

---

**Svenskt Vatten**

UTVECKLING

**Rapport**

Nr 2021-22

---

# Rening av mikroplast i dagvatten från motorväg

---

Utvärdering av en reningsanläggning vid E4-bron i Sundsvall

---

Katharina Lange

Godecke-Tobias Blecken

Kerstin Magnusson

Anna Maria Kullberg

Maria Viklander

---

# Svenskt Vatten

## UTVECKLING

---

Svenskt Vatten Utveckling (SVU) är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området.

Författarna är ensamt ansvariga för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten AB

POSTADRESS BOX 14057, 16714 Bromma

BESÖKSADRESS Gustavslundsvägen 12, 16751 Bromma

TELEFON 08-506 002 00

E-MAIL [svensktvatten@svensktvatten.se](mailto:svensktvatten@svensktvatten.se)

[www.svensktvatten.se](http://www.svensktvatten.se)

---

RAPPORTENS TITEL	Rening av mikroplast i dagvatten från motorväg. Utvärdering av en reningsanläggning vid E4-bron i Sundsvall
TITLE OF THE REPORT	Removal of rubber, bitumen and other microplastic particles from stormwater by a gross pollutant trap - bioretention treatment train
FÖRFATTARE	Katharina Lange och Godecke-Tobias Blecken, Luleå tekniska universitet, Kerstin Magnusson, IVL, Anna Maria Kullberg, MittSverige Vatten & Avfall MSVA, Maria Viklander, Luleå tekniska universitet
RAPPORTNUMMER	2021-22
ANTAL SIDOR	27
SAMMANDRAG	Dagvatten som rinner av från motorvägar kan innehålla höga halter mikroplast, bland annat partiklar från däck och bitumen. Dagvattnet behöver renas från mikroplasterna. Rapporten redovisar resultat från världens första studie av hur rening av mikroplaster från en högttrafikerad motorväg med dagvattenbiofilter skulle kunna gå till. Reningssystem med biofilter verkar ha effektiv reningsförmåga och vara en lovande teknik.
SUMMARY	Highway runoff can contain high concentrations of microplastics, inter alia tyre and bitumen particles. Thus, this stormwater should be treated. This report presents results from a study investigating stormwater bioretention for treatment of microplastics in stormwater from a highly trafficked motorway. The results indicate that the treatment train provides efficient removal and that bioretention may be a promising treatment technology for microplastics.
SÖKORD	Dagvatten, biofilter, växtbädd, försedimentering, mikroplast, däckpartiklar, bitumen, bräddning
KEYWORDS	Stormwater, biofilter, bioretention, pre-sedimentation, microplastics, tyre wear, bitumen, overflow
MÅLGRUPPER	VA-huvudmän, miljöförvaltningar, tillstånds- och tillsynsmyndigheter, forskare, konsulter, Trafikverket
RAPPORT	Finns att hämta hem som pdf från Vattenbokhandeln. <a href="https://vattenbokhandeln.svensktvatten.se/">https://vattenbokhandeln.svensktvatten.se/</a>
UTGIVNINGÅR	2021
UTGIVARE	© Svenskt Vatten AB
REFERENS	Lange K., Blecken G-T., Magnusson K., Kullberg A. M. och Viklander M. (2021). Rening av mikroplast i dagvatten från motorväg. Utvärdering av en reningsanläggning vid E4-bron i Sundsvall. SVU-rapport 2021-22. Stockholm, Svenskt Vatten.

### Om projektet

PROJEKTNUMMER	16-116 och 20-108
PROJEKTETS NAMN	Dagvattenbiofilter och Dag&Nät
PROJEKTETS FINANSIERING	Svenskt Vatten Utveckling, Formas (projekt 2016-20074), Vinnova (projekt 2018-00441 GrönNano och projekt 2016-05176 Drizzle)

---

# Förord

Denna rapport har möjliggjorts av forskningsklustret Dag&Nät. MSVA i Sundsvall har stött studien inom ramen för kommunens deltagande i Dag&Nät.

Själva studien som rapporten bygger på har finansierats som en del av forskningsprojekt som finansierats av Formas (projekt 2016-20074) och Vinnova (GrönNano 3, 2018-00441, och DRIZZLE, 2016-05176).

Författarna tackar personalen hos MSVA i Sundsvall för deras stöd under fältarbetet vid anläggningen. Vi vill också tacka Kerstin Nordqvist och Heléne Österlund vid Luleå tekniska universitet för kommentarer om studien.

Denna rapport baseras på artikeln *Removal of rubber, bitumen and other microplastic particles from stormwater by a gross pollutant trap – bioretention treatment train*, som har publicerats i den vetenskapliga tidskriften Water Research (Lange m fl., 2021).

Luleå, oktober 2021

Författarna

---

# Innehåll

Förord .....	2
Sammanfattning .....	4
Summary .....	5
<b>1 Bakgrund .....</b>	<b>6</b>
1.1 Mikroplast i dagvatten .....	6
1.2 Rening av mikroplast i dagvatten .....	6
1.3 Dagvattenbiofilter .....	6
1.4 Sandfilter .....	7
<b>2 Syfte .....</b>	<b>8</b>
<b>3 Metodik .....</b>	<b>9</b>
3.1 Platsbeskrivning .....	9
3.2 Försöksupställning och provtagning .....	11
3.3 Mikroplastanalyser .....	13
3.4 Dataanalyser .....	15
<b>4 Resultat .....</b>	<b>16</b>
4.1 Förekomst och koncentrationer av mikroplast i motorvägsavrinning .....	16
4.2 Mikroplastavskiljning i dagvattenreningsanläggningen .....	18
<b>5 Diskussion .....</b>	<b>21</b>
5.1 Mikroplastpartiklar i motorvägsavrinning .....	21
5.2 Dagvattenreningssystemets inverkan på mikroplastpartikelkoncentration och avskiljning .....	22
5.3 Betydelse av bräddning vid höga flöden .....	23
5.4 Recipientpåverkan .....	23
<b>6 Vidare forskning och utveckling .....</b>	<b>24</b>
<b>7 Slutsatser .....</b>	<b>25</b>
Referenser .....	26

---

# Sammanfattning

**Dagvatten som rinner av från motorvägar kan innehålla höga halter mikroplast, bland annat partiklar från däck och bitumen. Dagvattnet behöver renas från mikroplasterna. Rapporten redovisar resultat från världens första studie av hur rening av mikroplaster från en högtrafikerad motorväg med dagvattenbiofilter skulle kunna gå till. Reningssystem med biofilter verkar ha effektiv reningsförmåga och vara en lovande teknik.**

Samhällets investeringar i dagvattenreningsanläggningar ökar, och då är det viktigt att man satsar på anläggningar som verkligen fungerar. Hittills har det bara gjorts två studier i världen av mikroplastrening i dagvattenbiofilter, och det har då gällt dagvatten från lågtrafikerade gator och parkeringsplatser. Den studie som rapporten bygger på har utförts i en reningsanläggning vid foten av den högtrafikerade Sundsvallsbron på E4:an. Rapporten har tagits fram inom forskningsklustret Dag&Nät.

Anläggningen vid Sundsvallsbron består av två olika reningssystem som startar med en gemensam försedimenteringskammare och därefter följs av antingen en växtbevuxen biofiltersektion (växtbädd) eller ett sandfilter utan växter. I samband med nio regntillfällen togs flödesproportionella blandprover från motorvägsavrinningen, från utflödet från försedimenteringen och från de två parallella filtren.

Studien har undersökt förekomsten av olika typer av mikroplast i motorvägsavrinningen och effektiviteten hos de två reningssystemen. Partiklar från gummi, bitumen (asfalt) och övrig mikroplast hittades främst i storleksintervallet 0,1–0,3 mm. Andelen (däck)gummi och bitumen var hög. Med övrig mikroplast menas i rapporten partiklar från plastfibrer, plastfragment och färgpartiklar.

Båda filtren avlägsnade effektivt alla typer av mikroplastpartiklar i storleken 0,1–0,3 mm. Försedimenteringskammaren bidrog inte till rening, något som delvis kan förklaras med att många mikroplastpartiklar har en densitet som ligger i närheten av vattnets, och därför blir avskiljning genom sedimentering mindre effektiv.

Slutsatsen från studien är att biofiltersystem avskiljer över 70 procent av mikroplasterna och därmed har tillräcklig reningsförmåga. Både sandfiltret och det växtbevuxna biofiltret uppvisade effektiv rening av gummi- och bitumenpartiklar. Enda skillnaden mellan de två sektionerna var att övriga mikroplastpartiklar avskildes sämre i filtret utan växter. Höga dagvattenflöden som leder till bräddning kan bidra till utsläpp av mikroplaster till recipienten. Sådana utsläpp kan inte undvikas från dagvattenreningsanläggningar, men bör minimeras så långt det går.

Vidare forskning behövs bland annat för att förstå långtidfunktion och ackumulering av mikroplast i filtermaterialet. Men resultaten från studien indikerar att avskiljning i biofilter är effektiv och att detta är en lovande teknik för rening av mikroplast i dagvatten. Sedimentering verkar däremot vara mindre effektiv.

---

# Summary

Anthropogenic microparticles (bitumen, rubber/tyre wear, microplastic) in stormwater pose significant threats to the environment. Thus, microplastics treatment is needed; however, studies investigating this are largely lacking.

Thus, this study investigated occurrence and concentrations of different types of microplastics in highway runoff and how effective a stormwater treatment train was at removing rubber, bitumen and other microplastics (incl. fibers, fragments, and paint particles) in the 100-300  $\mu\text{m}$  and  $>300 \mu\text{m}$  size fractions from highway runoff. The two treatment trains comprise a gross pollutant trap (GPT) followed by either a vegetated bioretention cell or non-vegetated sand filter. Flow-proportional composite samples were taken from the highway runoff, GPT outflow and the outflow from the two parallel filters during nine rain events to determine overall treatment performance, as well as the performance of individual system components.

