

# Åtgärder för minskad spridning av mikroplastartiklar från däckslitage

På fordon, på väg samt i den vägnära miljön

Yvonne Andersson  
Ann-Margret Strömvall  
Mats Gustafsson  
Maria Polukarova

The logo for VTI (Vägnärskontrollinstitutet) consists of the lowercase letters 'vti' in a bold, sans-serif font. To the left of the text is a vertical red line that extends from the top of the 'v' down to the bottom of the 'i'.

VTI PM 2025:13  
Utgivningsår 2025  
[vti.se/publikationer](https://vti.se/publikationer)



VTI PM 2025:13

# **Minskad spridning av mikroplastpartiklar från däckslitage**

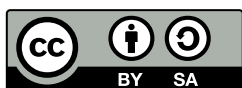
**Åtgärder på fordon, på väg samt i den vägnära  
miljön**

Yvonne Andersson-Sköld

Ann-Margret Strömvall

Mats Gustafsson

Maria Polukarova



Om inget annat anges är publikationen licensierad enligt [CC BY-SA 4.0](#), omslaget omfattas inte av licensen./Unless otherwise stated, the publication is licensed under [CC BY-SA 4.0](#), the cover is not included in the license.

Översatt titel: Measures to reduce the spread of microplastic particles from tyre wear. On vehicles, on the road and in the roadside environment

Författare: Yvonne Andersson-Sköld, VTI ([orc-ID 0000-0003-3075-0809](#)), Ann-Margret Strömvall, Chalmers tekniska högskola, ([orc-ID 0000-0002-6470-9073](#)), Mats Gustafsson, VTI, ([orc-ID 0000-0001-6600-3122](#)), Maria Polukarova, VTI ([orc-ID 0000-0003-0491-1365](#))

Diarienummer: 2021/0461-7.1

Publikation: VTI PM 2025:13

Utgiven av VTI 2025

---

## Kort sammanfattning

---

Mikroplastpartiklar från däckslitage har uppskattats till en av de största källorna till mikroplast i Sverige och globalt. Dessa partiklar kan vara svårnedbrytbara och toxiska till följd av de komponenter som finns i gummiblandningen. De kan transporteras via luft, vatten och snö, och spridas i marken. Spridningen kan medföra risker för ekosystem och människors hälsa, vilket motiverar åtgärder för att minska utsläpp och spridning. Syftet med denna rapport är att sammanställa kunskap om åtgärder som syftar till att minska spridningen av mikroplastpartiklar från däckslitage till den vägnära miljön. Fokus ligger på tekniker och strategier som är relevanta för och kan implementeras i svensk kontext. Metoden bygger på en litteraturstudie, men framför allt på resultat från forskningsprojekt som har finansierats och genomförts i samverkan med Trafikverket.

Resultaten visar att flera åtgärder har hög potential:

- **Vägdiken** kan ha hög (93–99 %) fastläggningskapacitet för däckpartiklar om de utformas på ett bra sätt, men effektiviteten påverkas av bland annat jordens sammansättning, vegetation samt väder- och klimatförhållanden. Vägdiken kan även ha en stor potential till att fastlägga partikelbundna däckrelaterade kemikalier, men vissa lösta additiver kan läcka ut, vilket kräver särskild hänsyn vid utformning av reningssystem, särskilt i känsliga/skyddade områden.
- **Bioretentionsfilter** med sorbenter som biokol uppnådde >99 % retention av däckpartiklar (1,6–500 µm) och höga avskiljningsgrader för metaller och organiska föroreningar.
- **Gatusopning** minskar mängden mikroplast på vägytan, men effektiviteten varierar med maskintyp och metod.
- **Dagvattensystem** har begränsad kapacitet för retention av fina däckpartiklar (1.6–20 µm), vilket visar på behovet av övervakning och rening.

Rapporten pekar på behovet av robust design, regelbundet underhåll och riktlinjer för hantering av förorenade massor, samt på att åtgärder för att minska spridning av mikroplastpartiklar från däckslitage bör anpassas till klimatförändringar.

### Nyckelord

Mikroplast, däckslitage, däckpartiklar, vägtrafik, föroreningar, åtgärder.

---

## Abstract

---

Microplastic particles from tyre wear are estimated to be one of the largest sources of microplastic emissions in Sweden and globally. These particles can accumulate in the environment as they are toxic and difficult to degrade. They can be transported via air, water and snow, and spread in the ground. The spread can pose risks to ecosystems and human health, which justifies measures to reduce emissions and spread. The purpose of this report is to compile knowledge about measures aimed at reducing the spread of microplastic particles from tyre wear to the roadside environment. The focus is on techniques and strategies that are relevant to and can be implemented in a Swedish context. The method is based on a literature review, but above all on results from research projects that have been funded and carried out in collaboration with the Swedish Transport Administration.

