med kraftigt förorenade sediment** i inlopp till kolonner renade bark och torvfilter: alifater $C_5 - C_{35}$ + aromater $C_8 - C_{10}$ + BTEX + PAH-L mycket bra, 80 – 100%. GAC fungerade mycket bra för BTEX men sämre för $C_{15} - C_{35}$. Bark fungerade sämre för PAH-L och TSS.
- **En kombination av de tre filtren är att rekommendera då GAC fungerar bäst för lättare kolväten och bark och torv för tyngre kolväten!**
- Svårt att få tillräckligt med **vattenflöde** (2 L/min) genom kolonnerna.
- I de förbrukade sorptionsmaterialen analyserades ftalater (DMP + DEHP), alifater $C_5 - C_{35}$, BTEX, PAH'er.



Fordonstvätt – bilar Chalmers

Valda resultat

- Tvättvatten från bilarna innehöll höga konc av föroreningar
 - TSS >> TOC/DOC >> alifatiska kolväten $C_5 - C_{35} \sim$ ftalater > PAH-16.
 - höga konc av nanopartiklar 1 nm – 300 nm, metaller och mikroplaster <3200 antal/L.
 - samtliga föroreningar i tvättvatten överskrider gränsvärden CCME, EU och Göteborgs stad.
- Emissionsfaktorer: Ftalater 0,10–0,40 μg per körd km, alifater 0,020–0,60 μg per körd km och PAH-16 $2,5 \times 10^{-4}$ – $2,5 \times 10^{-3}$ μg per körd km släpptes ut.
- De simulerade regnen orsakade vatten med höga konc av föroreningar vilket visar att fordon emitterar stora mängder föroreningar på vägar och gator när det regnar.
- Fordonstvätt är en mycket effektiv åtgärd för att minska emissioner av föroreningar i urbana miljöer och bör utföras frekvent, speciellt vintertid.

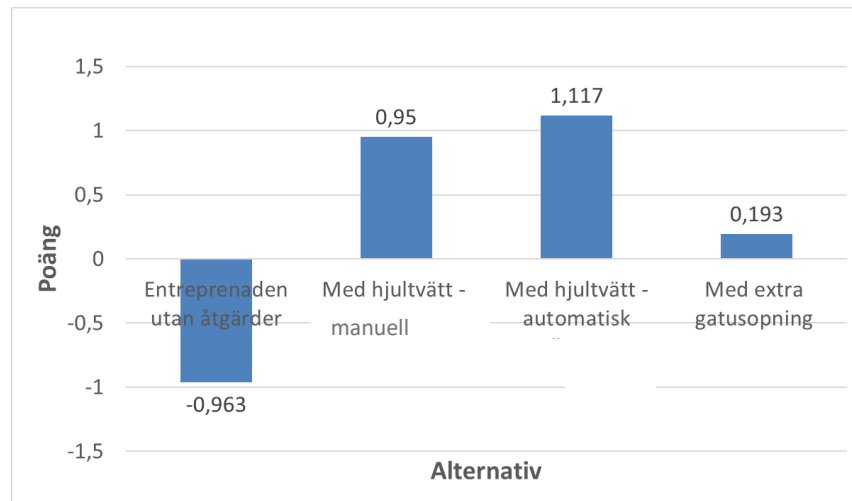


Hjultvätt – Hållbarhetsbedömning



Syfte: Bedöma om hjultvätt är en hållbar lösning med hjälp av multikriteribeslutsanalys