The identified rubber, bitumen and other microplastic particles mainly represented the 100-300  $\mu\text{m}$  fraction and included high ratios of rubber (30%) and bitumen (60%).

Overall, the treatment train efficiently removed rubber, bitumen and other microplastic particles in the 100-300  $\mu\text{m}$  size fraction from the stormwater. The filter cells accounted for a major share of this removal, as the GPT did not reduce microplastic particle concentrations. This observation is likely explained by the fact that the many microplastic particles have a density close to the density of water and thus removal by sedimentation is decreased.

Although further research is needed the results indicate that bioretention is an efficient treatment technique targeting microplastics in stormwater. In contrast, (pre-) sedimentation seems to be less efficient.

---

# 1 Bakgrund

## 1.1 Mikroplast i dagvatten

Mikroplaster kan orsaka skada både på mark- och vattenmiljö. Förutom atmosfärisk deposition samt avloppsvatten från industri och hushåll, har dagvatten (i synnerhet vägavrinning) konstaterats vara en transportväg för mikroplast till recipientmiljön (t.ex. Kole m.fl. 2017, Unice m.fl. 2019). Viktiga mikroplastkällor är t.ex. däck-, broms- och vägslitage samt vägfärg (termoplastisk massa, kallplast) (Wagner m.fl. 2018, Vijayan m.fl. 2019, Järllskog m.fl. 2020). Trots att det finns en del kunskap om förekomst av mikroplast i dagvatten är antalet publicerade studier mycket lägre än för andra föroreningar som metaller, näringsämnen mm. De studier som genomförts av Gilbreath m.fl. (2019) och Järllskog m.fl. (2020) har gemensamt att forskarna undersökte ett begränsat antal regntillfällen (tre respektive fem tillfällen). Piñon-Colin m.fl. (2020) utvärderade sju regntillfällen men använde sig av stickprov, vilket ger icke-representativa data som inte går att jämföra med andra studier. För att få ett helhetsperspektiv är det därför viktigt att det görs fler studier som undersöker olika typer av avrinning

I denna rapport benämns partiklar från däckslitage, bitumen, plastfibrer, plastfragment samt färgpartiklar under uttrycket mikroplast (som föreslagits av Hartmann m.fl., 2019). Däckpartiklar (i.e. gummipartiklar) och bitumen har analyserats var för sig. Resterande mikroplasttyper sammanfattas under begreppet ”Övriga mikroplastpartiklar” eller ”Övrig mikroplast”.

## 1.2 Rening av mikroplast i dagvatten

Trots relevansen av mikroplastföroreningar från dagvatten, finns det ytterst få studier om rening av mikroplast i dagvatten. Ett fåtal studier har undersökt mikroplast i sedimentationsanläggningar som dammar (Liu, Vianello m.fl. 2019, Liu, Olesen m.fl. 2019 samt Olesen m.fl. 2019) och flytande våtmarker (Ziajahromi m.fl. 2020). Dessa studier har dock inte undersökt reningseffekten under ett upprepat antal regntillfällen utan fokuserad på förekomst av mikroplast i sedimentet och vattenfasen. Trots att viss mikroplast kan avlägsnas genom sedimentation, indikerar förekomsten av dessa partiklar i reningsdammarnas vattenfas att ytterligare rening behövs (Liu, Vianello m.fl. 2019, Liu, Olesen m.fl. 2019 samt Olesen m.fl. 2019). En anledning till att enbart sedimentation inte är tillräckligt för att effektivt avlägsna mikroplast är den ofta relativt låga densitet hos flera typer av plastmaterial (Unice m.fl. 2019, Kooi och Koelmans 2019). Polyeten- (PE) och polypropenpartiklar (PP) tenderar att flyta, medan t.ex. polystyren- (PS) eller poly(metyl 2-metylpropenoatpartiklar) (PMMA), har en högre densitet och kan sjunka till botten. Risken finns dock att de resuspenderas vid efterföljande regntillfällen, speciellt vid kraftiga skyfall.

## 1.3 Dagvattenbiofilter

Biofilter för dagvatten kan vara ett lämpligt alternativ för mikroplastrening. Biofiltersystem tar effektivt bort partikelföroreningar (t.ex. suspenderade fasta partiklar, metallpartiklar och partikelrelaterade polycykliska aromatiska kolväten (PAH) via filtrering genom ett filtermaterial (t.ex. Blecken m.fl. 2016)). Det finns dock i dagsläget endast två studier som har undersökt hur effektiva biofilter är när det gäller rening av mikroplast (Gilbreath m.fl. 2019; Smyth m.fl. 2021). Resultat från dessa tyder på en



---

bra reningsförmåga avseende mikroplastpartiklar i storleken >100 µm. Studierna har dock sina begränsningar. En av dem undersökte bara tre regntillfällen och ingen av dem utvärderade avrinning från högtrafikerade vägar vilka sannolikt innehåller högre halter mikroplast. Ytterligare studier behövs alltså för att kunna dra allmängiltiga slutsatser.

I regel är biofilter utrustade med ett försedimenteringssteg för att minska sedimenttillförsel till filterytan. Eftersom vanligt förekommande polymerer som PE och PP har en densitet som är lägre än vatten (Klöckner m.fl. 2019) var vår hypotes att man inte kan förvänta sig att dessa skulle påverkas i någon större utsträckning av försedimenteringen. Dessutom är försedimenteringssteget före biofiltersystemet ganska litet till storleken jämfört med t.ex. en dagvattendamm.

Eftersom biofiltersystem har begränsad infiltrations/magasinkapacitet, bräddas orenat vatten när systemet utsätts för höga flöden (Blecken, 2016). Detta kan påverka den sammantagna reningen av mikroplastpartiklar vilka i allmänhet har lägre densitet än t.ex. mineralpartiklar och därefter uppvisar långsammare sedimenteringstakt (Unice m.fl. 2019). På så sätt kan partiklar som antingen är suspenderade i dagvattnet eller som resuspenderas efter att tidigare ha ansamlats på filtrets ovansida släpps ut vid bräddning. Denna eventuella risk har inte utvärderats i dagsläget.

## 1.4 Sandfilter

På samma sätt som växtbevuxna biofilter, har icke-växtbevuxna grus-/sandfilter stora möjligheter att avskilja suspenderade fasta ämnen (förkortat TSS, eng: *Total suspended solids*) och (partikelbundna) andra föroreningar (Blecken, 2016), och borde således också kunna användas för avskiljning av mikroplast. Reningen av mikroplast i biofiltersystem kan emellertid påverkas bl.a. av beväxning, något som tidigare har iakttagits när det gäller TSS och metallpartiklar (Lange m.fl. 2020). En jämförelse av växtbevuxna och icke-växtbevuxna system skulle följaktligen förklara hur beväxningen påverkar reningsresultatet och vilken reningspotential sand-/grusfilter har för dagvattenrening.

---

## 2 Syfte

Syftet med denna studie var att

- undersöka förekomst och halter av mikroplast i motorvägsavrinning,
- fastställa huruvida ett dagvattenreningsystem bestående av en försedimenteringskammare med bräddavlopp i kombination med antingen (i) ett växtbevuxet biofiltersystem eller (ii) ett icke-växtbevuxet sandfilter (Figur 3.1), kan avskilja dessa mikroplaster.

Mätningar utfördes på ett sådant sätt att de olika delkomponenterna i dagvattenreningsystemet kunde utvärderas var för sig.

Undersökningen bygger på följande hypoteser:

- det förekommer signifikanta mängder mikroplast i vägavrinningen, främst däckpartiklar
- filtren, snarare än försedimenteringskammaren, minskar mikroplastkoncentrationerna i dagvattnet, och
- sandfiltret och det växtbevuxna biofiltersystemet kommer att uppvisa jämförbara resultat när det gäller borttagningen av dessa partiklar.

---

# 3 Metodik

## 3.1 Platsbeskrivning

Dagvattenreningsanläggningen tar hand om avrinningen från ett avrinningsområde på 4,7 ha, varav 1,9 ha utgörs av motorvägsbron (E4) i Sundsvall, med en medeltrafik om 13 250 fordon om dagen (2019), samt en motorvägsavfart.



**Figur 3.1**  
Anläggningen i Sundsvall med två växtbevuxna sektioner och ett icke-växtbevuxet sandfilter i mitten. E4-bron syns i bakgrunden.



Dagvattenreningsanläggningen består av en försedimenteringskammare som är ansluten antingen till (i) ett efterföljande biofiltersystem eller (ii) ett icke-växtbevuxet sandfiltersystem. Dagvattnet kommer in i en försedimenteringskammare genom ett horisontellt nedsänkt rör (dvs. rörets överdel ligger under vattennivån, SW i Figur 3.6). Från försedimenteringen (GPT i Figur 3.6) leds vattnet till filtren nedströms. De undersökta sektionerna i det efterföljande filtersystemet har en sammanlagd yta av 470 m<sup>2</sup> och består av en växtbevuxen biofiltercell (F1 i Figur 3.6) och en icke-växtbevuxen sandfiltercell (F2 i Figur 3.6). Dessa filterceller avdelas av ett nedsänkt membran av EPDM-gummi. Ett sådant membran skulle kunna vara en eventuell mikroplastkälla. Slitage av plast

---

under markytan anses emellertid i allmänhet vara lågt (Bläsing och Amelung 2018). En tredje cell (högra filtret i Figur 3.1) ingick inte i denna studie. I början av provtagningen hade dagvattenreningsanläggningen varit i bruk i ett år och fyra månader.

Biofiltersystemet utformades i enlighet med rekommendationer från DWA, den tyska föreningen för vatten, avlopp och avfall (DWA, 2005), och består av ett 0,5 m djupt sandbaserat material (mediandiameter  $D_{50}=0,77$ , graderingstal  $C_u=0,27$ ).

Under ett regntillfälle, sprids vattnet jämnt över filtercellerna genom spridarledningar på filterytan (Figur 3.2 och Figur 3.3).