The results show that several measures have high potential:

- **Road ditches** can have high (93–99 %) retention capacity for tyre particles. The effectiveness, however, depends on the factors such as soil composition, vegetation, weather and climate conditions. Road ditches can also have a high retention potential for particle-bound tyre-related additives, but some dissolved additives can leak out, requiring special consideration when designing treatment systems, especially with regard to sensitive recipients.
- **Bioretention filters** with sorbents such as biochar can have a >99 % retention capacity of tyre particles (1.6–500 µm), metals and organic contaminants.
- **Street sweeping** reduces the amount of microplastics on the road surface, but its effectiveness varies with the machine type and method.
- **Stormwater systems** have limited capacity for retention of fine tyre particles (1.6–20 µm), which demonstrates the need for monitoring and treatment.

The report points to the need for robust design, regular maintenance and guidelines for handling contaminated masses, as well as that measures to reduce the spread of microplastic particles from tyre wear should be adapted to climate change

### Keywords

Microplastics, tyre wear, rubber particles, road traffic, pollution, measures.

---

## Innehållsförteckning

---

<b>Kort sammanfattning</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>6</b>
<b>Förord</b> .....	<b>8</b>
<b>1. Bakgrund</b> .....	<b>9</b>
<b>2. Åtgärder för att minska spridning av mikroplastpartiklar från däckslitage</b> .....	<b>11</b>
2.1. Uppsamling av däckpartiklar under färd.....	11
2.2. Uppsamling av föroreningar genom gatustädning .....	11
2.2.1. Effekter på mikroplastförråd på vägytan av olika städmetoder .....	11
2.2.2. Inverkan av fukt, nederbörd och snö på spridning av föroreningar .....	14
2.3. Minskad spridning av däckslitage och andra föroreningar från den vägnära miljön .....	15
2.3.1. Fastläggning i diken.....	15
2.3.2. Sedimentation .....	17
2.3.3. Bioretentionsfilter .....	19
2.3.4. Rening i dagvattensystem .....	20
<b>3. Sammanfattning av möjliga åtgärder</b> .....	<b>22</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>25</b>

---

## Förord

---

Kunskapen om hur man kan minska spridning av mikroplast, och specifikt spridning av mikroplast från däckslitage, har varit begränsad, men projekt pågår för att bättre kunna förstå spridning och därmed även möjliga åtgärder för att minska denna. Denna rapport är en sammanställning av studier av spridning samt åtgärder för att minska spridningen. Rapporten baseras på litteratur och ingår som en del i ett doktorandprojekt, finansierat av Trafikverket samt VTI, vars övriga delar finns beskrivna i avhandlingen *Tyre Wear Particles: Emissions and Distribution in Soil and Stormwater Systems in Near Road Environments* (Polukarova,2025).

Linköping, November, 2025.

*Yvonne Andersson-Sköld*  
*Projektledare*

### **Granskare/Examiner**

Peter Torstensson, VTI

De slutsatser och rekommendationer som uttrycks är författarens/författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis myndigheten VTI:s uppfattning./The conclusions and recommendations in the report are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views of VTI as a government agency.