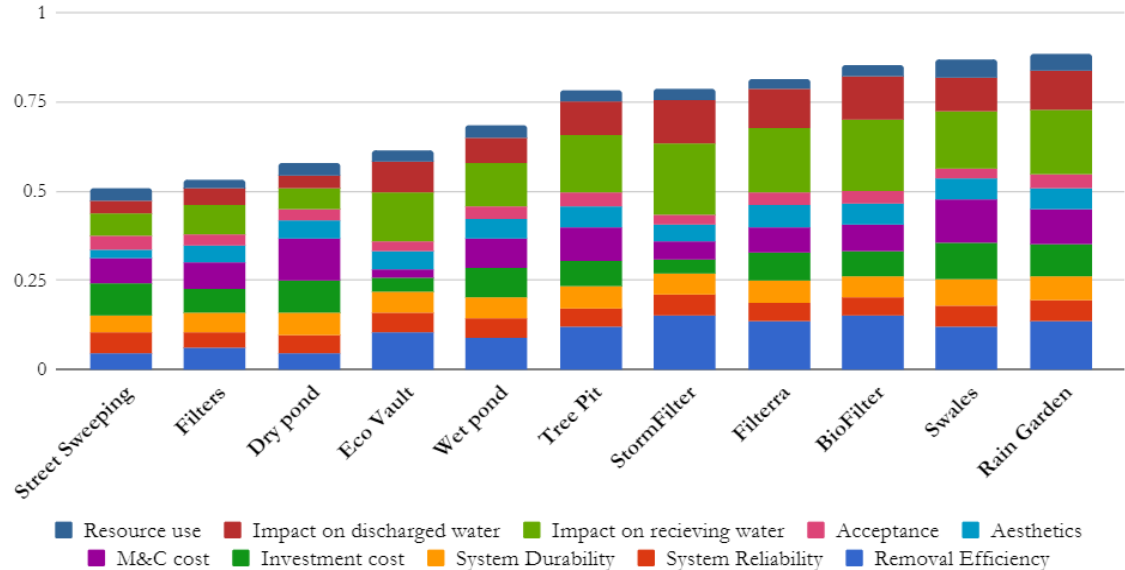
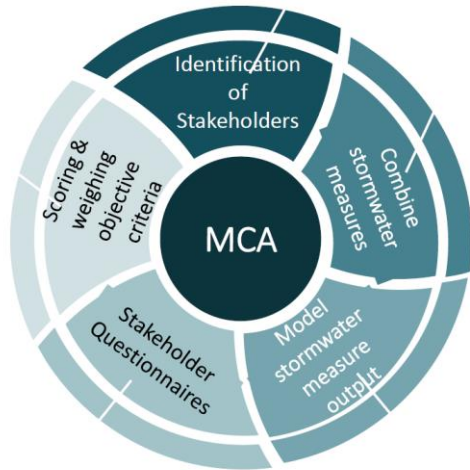
Domän	Kriterier- kategorier
Ekonomisk	Kostnader med rutiner för att ta bort smuts / undvika spridning
	Kostnader med dagvattenledning i närheten
	Störning av andra ekonomiska verksamheter i närheten
	Störning som omfattar andra kostnader
Social	Risk på olyckor i omgivning av byggplats pga. smutsighet på vägar
	Risk på olyckor pga. ökad trafik i omgivning pga. åtgärder
	Luftkvalité
	Andra relaterade aspekter till hälsa
	Rekreativsmöjligheter, samt påverka av landskap, estetik
Miljö	Spridning av smutsighet och föroreningar till miljö
	Klimat och luftkvalitet pga. förbrukning av drivmedel
Andra aspekter	Genomförbarhet och branschens avseende



Resultat: Automatisk tvätt av entreprenadfordons hjul vid byggen i urbana miljöer är en mycket hållbar lösning

Multikriteriebeslutsanalys (MKA) – Vitsippsbäcken

Syfte: Bedöma vilka åtgärder som är mest hållbara för att rena dagvattnet från Cu, Zn, P och N vid Vitsippsbäcken med en Web-HIPRE MKA modell



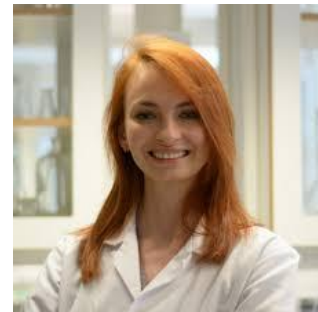
Resultat: Förslag på lösning för att reducera effekterna av föroreningar är en uppgradering av nuvarande fördröjningsdamm i kombination med biofilter. I väntan på ombyggnad: Ecovault avsättningsmagasin. Projektering av ny reningsanläggning för dagvatten är på gång.

Vägledning – Följande rekommendationer föreslås för att förhindra ytterligare spridning av föroreningar till stadsmiljön och dagvatten

- Gatusopning av de mest förorenade gatorna i stadsområden bör utföras mer frekvent.
- Gatusopningsmaskiner och sopningstekniker bör utvecklas vidare så att ännu mer och finare partiklar kan sopas upp.
- Frekvent gatusopning bör utföras i samband med byggnationer.
- Frekvent tvätt av fordon i stadsområden bör vara obligatoriskt, särskilt under vintern när utsläppen av avgaser och fordonsslitage är störst och mer innovativa tekniker för detta bör utvecklas.
- Installera snabba och effektiva biltvättsystem i kontrollerade och reglerade miljöer vid till exempel vägtullstationer eller bensinstationer. Innovationer efterlyses!
- Frekvent tvätt av hjul på fordon från byggarbetsplatser i stadsområden bör vara obligatoriskt och mer innovativa tekniker bör utvecklas.
- Det sista steget för behandling av starkt förorenat dagvatten måste innehålla sorptionsfilter för att effektivt avlägsna organiska miljögifter och särskilt organiska miljögifter i kolloidal form.
- Multikriteribeslutsanalys är en bra metod för att välja innovativa metoder och tekniker och kombinationer av tekniker för att rena dagvatten och val av hjultvättsstrategier.
- Läs mer i 1 doktorsavhandling, 6 vetenskapliga artiklar, 4 rapporter, 2 exjobb, 4 konferensbidrag.



Kommunikation – Vägledning!



TACK ALLA!