**Figur 3.2**

Spridarledningar på det växtbevuxna och icke-växtbevuxna filtret.



**Figur 3.3**

Vattentillförsel på filtren genom spridarledningarna.

---

Under ett regntillfälle har vattnet möjlighet att tillfälligt magasineras på filterytan (Figur 3.4). Vattnet kan stiga till en maxhöjd av en meter. Om regntillfället skulle överstiga konstruktionens kapacitet, bräddas dagvattnet över försedimenteringskammarens överfallsvärn och släpps orenat ut till recipienten (OP i Figur 3.6).



**Figur 3.4**  
Tillfällig magasinering på filterytan efter regn.



### 3.2 Försöksupställning och provtagning

Volymproportionella blandvattenprover togs i samband med nio regntillfällen med olika karaktär (Tabell 3.1) under hösten 2019 och våren/sommaren 2020. Provtagning gjordes med hjälp av automatiska provtagare (ISCO6712, Figur 3.5) och 25 l vita vattenbehållare av HDPE-plast (inga partiklar från behållarna upptäcktes i några prover).



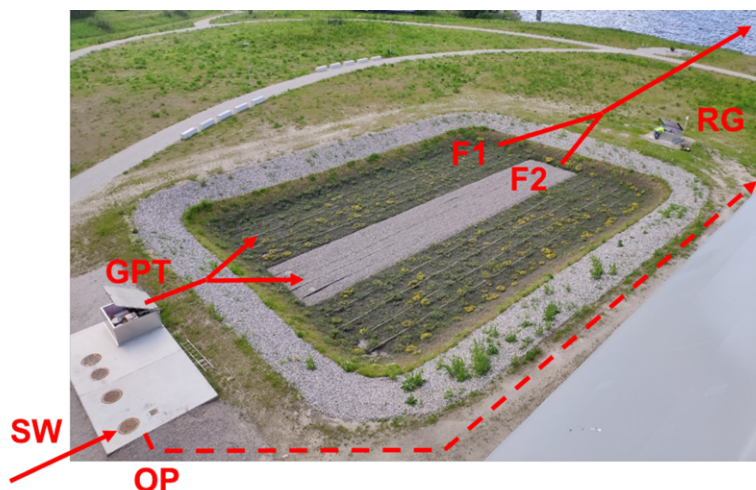
**Figur 3.5**

Automatiska provtagare och elektromagnetiska flödesmätare vid filtrens utlopp.

De provtagna regntillfällena omfattar regn med olika karaktär. Intensiteten varierade mellan 0,9 och 8,8 mm/tim samt regnvolymer mellan 6,2 och 23,6 mm. Således anses de vara representativa för olika typer av regn. Regntillfällen på mindre än 5 mm kunde inte provtas eftersom de inte resulterade i ett tillräckligt flöde i reningsanläggningen.

Provvolymer varierade från 1,8 till 20 l. Sådana variationer är ofrånkomliga när man tar flödesproportionella prover eftersom varken nederbörd eller utflöde från filtret exakt kan förutses när man programmerar den automatiska provtagaren. De varierande volymerna bedöms inte ha haft någon påverkan på resultaten.

Proverna togs vid fem olika punkter – från dagvatteninflödet (förkortat SW, eng: *stormwater*, Figur 3.6), från utflödet från försedimenteringskammaren vilket motsvarar inflödet till filtren (förkortat GPT, eng: *gross pollutant trap*, Figur 3.6), och från utflödet från den växtbevuxna biofiltercellen (förkortad F1, Figur 3.6) samt den icke-växtbevuxna filtercellen (förkortad F2, Figur 3.6). Vid regntillfälle nr 1, 2 och 9, togs prov från ytvattnet (0-5 cm) i den del av sedimenteringskammaren som låg nära bräddavloppet för att undersöka kvalitén av vattnet som skulle bräddas (förkortat OP, eng: *overflow pit*, Figur 3.6).



**Figur 3.6**

Översiktsbild av reningsanläggningen. SW: dagvatteninflöde till försedimenteringskammaren. GPT: utflöde från försedimenteringskammaren/inflöde till biofiltersystemet. F1: växtbevuxen biofiltercell. F2: icke-växtbevuxen biofiltercell. OP: bräddavlopp/översvämning när systemet tar emot höga inflöden. RG: regnmätare.

Regndata samlades in med en regnmätare (ISCO 674) som installerades på 2,5 m höjd vid provtagningsplatsen (RG, eng: *rain gauge*, i Figur 3.6). På grund av att denna regnmätare krånglade vid regn nr 9, samlades data från denna regnhändelse in från en väderstation i närheten av bron på norra sidan Sundsvallsfjärden.

Flödet från försedimenteringskammaren till filtret styrdes av ventiler som öppnades när vattennivån i kammaren nådde upp till maxnivån. Efter att ha släppt ut en viss vattenvolym till filtret, stängdes ventilerna igen. Dessa pulser loggades och användes för att sätta i gång provtagarna SW och GPT samt för att beräkna dagvatteninflödet och utflödet från denna kammare. Utflödet från F1 och F2 mättes med elektromagnetiska flödesmätare inne i biofiltersystemets utloppsledning. Utflödesprovtagarna styrdes av dessa flödesmätare.

Regntillfälle	Datum för regnstart	Karakteristik för regntillfällena				Utflödeskaraktäristik			
		Regntillfällets varaktighet [h]	Djup [mm]	Största intensitet [mm/h]	ADD	F1 Högsta flöde [l/s]	F1 Volym [m <sup>3</sup> ]	F2 Högsta flöde [l/s]	F2 Volym [m <sup>3</sup> ]
1	2019-10-09	7	20,5	5,1	5	7,2	200	10	350
2	2019-11-11	16	9	1,6	15	0,89	36	3,5	140
3	2019-11-16	15	9,6	1,6	4	1,6	77	5,2	230
4	2019-11-21	23	7,5	0,9	2	0,3	26	1	54
5	2019-12-13	45	23,6	1,5	1	3,7	290	9,6	790
6	2020-05-01	21	23,6	3,3	16	6,1	350	10	590
7	2020-05-08	11	6,2	1,1	5	1,3	56	3,7	140
8	2020-06-06	22	7,2	1,8	3	3,2	81	4,5	92
9 <sup>A</sup>	2020-06-17	3	12,4	8,8	8	7,9	140	6,7	140

<sup>A</sup> Provtagningen omfattade bara 117 m<sup>3</sup> (F1) och 126 m<sup>3</sup> (F2) av den totala utflödesvolymen på 140 m<sup>3</sup>.

### 3.3 Mikroplastanalyser

#### 3.3.1 Behandling av vattenprover

Omedelbart innan analysen skakades behållarna med dagvatten om för att suspendera partiklarna. Därefter filtrerades allt vatten genom rena nylonfilter (maskstorlek 300 och 100 µm) som monterades i en rostfri filterhållare. Vakuumsug användes inte. En diameter på 5 mm valdes för den övre mikroplastpartikelstorleksgränsen utifrån rekommendationer från FN:s gemensamma grupp av vetenskapsexperter på marint miljöskydd (GESAMP 2019). Filtren placerades därefter i individuella petriskålar. Filter med liten andel organiskt och minerogent material analyserades utan förbehandling. Filter där mängden sådant material störde analysen behandlades först med enzymer för att avlägsna annat organiskt material än mikroplastpartiklar och därefter densitetsseparerades med en mättad lösning av NaI (>1,85 g cm<sup>-3</sup>) för att skilja de lättare mikroplastpartiklarna från de tyngre mineralpartiklarna (Järskog m.fl. 2020). Dessa behandlingar krävdes för några av filtren med 100 µm maskstorlek. Enzymsteget innebar att filtren behandlades med pankreasenzymer (Creon® 40,000, Abbott Laboratories GmbH, Hannover, Tyskland) vid pH 8,0 och 37°C i 24 timmar (von Friesen m.fl. 2019). Denna metod har inte visat sig ha några skadliga effekter på plastpolymerer (von Friesen m.fl. 2019). Efter enzymbehandlingen, rengjordes filtren noga med MilliQ-vatten för att avlägsna de upplösta organiska ämnena. Filter som inte krävde ytterligare behandling placerades i en petriskål fram till analysen, medan de filter som fortfarande innehöll för mycket minerogent material behandlades vidare i ett densitetsseparationssteg. I detta steg sköljdes allt material på de enzymbehandlade filtren ut i en 1-liters glasseparertratt med mättad NaI-lösning. Ytterligare NaI-lösning (~500 ml) tillsattes i

**Tabell 3.1**

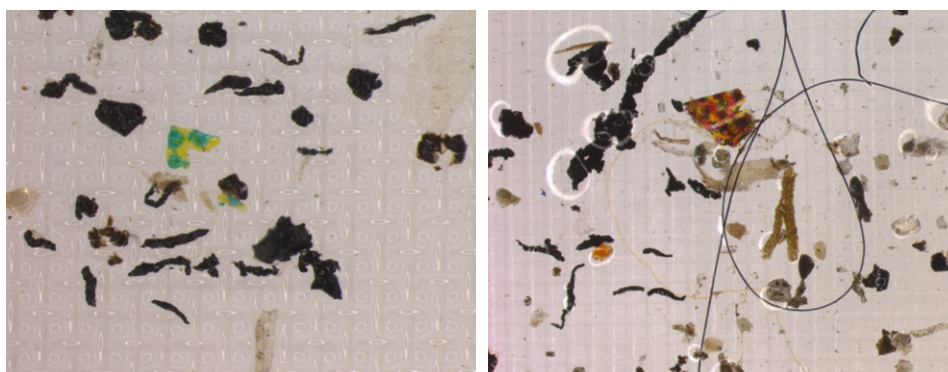
Regntillfällena och utflödeskaraktäristik (ADD = föregående torra dagar, F1 = växtbevuxen filtersektion, F2 = icke-växtbevuxen sandfiltersektion)

---

tratten som sedan skakades om kraftigt i flera minuter för att separera gummi, bitumen och mikroplast från de tyngre mineralpartiklarna. Trattens innerväggar rengjordes noggrant med NaI för att skölja bort alla partiklar och den fick sedan stå tills separationen mellan lättare partiklar, vilka flyter upp till ytan, och tyngre, vilka sjunker till botten, var avslutad och lösningen hade klarnat. Separationen slutfördes inom 12–24 timmar. Det tunga bottenlagret som innehöll de naturliga mineralpartiklarna avlägsnades genom att öppna en ventil i botten av tratten. Resten av NaI-lösningen hölls ut över ett 100 µm filter. Tratten rengjordes flera gånger med NaI-lösning och varje omgång hölls över filtret. Slutligen rengjordes filtret med MilliQ och lades i en petriskål före analys.