Diskussion

1. Hur kan vi gå vidare med implementering, spridning och nyttiggörande med målet att nå innovation inom:
 - gatusopning?
 - biltvätt?
 - hjultvätt på tunga fordon ?
 - sortpionsfilter för dagvattenrening?
2. Är hållbarhetsbedömningar som multikriteriebeslutsanalys den bästa metoden för att hitta de bästa och innovativa lösningarna rena vägdagvatten?
3. Hur kan vi ytterligare stimulera utveckling av innovativa lösningar för att lösa problemet med spridning av miljögifter från vägar till dagvatten utifrån resultaten i detta projekt?

**INFRA
SWEDEN**
2030



Vägledning - Publikationer inom ramen för projektet Innovativa och hållbara lösningar för att reducera förorening av vägar och vägdragvatten

1 Doktorsavhandling

Markiewicz A. (2020) **Colloidal Organic Pollutants in Road Runoff: Sources, Emissions and Effective Treatment Technologies**. PhD Thesis Chalmers University of Technology, Department of Architecture and Civil Engineering, ISBN 978-91-7905-335-2
https://research.chalmers.se/publication/518260/file/518260_Fulltext.pdf

6 Vetenskapliga artiklar

- Järleskog I., Strömvall A-M., Magnusson K., Galfi, H., Björklund K., Polukarova M., Garcia R, Markiewicz A., Aronsson M., Gustafsson M., Norin M., Blom L. and Andersson Sköld Y (2020) **Emissions of microplastic particles, metals and organic pollutants from traffic in an urban area under construction**. Under publication.
- Markiewicz, A., Björklund, K. and Strömvall A-M. (2020). **Emissions of Organic pollutants, metals, microplastics and nanoparticle from vehicles during rain and car wash simulations**. Under publication.
- Markiewicz, A., Strömvall A-M. and Björklund, K. (2020). **Alternative sorption filter materials effectively remove non-particulate organic pollutants from stormwater**. Science of The Total Environment 730,139059. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139059>
- Järleskog I., Strömvall A-M., Magnusson K., Gustafsson M., Andersson Sköld Y., Polukarova M., Galfi H. and Aronsson M. (2020). **Occurrence of tire and bitumen wear microplastics on urban streets and in sweepsand and washwater**. Science of The Total Environment 729, 138950. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138950>
- Polukarova M., Markiewicz A., Björklund K., Strömvall A-M., Galfi H., Andersson Sköld Y., Gustafsson M., Järleskog I. and Aronsson M. (2020). **Organic pollutants, nano- and microparticles in street sweeping road dust and washwater**. Environment International 135, pp 1 – 14. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105337>
- Markiewicz, A., Strömvall A-M., Björklund, K., Eriksson, E. (2019). **Generation of nano-and micro-sized organic pollutants emulsion in simulated road runoff**. Environment International 133A, 105140. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105140>

Vägledning - Publikationer inom ramen för projektet Innovativa och hållbara lösningar för att reducera förorening av vägar och vägdragvatten

4 Svenska rapporter

- Norin, M m fl (2019). **Att välja hjulvätts-rutin ur ett hållbarhetsperspektiv**. NCC Environmental Engineering/Mark- och Vattenmiljö. SBUF ID:13412
- Aronsson, M. m fl (2018). **Förekomst och spridning av mikroplast, gummi och asfaltspartiklar från vägtrafik** Dnr 2172/18. Trafikkontoret, Göteborgs Stad.
- Galfi, H. m fl (2020).. under publicering. **Mikropartiklar i trafikdagvatten – En sammanfattning av två utvecklingsprojekt i Göteborg. Kretslopp och Vatten Göteborgs stad**
- Strömwall, A-M. m fl (2020). **Innovativa och hållbara lösningar för att reducera förorening av vägar och vägdragvatten – En vägledning**. under publicering.

4 Konferensbidrag

- SETAC 2020. Strömwall, A-M. et al. **Characterisation and Transport of Tyre and Bitumen Microplastics and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Road Dust and Runoff**.
- NORDIVA 2019. Galfi, H. et al. **Microplastics and Other Anthropogenic Particles in Stormwater Runoff: Street Sweeping as a Reduction Measure**
- Linnaeus ECO-TECH 2018. Galfi H. et al. **Street Sweeping and its Effect on Stormwater Quality: Case Study Vitsippsbäcken**
- Linnaeus ECO-TECH 2018. Galfi, H. et al. **Microplastics in Stormwater Runoff: Case Study Vitsippsbäcken**

2 Masters thesis – Examensarbete

- Polo Ruiz de Arechavaleta, S. (2018) **Multi-Criteria Analysis of Sustainable Management Practices for Polluted Road Runoff Case Study in Vitsippsbäcken**, Gothenburg. Examensarbete 30hp Chalmers University of Technology, Department of Architecture and Civil Engineering ACEX30-18-85 <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/255673/255673.pdf>
- Polukarova, M. (2018). **Street Sweeping to Reduce Organic Pollutants Sorbed to Small Particles**. Examensarbete 60 hp Chalmers University of Technology, Department of Architecture and Civil Engineering. <https://hdl.handle.net/20.500.12380/256260>