### 3.3.2 Analyser av mikroplastpartiklarna

Gummi-, bitumen- och Övriga mikroplastpartiklar analyserades med ett stereomikroskop (Leica M205 C 80–160×, Wetzlar, Tyskland) (Figur 3.7). Detta anses vara en tillförlitlig analysmetod när det gäller partiklar med en storlek av >50–100 µm förutsatt att analysen genomförs av erfaren personal, vilket var fallet i denna studie.



**Figur 3.7**

Mikroplastpartiklar under stereomikroskop.

De undersökta partiklarna delades upp i fem kategorier beroende på material och form – däckslitage, bitumen, plastfibrer, plastfragment och färgpartiklar. Partiklar från däckslitage kommer härnäst att kallas gummipartiklar, medan partiklar som härrör från bitumen kallas bitumenpartiklar. Plastfibrer, plastfragment och färgpartiklar kommer att sammanfattas under begreppet ”Övriga mikroplastpartiklar”.

Typ och antal partiklar fastställdes genom visuell analys i kombination med taktill och smälttester. Taktill analys gjordes med pincett för att skilja gummipartiklarnas elastiska struktur från den tjärliknande bitumen (för ytterligare information, se Järllskog m.fl. 2020). Denna taktilla identifiering lämpar sig också för att skilja mellan mineralpartiklar med deras hårda och ogenomträngliga yta och de alltid betydligt mjukare plastpartiklarna. Plastfibrer särskiljs från icke-syntetiska fibrer (bomull, cellulosa) genom den jämna ytan, de rundade kanterna och den styva strukturen (Magnusson och Wahlberg 2014). Vid behov genomfördes ett smältprov för att bekräfta huruvida partikeln eller fibern smälte, något som är karakteristiskt för plast.

Förebyggande åtgärder har vidtagits för att minimera eventuell kontaminering av proverna vid hanteringen. Två olika blankprov ingick i analysen. Den första typen omfattade hela processen från provtagning till analys av vattnet (fältblankprov), medan den andra typen bara omfattade de steg som genomfördes i laboratoriet (laboratorieblankprov).

## 3.4 Dataanalyser

När inga mikroplastpartiklar påträffades i ett prov, rapporterades detta ligga under en detektionsgräns. Dessa detektionsgränser beräknades genom att dividera det minsta antalet plastpartiklar som kan påträffas i ett prov (dvs. 1) med provvolymen (Tabell



3.2). Detektionsgränsen uttrycker således mikroplastanalysens känslighet och varierar beroende på volymen på respektive prov. För statistiska beräkningar användes halva detektionsgränsen.

Partikelstorlek	Regntillfälle	Volym					Detektionsgräns				
		SW	GPT	F1	F2	OP	SW	GPT	F1	F2	OP
100-300 µm	1	7,3	8,3	6,7	11,0	4,5	0,14	0,12	0,15	0,09	0,22
	2	12,3	12,6	1,8	7,5	4	0,08	0,08	0,56	0,13	0,25
	3	14,4	13,7	8,9	13,7		0,07	0,07	0,11	0,07	
	4	2,6	2,7		2,7		0,38	0,37		0,38	
	5	13,0	12,5	6,2	15,3		0,08	0,08	0,16	0,07	
	6	11,1	11,0	5,8	10,4		0,09	0,09	0,17	0,10	
	7	3,3	4,3	10,5	7,8		0,31	0,24	0,10	0,13	
	8	2,1	2,1	5,4	3,5		0,48	0,48	0,19	0,29	
	9	5,2	5,1	20,0	11,1	10,5	0,19	0,20	0,05	0,09	0,10
>300 µm	1	7,3	8,3	6,7	11,0	10,4	0,14	0,12	0,15	0,09	0,10
	2	12,3	12,6	1,8	7,5	4	0,08	0,08	0,56	0,13	0,25
	3	14,4	13,7	8,9	13,7		0,07	0,07	0,11	0,07	
	4	2,6	2,7		2,7		0,38	0,37		0,38	
	5	13,0	12,5	6,2	15,3		0,08	0,08	0,16	0,07	
	6	11,1	11,5	5,8	10,4		0,09	0,09	0,17	0,10	
	7	3,3	4,3	10,5	7,8		0,31	0,24	0,10	0,13	
	8	2,1	2,1	5,4	3,5		0,48	0,48	0,19	0,29	
	9	5,2	5,1	20,0	11,1	10,5	0,19	0,20	0,05	0,09	0,10

Wilcoxon's teckenrangtest genomfördes för att fastställa statistiskt signifikanta skillnader mellan komponenterna i det studerade dagvattenreningsystemet. Mann-Whitneytestet användes för att fastställa huruvida de växtbevuxna filtren och sandfiltren markant skilde sig åt ifråga om reningskapacitet. Spearman's *rankkorrelation* beräknades för att fastställa huruvida någonting i regnkaraktistiken korrelerade till mikroplastkoncentrationerna i dagvattnet. Tröskeln för statistisk signifikans fastställdes till  $p < 0,05$  och samtliga tester genomfördes med Minitab© (version 17.2.1, Minitab, State College, PA).

**Tabell 3.2**  
Provolym i liter (l) och  
detektionsgräns i partiklar/l.

---

## 4 Resultat

### 4.1 Förekomst och koncentrationer av mikroplast i motorvägsavrinning

Koncentrationerna av gummi, bitumen och Övriga mikroplastpartiklar i dagvattnet var avsevärt högre bland partiklar i storleken 100–300 µm än i storleken >300 µm. Samtliga kategorier av partiklar detekterades vid samtliga regntillfällen, förutom för regntillfälle nr 4 och 7, där inga gummi- eller bitumenpartiklar påträffades (Tabell 4.1). Koncentrationerna av partiklar varierade markant mellan de provtagna regntillfällena. Till exempel varierade gummipartiklarna mellan <0,31 och 740 partiklar/l och bitumenpartiklarna mellan <0,31 och 870 partiklar/l (Tabell 4.1, Figur 4.1). Lägre koncentrationer, liksom mindre variationer mellan regntillfällena, konstaterades för Övriga mikroplastpartiklar (<0,38–6,2 partiklar/l, Tabell 4.1, Figur 4.1). Inflödeskoncentrationerna av gummi, bitumen och Övriga mikroplastpartiklar i storleken 100–300 µm var korrelerade till varandra (gummi och bitumen: Spearmans korrelation= 0,933,  $p < 0,001$ , gummi och övrig mikroplast: Spearmans korrelation= 0,667,  $p = 0,050$ , bitumen och övrig mikroplast: Spearmans korrelation = 0,700,  $p = 0,036$ ). De högsta gummi- och bitumenkoncentrationerna detekterades vid regntillfällen nr 1 och 9, vilka också uppvisade den högsta regnintensiteten (Tabell 3.1, Tabell 4.1; högsta intensitet jämfört med gummi: Spearmans korrelation = 0,770,  $p = 0,015$ ; högsta intensitet jämfört med bitumen: Spearmans korrelation = 0,678,  $p = 0,045$ ). De iaktagna koncentrationerna av Övriga mikroplastpartiklar var inte korrelerade med regnintensiteten (Spearmans korrelation = 0,452,  $p = 0,222$ ).

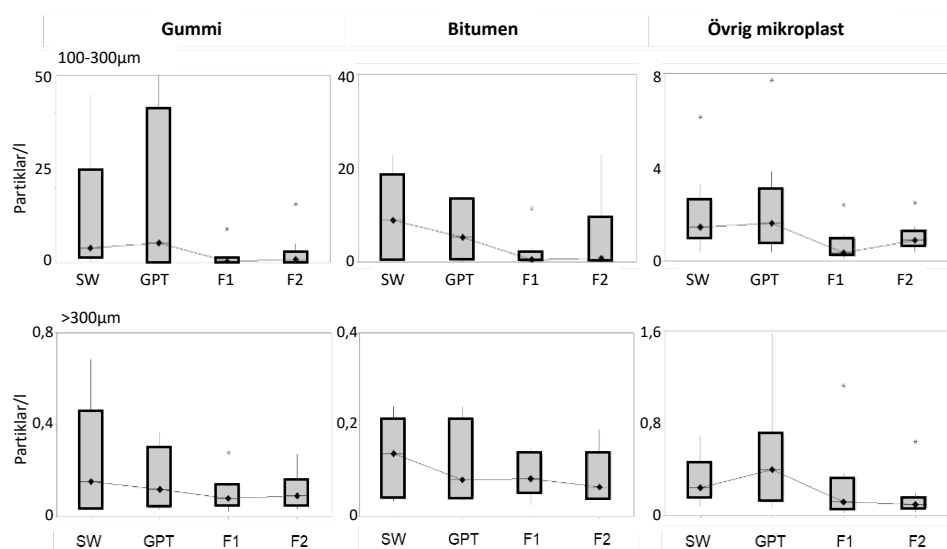
Gummi- och bitumenpartiklar i storleken >300 µm påträffades bara i samband med regntillfälle nr 1 och 9 (Tabell 4.1), vilka utgjorde de regntillfällen som hade den högsta intensiteten (Tabell 3.1). Koncentrationen av Övriga mikroplastpartiklar i storleken >300 µm var betydligt lägre än i storleken 100–300 µm.

Storlek	Regntillfälle	Gummi					Bitumen					Övriga mikroplastpartiklar					Sammanlagt antal plastpartiklar				
		SW	GPT	F1	F2	OP	SW	GPT	F1	F2	OP	SW	GTP	F1	F2	OP	SW	GPT	F1	F2	OP
100-300 µm	1	45	75	1,6	5,0	20	23	13	2,7	17	2,4	0,96	1,2	2,4	1,2	1,1	69	89	6,7	23	24
	2	4,6	8,0	9,0	1,1	1,8	9,1	14	11	2,0	3,8	3,25	1,7	1,1	1,5	2	17	24	21	4,5	7,5
	3	2,7	5,2	0,11	0,15		8,9	5,3	1,5	0,22		1,8	1,6	0,34	0,66		13	12	1,9	1,0	
	4	<0,38	<0,37		0,38		<0,38	0,74		<0,38		0,38	0,37		0,75		0,38	1,1		1,1	
	5	4,4	6,0	<0,16	0,92		14	12	<0,16	1,05		1,9	2,3	0,32	2,5		20	20	0,32	4,4	
	6	3,9	<0,09	0,87	0,87		4,7	<0,09	0,52	0,68		1	0,82	0,35	0,87		9,6	0,82	1,7	2,4	
	7	<0,31	0,47	<0,10	0,26		<0,31	<0,24	<0,10	0,64		0,92	0,71	0,1	0,64		0,92	1,2	0,1	1,5	
	8	3,3	<0,48	<0,19	<0,29		0,48	0,48	<0,19	<0,29		1,4	3,8	0,19	0,86		5,2	4,3	0,19	0,86	
	9	740	500	0,40	16	99	870	61	0,40	23	260	6,2	7,7	0,2	0,36	7,2	1624	573	1,0	39	364
	Median	3,9	5,2	0,3	0,87	20	8,9	5,3	0,46	0,68	3,8	1,4	1,6	0,33	0,86	2	13	12	1,4	2,4	24
	Min	<0,31	<0,09	<0,10	<0,29	1,8	<0,31	<0,09	<0,10	<0,29	2,4	0,38	0,37	0,1	0,36	1,1	0,38	0,82	0,1	0,86	7,5
	Max	740	500	9	16	99	870	61	11	23	260	6,2	7,7	2,4	2,5	7,2	1624	573	21	39	364
>300 µm	1	0,68	0,12	0,15	0,09	0,87	0,14	<0,12	0,15	0,09	0,1	0,69	0,12	0,2	0,64	0,96	1,5	0,24	0,45	0,82	1,9
	2	<0,08	<0,08	<0,56	<0,13	0,5	<0,08	<0,08	0,56	0,13	0,25	0,081	0,40	1,1	<0,13	0,75	0,081	0,40	1,7	0,13	1,5
	3	<0,07	<0,07	<0,11	<0,07		<0,07	<0,07	<0,11	<0,07		0,28	0,073	<0,11	0,07		0,28	0,073	<0,11	0,073	
	4	<0,38	0,37		<0,38		<0,38	<0,37		<0,38		<0,38	0,37		<0,38		<0,38	0,74		<0,38	
	5	<0,08	0,08	<0,16	<0,07		<0,08	0,08	<0,16	<0,07		0,54	0,72	0,16	<0,07		0,54	0,88	0,16	<0,07	
	6	<0,09	<0,09	<0,17	0,10		<0,09	<0,09	<0,17	<0,10		0,18	0,70	<0,17	0,10		0,18	0,70	<0,17	0,19	
	7	<0,31	<0,24	<0,10	<0,13		<0,31	<0,24	<0,10	<0,13		<0,31	<0,24	<0,10	0,13		<0,31	<0,24	<0,10	0,13	
	8	<0,48	<0,48	<0,19	<0,29		<0,48	<0,48	<0,19	<0,29		<0,48	0,48	0,37	<0,29		<0,48	0,48	0,37	<0,29	
	9	19	8,9	<0,05	0,27	8,8	3,1	3,0	<0,05	<0,09	1,6	0,38	1,6	<0,05	0,09	0,95	23	13	<0,05	0,36	11
	Median	0,16	0,12	0,08	0,09	0,87	0,14	0,08	0,08	0,07	0,25	0,24	0,4	0,13	0,10	0,95	0,24	0,48	0,13	0,15	1,9
	Min	<0,07	<0,07	<0,05	<0,07	0,5	<0,07	<0,07	<0,05	<0,07	0,1	<0,31	<0,24	<0,05	<0,07	0,75	<0,31	<0,24	<0,05	<0,07	1,5
	Max	19	8,9	0,15	0,27	8,8	3,1	3	0,56	0,13	1,6	0,69	1,6	1,1	0,64	0,96	23	13	1,7	0,82	11

**Tabell 4.1**

Mikroplastkoncentrationer (partiklar/l) för storlekarna 100–300 µm och >300 µm. SW=dagvatten, GPT=försedimenteringskammare, F1=filter 1 (växtbevuxen biofilter-cell), F2=filter 2 (icke-växtbevuxet sandfilter), OP=bräddavlopp.

## 4.2 Mikroplastavskiljning i dagvattenreningsanläggningen



**Figur 4.1**

Box plot (lådidiagram) för gummi-, bitumen- och Övriga mikroplastkoncentrationer (partiklar/l) för storlekarna >300 µm och 100-300 µm. SW=dagvatten, GPT=försedimenteringskammare, F1=filter 1 (växtbevuxet), F2=filter 2 (icke-växtbevuxet). ♦ = Median. N=9 (F1: N=8). Vissa avvikande värden visas inte i figuren (SW 100-300 µm: gummi 740 partiklar/l, bitumen 870 partiklar/l, SW >300 µm: gummi 19 partiklar/l, bitumen 3 partiklar/l; GPT 100-300 µm: gummi 500 partiklar/l, bitumen 60 partiklar/l; GPT >300 µm: gummi 8,9 partiklar/l, bitumen 2,9 partiklar/l; F1 >300 µm: 0,57 partiklar/l).

### 4.2.1 Övergripande prestanda av dagvattenreningsystemet

Mikroplast i storlek 100–300 µm: Försedimenteringskammare i kombination med efterföljande filter renade mikroplast i storleken 100-300 µm effektivt, dvs. samtliga kategorier av mikroplast uppvisade lägre mediankoncentrationer i filterutflödet än i dagvattnet från motorvägen (Tabell 4.1, Figur 4.1). Stora variationer mellan de olika regntillfällena visades dock för mikroplast i utflödet (Tabell 4.1, Figur 4.1).

Dagvattenreningsystemet renade gummipartiklar effektivt (GPT+F1: 46->99% avskiljning och GPT+F2: 77-98 % avskiljning; Tabell 4.2). I samband med regntillfälle nr 2 förekom ett nettoutsläpp av gummipartiklar från det växtbevuxna filtret (dagvatten: 4,6 partiklar/l, F1 = 9,0 partiklar/l), medan gummipartiklar släpptes ut från sandfiltret i samband med tillfälle nr 4 (dagvatten: <0,38 partiklar/l, F2= 0,38 partiklar/l) and 7 (dagvatten: <0,31 partiklar/l, F2= 0,26 partiklar/l).

Den iakttagna avskiljningsgraden för bitumenpartiklar låg på 80->99% (GPT+F1) samt 25-98% (GPT+F2) (Tabell 4.2). I samband med regntillfälle nr 2 (dagvatten: 9,1 partiklar/l, F1: 11 partiklar/l) och 7 (dagvatten: <0,31 partiklar/l, F2: 0,64 partiklar/l) hittades mer bitumenpartiklar i utflödet än i dagvattnet.

Övriga mikroplastpartiklar släpptes ut från dagvattenreningsystemen i samband med regntillfälle nr 1 (GPT+F1, -150 %, GPT+F2, -24 %), 4 (GPT+F2, -96 %), och 5 (GPT+F2, -29 %).

Mikroplast i storlek >300 µm: Gummi-, bitumen- och Övriga mikroplastpartiklar i storleken >300 µm förekom både i det orenade dagvattnet och i det renade utflödet i betydligt lägre koncentrationer än partiklar i storleken 100-300 µm (Tabell 4.1, Figur 4.1). Gummi- och bitumenpartiklar påträffades enbart i inflödet till dagvattenreningsystemet i samband med regntillfälle nr 1 och 9. När det gäller dessa två tillfällen var avskiljningen huvudsakligen effektiv med en reningsgrad mellan 33 och >99 %. Dessutom påträffades låga koncentrationer av gummi-, bitumen- och Övriga mikroplastpartiklar i storleksfraktionen >300 µm i några prover från försedimenteringskammaren och filterutflödet (Tabell 4.1). Dessa koncentrationer var emellertid mycket låga och det handlade endast om enstaka partiklar. Med tanke på den sporadiska förekomsten och de mycket låga koncentrationerna av dessa partiklar kan man inte utläsa någon allmän trend eller dra några generella slutsatser beträffande reningen av gummi-, bitumen- och mikroplastpartiklar i storleken >300 µm. För att studera partikelkoncentrationer i denna storleksfraktion hade betydligt större vattenvolymer behövt analyseras.

Storlek	Regn- tillfälle	Gummi					Bitumen					Övriga mikroplastpartiklar				
		GPT + F1	GPT + F2	GPT	F1	F2	GPT + F1	GPT + F2	GPT	F1	F2	GPT + F1	GPT + F2	GPT	F1	F2
100 - 300 µm	1	94	89	-68	98	93	88	25	43	80	-31	-150	-24	-26	-98	1.5
	2	-144	77	-72	-13	87	-24	78	-52	19	86	65	55	49	32	12
	3	46	95	-91	98	97	84	98	41	72	96	81	63	11	79	59
	4		-99	i.d.		<-104		0	<-290		>74		-96	3.70		-104
	5	>98	79	-37	>99	85	>99	92	15	>99	91	83	-29	-21	86	-7
	6	87	78	99	<-1832	<-1832	89	86	99	<-1059	<-1403	65	13	18	57	-6
	7	i.d.	<-65	<-204	>89	46	i.d.	<-314	i.d.	i.d.	<-434	90	31	24	86	9
	8	>97	>96	>93	i.d.	i.d.	>80	>70	0	>80	>70	87	40	-170	95	78
	9	>99	98	32	>99	97	>99	97	93	99	63	97	94	-25	97	95

#### 4.2.2 Försedimenteringskammarens reningseffekt

Våra resultat tyder på att enbart en försedimenteringskammare inte tar bort några av de utvärderade mikroplasttyperna i de aktuella storlekarna (Tabell 4.1, Figur 4.1). Inga signifikanta skillnader mellan partikelkoncentrationerna i dagvattenproverna (inflöde) och utflödet från försedimenteringskammaren observerades utifrån Wilcoxon's teckenrangtest (Tabell 4.3). I vissa fall var mikroplastkoncentrationen i utflödet högre än i det ursprungliga dagvattnet, vilket tyder på resuspension och utsläpp av tidigare ansamlade mikroplastpartiklar. Variationer mellan avskiljning och/eller utsläpp av gummi-, bitumen- och Övriga mikroplastpartiklar (i storlekarna >300 µm och 100–300 µm) mellan olika regntillfällen, tyder på att försedimentering inte är något tillförlitligt system för mikroplastrening (Tabell 4.2).

**Tabell 4.2**

Mikroplastavskiljning (%) genom dagvattenrenings-systemet och dess olika komponenter för partikelstorlekarna 100-300 µm och >300 µm. GPT+F1 och GPT+F2: avskiljning från dagvatten jämfört med växtbevuxna biofilter respektive icke-växtbevuxna sandfilter, GPT: avskiljning från dagvatten jämfört med försedimenteringskammare, F1 and F2: avskiljning i utflöde från försedimenteringskammaren jämfört med växtbevuxet biofilter respektive icke-växtbevuxet sandfilter.

Storlek	Test	Gummi			Bitumen			Övrig mikroplast		
		Wilcoxon's statistik	p	Beräknat median- värde*	Wilcoxon's statistik	p	Beräknat medianvärde*	Wilcoxon's statistik	p	Uppskattat medianvärde*
100- 300 µm	GPT -F1	29	0,141	4,1	33	0,042	5,5	32	0,059	1,3
	GPT -F2	39	0,058	5,0	34	0,193	5,0	33,5	0,263	0,40
	SW-GPT	22	1	-0,12	28	0,183	2,4	18	0,636	-0,10

\* Det beräknade medianvärdet kvantifierar skillnaden i partikelkoncentration mellan proverna (negativt beräknat medianvärde tyder på högre partikelkoncentration i utflödet än i inflödet (negativ avskiljning)).

**Tabell 4.3**

Resultat från Wilcoxon's teckenrangtest.

#### 4.2.3 Reningseffekten av de olika filtren

Koncentrationerna av gummi-, bitumen- och Övriga mikroplastpartiklar i storlek mellan 100 och 300 µm renades i allmänhet effektivt av den växtbevuxna biofiltercellen (F1) respektive det icke-växtbevuxna sandfiltret (F2) (Tabell 4.1, Tabell 4.2, Figur 4.1). Utsläpp av gummi- och bitumenpartiklar iaktogs emellertid vid flera tillfällen (gummi: regn nr 2 (F1), 6 (F1, F2) och 4 (F2); bitumen: regn nr 1 (F2), 6 (F1, F2) och 7(F2)).

---

Mikroplast i storlek >300 µm kunde i de flesta fall kvantifieras i utflödet från filtren. Om mikroplast >300 µm påträffades i dagvatten eller efter försedimenteringskammaren, blev koncentrationen i utflödet vid samma regntillfälle för det mesta låg. Tillförlitliga beräkningar av avskiljningsgraden för dessa partiklar kunde dock inte göras på grund av de många värden som låg under detektionsnivån. Med tanke på dessa låga koncentrationer, åtminstone för de utvärderade systemen och regnen, anser vi att mikroplast i den mindre storleken 100–300 µm är mera relevant jämfört med den större storleken.

De växtbevuxna (F1) och icke-växtbevuxna filtercellerna (F2) skilde sig inte särskilt mycket åt när det gäller avskiljningsförmågan för gummi- och bitumenpartiklar i storleken 100–300 µm (Mann-Whitneytest, gummi:  $W=59,5$ ,  $p=0,248$ , bitumen:  $W=62$ ,  $p=0,361$ ). Detta tyder på att växtligheten inte påverkade avskiljningen av gummi- och bitumenpartiklar i samband med reningsprocessen. För Övriga mikroplastpartiklar påvisade resultatet från Mann-Whitneytestet däremot signifikant högre utflödeskoncentrationer ( $W=50$ ,  $p=0,039$ ) i sandfiltercellen (F2) jämfört med det växtbevuxna filtret (F1), dvs här visade det växtbevuxna filtret bättre resultat.

#### **4.2.4 Utsläpp av mikroplastpartiklar i samband med översvämning**

Koncentrationen av gummi- och bitumenpartiklar som uppmätts i ytvattnet i försedimenteringskammaren som låg nära bräddavloppet uppvisade höga koncentrationer (Tabell 4.1). Dessa koncentrationer var lägre än vad som uppmättes i det ursprungliga dagvattnet, men betydligt högre än vad som mättes upp i det renade biofilterutflödet. Övriga mikroplastpartiklar förekom i utflödet i koncentrationer liknande de som konstaterats i dagvattnet. Vid bräddning skulle dessa partiklar passera förbi systemet och sköljas ut i recipienten. Även om dessa uppgifter begränsar sig till tre tillfällen, tyder resultatet ändå på att bräddning kan medföra betydande utsläpp av mikroplast.

---

# 5 Diskussion

## 5.1 Mikroplastpartiklar i motorvägsavrinning

De gummi-, bitumen- och Övriga mikroplastpartikelkoncentrationer i dagvatten som detekterades i denna studie varierar mycket. Dock ligger de generellt inom de koncentrationer som rapporterats i tidigare studier. Föreliggande uppgifter kan som sådana alltså anses vara representativa och slutsatserna stödjer tidigare påståenden att dagvatten kan utgöra en viktig mikroplastkälla, något som också visats (t.ex. Smyth m.fl. 2021, Gilbreath m.fl. 2019, Piñon-Colin m.fl. 2020, Järleskog m.fl. 2020). Det är dock svårt att jämföra våra resultat med vad som har rapporterats i tidigare forskning på grund av metodskillnader mellan studierna som t.ex. skillnader i provtagningsstrategier och/eller analystekniker (Covernton m.fl. 2019, Smyth m.fl. 2021, Shruti m.fl. 2021). En jämförelse av resultaten avslöjar ändå vissa paralleller av mikroplastkoncentrationer i olika dagvatten.

På samma sätt som i den föreliggande studien, har stora variationer vad gäller partikelkoncentrationen mellan regntillfällena konstaterats i tidigare forskning (Smyth m.fl. 2021, Gilbreath m.fl. 2019, Piñon-Colin m.fl. 2020, Järleskog m.fl. 2020). T.ex. rapporterade Piñon-Colin m.fl. 2020 mellan 12 och 2054 partiklar/l (>200 µm) i stickprov (!) från dagvatten från sju regntillfällena som togs från gator i urbana avrinningsområdena i Tijuana i Mexiko. I denna studie undersöktes dock inte specifikt däck- eller bitumenpartiklar.

Smyth m.fl. (2021) studerade mikroplast i avrinning från en parkeringsplats vid inloppet till ett biofiltersystem. I de insamlade proverna – som representerade 17 avgränsade regntillfällena – hittade de upp till 586 mikroplastpartiklar/l (medelvärde =34 partiklar/l) i storlek mellan 106 och 300 µm. Enligt forskarna utgjorde gummipartiklarna bara 17% av det totala antalet påträffade mikroplastpartiklar. Gilbreath m.fl. (2019) undersökte antropogena mikropartiklar i avrinning från urbana ytor vid (bara) tre separata regntillfällena och upptäckte upp till 315 partiklar/100 l i storleken >125 µm (medelvärde=160 partiklar/100 l). I denna studie utgjorde gummifragment bara 4% av de antropogena mikropartiklar som påträffades i avrinningen. Järleskog m.fl. (2020) rapporterade dessutom högre koncentrationer av plast- och färgpartiklar än slitagepartiklar från däck/bitumen (≥100 µm) utifrån analyser av flödesproportionella prover och blandprover från ett urbant avrinningsområde i centrala Göteborg (n=5). Tvärt emot dessa tre studier utgjorde gummi- och bitumenpartiklar den dominerande mikroplastgruppen i vår studie och deras koncentrationer översteg koncentrationerna av övrig mikroplast i dagvatten (Tabell 4.1). Denna avvikelse kan förklaras av olikheter mellan avrinningsområdena. Smyth m.fl. (2021) tog närmare bestämt avrinningsprover från en parkeringsplats i ett fritidsområde, medan Gilbreath m.fl. (2019) och Järleskog m.fl. (2020) tog prover från urbana avrinningsområden som representerar olika typer av markanvändning medan denna studie undersökte avrinning från en motorväg. I urbana avrinningsområden kan syntetiska kläder, skor och ryggsäckar tillsammans med syntetiska livsmedelsförpackningar ha bidragit till högre koncentrationer av plastfibrer än vad som har uppmätts i denna studie av motorvägsavrinning. Dessutom kan däckslitage kopplas till hastighet (t.ex. Kole m.fl. 2017), vilket skulle innebära ett större slitage på den motorväg som utvärderades i denna studie än på parkeringsplatser och/eller innerstadsgator.

I sin utvärdering av 17 regntillfällena, konstaterade Smyth m.fl. (2021) att regnintensiteten var korrelerad med mängden mikroplastpartiklar i dagvattenproverna. Resultaten från den föreliggande studien ger ytterligare stöd till detta eftersom det vid den högsta regnintensiteten (regn 9) hittades de högsta gummi- och bitumenkoncentrationerna i dagvattnet (se Tabell 3.1 och Tabell 4.1, regntillfälle nr 1 och 9).

---

Korrelationen mellan högsta regnintensitet och partikelkoncentration var inte lika tydlig för Övriga mikroplastpartiklar. Många av dessa partiklar har sannolikt lägre densitet ( $\sim 1\text{ g/cm}^3$ ; Kooi och Koelmans 2019) än gummi- och bitumenpartiklar ( $< 1,8\text{ g/cm}^3$  enligt Unice m.fl. 2019). Det innebär troligen att Övriga mikroplastpartiklar sköljs bort från ytor i större utsträckning än gummi-/bitumenpartiklar, också vid regntillfällen med lägre högsta intensitet. De höga gummi- och bitumenpartikelkoncentrationer som uppmättes vid regntillfälle nr 9 (tabell 3.2) berodde sannolikt på den höga inflödes hastigheten ( $v=0,9\text{ m/sek}$ ) vid detta tillfälle, vilket kan ha resuspenderat tidigare ansamlad material i dagvattenledningen mellan vägen och försedimenteringskammaren.

I denna studie hittades betydligt fler mikroplastpartiklar i fraktionen 100–300  $\mu\text{m}$  än i storleken  $>300\text{ }\mu\text{m}$ . Detta ligger i linje med liknande iakttagelser i tidigare studier (Covernton m.fl. 2019, Smyth m.fl. 2021). Förklaringen till detta kan antingen vara att vägtrafiken genererar färre partiklar i den större storleksfraktionen och/eller att en mindre del av dessa större partiklar sköljs av med dagvattnet. Den senare förklaringen stöds av det faktum att det fanns högre koncentrationer av de lättare mikroplastpartiklarna med storleken  $>300\text{ }\mu\text{m}$  än de tyngre gummi- och bitumenpartiklarna. För att bekräfta denna hypotes behövs dock mer forskning om mikroplasttransporten från vägbanan.

## 5.2 Dagvattenreningssystemets inverkan på mikroplastpartikelkoncentration och avskiljning

Resultaten från denna studie tyder på att gummi-, bitumen- och Övriga mikroplastpartiklar i storlek mellan 100 och 300  $\mu\text{m}$  kan avskiljas med en dagvattenreningsanläggning som inkluderar ett biofilter. Eftersom endast ett begränsat antal gummi- och bitumenpartiklar i storleksfraktionen  $>300\text{ }\mu\text{m}$  detekterades i denna studie kan dock inga allmängiltiga uttalanden om reningen av dessa partiklar göras. Detta överensstämmer med tidigare forskning, dvs. mikroplastpartikelkoncentrationen tenderar att öka ju mindre maskstorleken på filtret är (Covernton m.fl. 2019, Smyth m.fl. 2021). Men den analystekniken som använts i denna studie, visuell identifiering med stereomikroskop, är inte lämplig för partiklar mindre än ca 50 - 100  $\mu\text{m}$ . Fler studier som inkluderar dessa mindre partiklar behövs framöver.

De framlagda slutsatserna visar att det var biofiltret och sandfiltren som stod för avskiljningen av mikroplastpartiklarna. Försedimenteringskammaren tillhandahöll ingen rening av mikroplastpartiklar i någon av de utvärderade storlekarna. Detta ligger i linje med resultaten från andra studier som tyder på att sedimentationsdammar sannolikt inte är tillräcklig som enda reningssteg för mikroplastpartiklar (Liu m.fl. 2019, Liu m.fl. 2019 och Olesen m.fl. 2019). Det mest sannolika skälet till att försedimenteringsanläggningen inte är effektiv är den relativt låga densiteten hos gummi (Halle m.fl. 2020), bitumen (Unice m.fl. 2019) och Övriga mikroplastpartiklar (Kooi och Koelmans, 2019) som kan leda till låg sedimenteringsgrad.

Däremot verkar biofilter och sandfilter vara relativt effektiva reningstekniker för mikroplast. Resultaten från vår studie om motorvägsavrinning ligger i linje med resultat som publicerats tidigare om mikroplastrening med biofilter i urbana områden. Gilbreath m.fl. 2019 konstaterade att partiklarna avskildes väl med en avskiljningsförmåga på 55% (storlek 125-355  $\mu\text{m}$ ), 81% (storlek 355-500  $\mu\text{m}$ ) och 100% ( $> 500\text{ }\mu\text{m}$ ). Denna studie inkluderade dock bara tre regn. Smyth m.fl. 2021 visade att ett biofilter kan minska koncentrationerna av mikroplastpartiklar i storlek mellan 106 och 300  $\mu\text{m}$  med 63%.

Våra resultat ger belegg för att inte bara växtbevuxna biofilter utan även sandfilter har förmågan att relativt effektivt avlägsna mikroplastpartiklar. Ändå var det växtbevuxna filtret (statistiskt sett) markant bättre på att avlägsna Övriga mikroplastpartiklar, samtidigt som gummi- och bitumen avlägsnades lika bra av båda filtercellerna. Koncentrationen i utflödena från det växtbevuxna filtret och sandfiltret var 0,33



---

partiklar/l respektive 0,86 partiklar/l. Den praktiska betydelsen av denna skillnad är svårt att bedöma. En parallell studie som jämfört metall- och fosforeringen i filtren i Sundsvall visar att de växtbevuxna filtren även är bättre på att rena dessa föroreningar (Fahlbeck Carlsson, 2021). Detsamma bekräftas av Lange m fl. 2020. Generellt kan det alltså rekommenderas att välja växtbevuxna biofilter i stället för sandfilter.

### 5.3 Betydelse av bräddning vid höga flöden

De höga koncentrationerna av gummi-, bitumen- och Övriga mikroplastpartiklar i ytvattnet till försedimenteringskammaren vid bräddavloppet visar att det finns en relativ stor andel partiklar som är suspenderade i det övre vattenskiktet och som därmed kan släppas ut i recipienten i samband med bräddning. Resultaten tyder på att Övriga mikroplastpartiklar (med relativt låg densitet) är de som mest sannolikt kommer att släppas ut med det översvämmade ytvattnet. Detta är kopplat till materialens olika densitet (mikroplastpartiklar: mycket varierande mellan 0,9 och 1,5 g/cm<sup>3</sup> enligt Kooi och Koelmans 2019; gummi/däckpartiklar: 1,15 och 1,20 g/cm<sup>3</sup> enligt Halle m.fl. 2020; bitumen: 1,01 - 1,05 g/cm<sup>3</sup>, dock ofta tyngre eftersom det innehåller andra ämnen, t ex små mineralpartiklar från vägdamm mm. enligt Unice m.fl. 2019). På så sätt skulle bräddavlopp i avrinningsområden med högre andel av lättare mikroplastpartiklar (som t.ex. observerats i urbana områden av Smyth m.fl. 2021, Gilbreath m.fl. 2019) kunna försämra biofiltersystemens avskiljningsförmåga på samma sätt som Övriga föroreningar i dagvatten.

I den undersökta anläggningen i Sundsvall befann sig bräddavloppet i försedimenteringskammaren, dvs. den var inte i direkt kontakt med filtret. I andra konstruktioner placeras bräddavloppet ofta i biofilterbädden. Detta skulle kunna innebära risk för att mikroplast med låg densitet som tidigare ansamlats överst på filterytan släpps ut. Detta är emellertid ännu en spekulativ hypotes och ytterligare studier krävs för att utvärdera den risk som är förknippad med bräddavlopp (tillsammans med den särskilda placeringen).

### 5.4 Recipientpåverkan

Trots effektiv mikroplastavskiljning, fanns i medel mellan 0,26 och 0,87 partiklar/l i utflödet från filtersystemen, beroende på växtlighet i filtret och typ av mikroplast. Dessa koncentrationer är fortfarande 1 000 gånger högre än de som uppmätts i Östersjön (t.ex. 0,21 ± 0,15 partiklar/m<sup>3</sup>, planktonprover >100 µm, Beer m.fl. 2018). Dvs. reningen löser inte alla problem i samband med mikroplast. Men halterna som släpps ut från filtren är ändå betydligt lägre än de som finns i dagvattnet. Därmed bidrar reningsanläggningen till att skydda recipienten.

---

## 6 Vidare forskning och utveckling

Även om våra och tidigare resultat (Gilbreath m.fl. 2019, Smyth m.fl. 2021) tyder på att biofiltersystem effektivt kan avskilja mikroplast krävs ytterligare forskning i olika avrinningsområden för att bestyrka dessa påståenden. Endast 3 studier på mikroplast och biofilter är inte tillräckliga för att kunna ge generella rekommendationer. Detta antal studier kan jämföras med 210 respektive 250 vetenskapliga studier om rening av metaller och näringsämnen i dagvattenbiofilter (sökning i databasen scopus: "stormwater bio-filter" OR "bioretention" AND "metals" respektive AND "nutrients").

Framtida studier bör dessutom omfatta storlekar som inte har analyserats i de befintliga studierna. Mindre partikelstorlekar (dvs. <100 µm) är ytterst betydelsefulla eftersom däckslitagepartiklar ofta har ännu mindre storlek (Wagner m.fl. 2018), vilket inte har analyserats när det gäller dagvattenavskiljning. En studie om rening dessa mindre partiklar i biofiltret i Sundsvall pågår och resultaten kommer att publiceras i en Naturvårdsverksrapport under hösten 2021.

Sedan kan mikroplastpartiklar som fångats i biofiltersystem med tiden brytas ned (Unice m.fl. 2019) och på så sätt bli finare och/eller rörligare (O'Connor m. fl. 2019). Detta motiverar behovet av att också undersöka långtidseffekten. T.ex. konstaterade O'Connor m.fl. 2019 att penetrationsdjupet för PE-partiklar i jordpelare kunde påverkas av regn/torrperioder. Det är således rimligt att miljöförhållanden (t.ex. längre torrperioder) kan påverka hur små mikroplastpartiklar tränger igenom/transporteras i filtermaterialet.

---

## 7 Slutsatser

Resultaten från denna studie visar att:

- Dagvatten som rinner av från motorvägar kan innehålla mycket höga men varierande halter mikroplast. Främst upptäcktes gummi/däckpartiklar (740 till <math><0,31</math> partiklar/l) och bitumenpartiklar (870 till <math><0,31</math> partiklar/l) i storleken 100-300  $\mu\text{m}$ . Gummi-, bitumen- och Övriga mikroplastpartiklar med storlek >300  $\mu\text{m}$  uppträdde i betydligt lägre koncentrationer och var ofta under detektionsgränsen (19 till <math><0,07</math>, 3,1 till <math><0,07</math> respektive 0,69 till <math><0,24</math> partiklar/l).
- Försedimenteringskammaren medförde inte någon effektiv avskiljning av gummi-, bitumen- eller Övriga mikroplastpartiklar.
- Biofiltersystem uppvisade emellertid tillräcklig reningsförmåga och ofta med hög avskiljningsprocent, över 70%, och innebar följaktligen i allmänhet tillräckliga prestanda för dagvattenreningsanläggningen. Lägre avskiljning eller partikelutsläpp iaktogs bara i några fall.
- Både de växtbevuxna och icke-växtbevuxna filtercellerna uppvisade effektiv rening av den studerade mikroplasten. För båda filtren översteg avskiljningsprocenten i de flesta fall 70%, med undantag för avskiljningen av Övriga mikroplastpartiklar i det icke-växtbevuxna filtret som var lägre.
- Trots att inte all mikroplast avskildes från dagvattnet är halterna som släpps ut från filtren betydligt lägre än de som finns i dagvattnet. Därmed bidrar reningsanläggningen till att skydda recipienten.
- Höga dagvattenflöden som leder till bräddning kan bidra till utsläpp av gummi-, bitumen- och Övriga mikroplastpartiklar till recipienten. Bräddning från dagvattenreningsanläggningar kan inte undvikas men bör minimeras så långt det går.

Vidare forskning behövs för att kunna generalisera resultaten från denna studie, få mer information om risken för mikroplastutsläpp vid bräddning, inkludera mindre mikroplastpartiklar samt förstå långtidfunktion och ackumulation av mikroplast i filtermaterialet.

---

# Referenser

- Beer, S., Garm, A., Huwer, B., Dierking, J., Nielsen, T. G. 2018. No increase in marine microplastic concentration over the last three decades – A case study from the Baltic Sea. *Science of the Total Environment* 621, 1272-1279.
- Bläsing, M., Amelung, W. 2018. Plastics in soil: Analytical methods and possible sources. *Science of The Total Environment* 612, 422-435.
- Blecken, G. 2016. Kunskapssammanställning dagvattenrening. SVU rapport 2016-05. Svenskt Vatten Utveckling, Stockholm.
- Covernton, G. A., Pearce, C. M., Gurney-Smith, H. J., Chastain, S. G., Ross, P. S., Dower, J. F., Dudas, S. E. 2019. Size and shape matter: A preliminary analysis of microplastic sampling technique in seawater studies with implications for ecological risk assessment. *Science of the Total Environment* 667, 124-132.
- DWA (German Association for Water, Wastewater and Waste) 2005. Recommendations for the planning, construction and operation of retention bio-filters for further rainwater treatment in the mixing and separation system. DWA-Regelwerk, Merkblatt DWA-M 178 (på tyska).
- Fahlbeck Carlsson, S. 2021. Evaluation of a gross pollutant trap-biofilter stormwater treatment train : The Role Of Calcium Carbonate, Vegetation And Pre-Treatment Facility. Examensarbete, Luleå tekniska universitet.
- GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Pollution) 2019. Microplastics in the Ocean – sources, fates & effects. [http://www.gesamp.org/site/assets/files/1720/24472\\_gesamp\\_leaflet\\_pq.pdf](http://www.gesamp.org/site/assets/files/1720/24472_gesamp_leaflet_pq.pdf)
- Gilbreath, A., McKee, L., Shimabuku, I., Lin, D., Werbowski, L., M., Zhu, X., Grbic, J., Rochman, C. 2019. Multiyear Water Quality Performance and Mass Accumulation of PCBs, Mercury, Methylmercury, Copper, and Microplastics in a Bioretention Rain Garden. *Journal of Sustainable Water in the Built Environment* 5(4), 04019004.
- Halle, L. L., Palmqvist, A., Kampmann, K., Khan, F. R. 2020. Ecotoxicology of micronized tire rubber: Past, present and future considerations. *Science of the Total Environment* 706, 135694.
- Hartmann, N. B., Hüffer, T., Thompson, R. C., Hassellöv, M., Verschoor, A., Daugaard, A. E., Rist, S., Karlsson, T., Brennholt, N., Cole, M., Herrling, M. P., Hess, M. C., Ivleva, N. P., Lusher, A. L., Wagner, M. 2019. Are We Speaking the Same Language? Recommendations for a Definition and Categorization Framework for Plastic Debris. *Environmental Science & Technology* 53 (3), 1039-1047.
- Järllskog, I., Strömvall, A., Magnusson, K., Gustafsson, M., Polukarova, M., Galfi, H., Aronsson, M., Andersson-Sköld, Y. 2020. Occurrence of tire and bitumen wear microplastics on urban streets and in sweepsand and washwater. *Science of the Total Environment* 729, 138950.
- Kole, P. J., Löhr, A., J., Van Belleghem, F., G.A.J., Ragas, A. M. J. 2017. Wear and Tear of Tyres: A Stealthy Source of Microplastics in the Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14 (10), 1265.
- Kooi, M. and Koelmans, A. A. 2019. Simplifying Microplastic via Continuous Probability Distributions for Size, Shape, and Density. *Environmental Science & Technology Letters* 6 (9), 551-557.
- Lange, K., Magnusson, K., Viklander, M., & Blecken, G.-T. 2021. Removal of rubber, bitumen and other microplastic particles from stormwater by a gross pollutant trap - bioretention treatment train. *Water Research*, 202, 117457.

---

Lange, K., Viklander, M., Blecken, G. 2020. Effects of plant species and traits on metal treatment and phytoextraction in stormwater bioretention. *Journal of Environmental Management* 276, 111282.

Liu, F., Olesen, K. B., Borregaard, A. R., Vollertsen, J. 2019. Microplastics in urban and highway stormwater retention ponds. *Science of the Total Environment* 671, 992-1000.

Liu, F., Vianello, A., Vollertsen, J. 2019. Retention of microplastics in sediments of urban and highway stormwater retention ponds. *Environmental Pollution* 255, 113335.

Magnusson, K. and Wahlberg, C. 2014. Mikroskopiska skräppartiklar i vatten från avloppsreningsverk. IVL Swedish Environmental Research Institute.

O'Connor, D., Pan, S., Shen, Z., Song, Y., Jin, Y., Wu, W., Hou, D. 2019. Microplastics undergo accelerated vertical migration in sand soil due to small size and wet-dry cycles. *Environmental Pollution* 249, 527-534.

Olesen, K. B., Stephansen, D. A., van Alst, N., Vollertsen, J. 2019. Microplastics in a stormwater pond. *Water* 11 (7).

Piñon-Colin, T. d. J., Rodriguez-Jimenez, R., Rogel-Hernandez, E., Alvarez-Andrade, A., Wakida, F. T. 2020. Microplastics in stormwater runoff in a semiarid region, Tijuana, Mexico. *Science of the Total Environment* 704, 135411.

Shruti, V. C., Pérez-Guevara, F., Elizalde-Martínez, I., Kutralam-Muniasamy, G. 2021. Current trends and analytical methods for evaluation of microplastics in stormwater. *Trends in Environmental Analytical Chemistry* 30, e00123.

Smyth, K., Drake, J., Li, Y., Rochman, C., Van Seters, T., Passeur, E. 2021. Bioretention cells remove microplastics from urban stormwater. *Water Research* 191, 116785.

Unice, K. M., Weeber, M. P., Abramson, M. M., Reid, R. C. D., van Gils, J. A. G., Markus, A. A., Vethaak, A. D., Panko, J. M. 2019. Characterizing export of land-based microplastics to the estuary - Part I: Application of integrated geospatial microplastic transport models to assess tire and road wear particles in the Seine watershed. *Science of the Total Environment* 646, 1639-1649.

Vijayan, A., Österlund, H., Magnusson, K., Marsalek, J., Viklander, M. 2019. Microplastics pathways in the urban environment: Urban roadside snowbanks. *Proceedings Novatech, Juli 2019, Lyon, France*

Wagner, S., Hüffer, T., Klöckner, P., Wehrhahn, M., Hofmann, T., Reemtsma, T. 2018. Tire wear particles in the aquatic environment - A review on generation, analysis, occurrence, fate and effects. *Water Research* 139, 83-100.

Ziajahromi, S., Drapper, D., Hornbuckle, A., Rintoul, L., Leusch, F. D. L. 2020. Microplastic pollution in a stormwater floating treatment wetland: Detection of tyre particles in sediment. *Science of the Total Environment* 713, 136356.

# Svenskt Vatten

UTVECKLING

Svenskt Vatten Utveckling  
Svenskt Vatten AB

POSTADRESS BOX 14057, 16714 Bromma

BESÖKSADRESS Gustavslundsvägen 12, 16751 Bromma

TELEFON 08-506 002 00

E-MAIL [svensktvatten@svensktvatten.se](mailto:svensktvatten@svensktvatten.se)

[www.svensktvatten.se](http://www.svensktvatten.se)