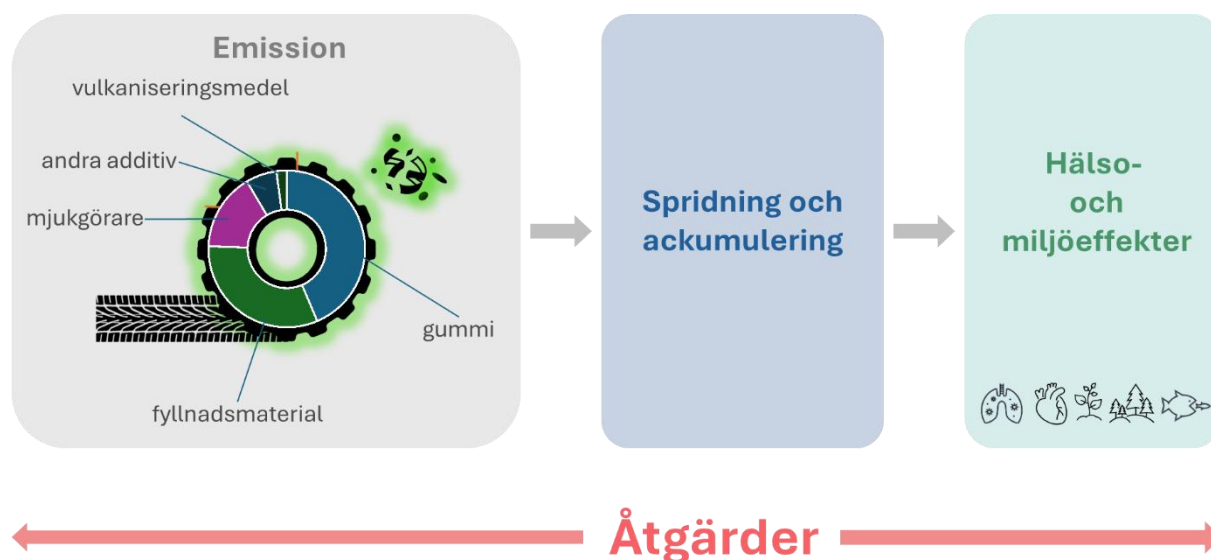
### **Publikationen godkänd för publicering/Publication approved for publication**

Mattias Haraldsson, VTI

## 1. Bakgrund

Mikroplast är ett samlingsnamn för små plastfragment som är upp till fem millimeter. De kan vara mikroplaster som har tillverkats för att användas som råmaterial till exempel inom plastindustrin, i målarfärger, som skrubbmateriel i olika produkter eller som tillsats i kosmetika eller gummigranulat som används som utfyllnadsmateriel i konstgräsplaner. De kan också vara mikroplast som kommer från större plast- och gummiföremål som har brutits ner till mindre partiklar. Dessa kan till exempel bildas av plastskräp som bryts ner i naturen, men de kan också bildas vid slitage av vägar, bildäck och genom slitage av syntetisk textil. Mikroplaster förekommer i naturmiljön i stora mängder, kan bioackumuleras och har skadliga effekter på levande organismer (Thomson m.fl., 2024). De har också påvisats i luften vi andas, i livsmedel och drycker och har upptäckts förekomma i hela människokroppen där de kan ge skadliga effekter (Zhao m.fl., 2024). I en annan studie har visats att mer än 16 000 kemikalier används eller förekommer i plastmateriel och plastprodukter, och att cirka 4 200 av dessa plastkemikalier är persistenta, bioackumulerande, mobila och/eller giftiga (Wagner m.fl., 2024). Därför anses nu finnas tillräckligt med studier som motiverar att införa åtgärder för att minska spridning av mikroplaster till naturmiljön.

Mikroplastpartiklar från däckslitage är en av de största källorna till mikroplast i världen och den största i bland annat Norge och Sverige (Sundt m.fl., 2016, Magnusson m.fl., 2016). Dessa mikroplastpartiklar bildas från däckslitage genom friktion mellan fordonsdäck och vägbeläggning. Omkring 1,3 miljoner ton gummidäckspartiklar släpps årligen ut inom EU (Wagner m.fl., 2018) och utsläppen i Sverige beräknas uppgå till drygt 11 000 ton/år (Polukarova m.fl., 2024).



Figur 1. Schematisk översikt av bildning, spridning och effekter av däckpartiklar.

Att mikroplast från däckslitage är en allt viktigare fråga beror dels på de höga utsläppen, dels på att de är svårnedbrytbara i naturen, samt på de potentiella riskerna inte minst kopplat till toxiciteten hos komponenterna i gummiblandningen. För människa sker exponering genom inandning, förtäring och hudkontakt och det finns epidemiologiska bevis som kopplar exponeringen av partiklar från däckslitage till ökad risk för luftvägs- och kardiovaskulära sjukdomar och genetiska störningar (Kang m.fl., 2025). Mikroplastpartiklar från däckslitage har vissa liknande egenskaper som traditionella mikroplaster, t.ex. liten partikelstorlek, lång livslängd samt upptag och anrikning högt upp i näringskedjan, och de både innehåller och kan vara bärare av olika toxiska ämnen. Exempel på sådana är toxiska metaller som koppar och zink, organiska föroreningar som PAH och additiver som bidrar till vulkanisering, såsom difenylguanidin (DPG), bindemedel såsom hexametyoxymetylmelamin (HMMM), eller som minskar däcknedbrytningen såsom N-fenyl-N'-(1,3-dimetylbutyl)-p-fenyldiamin

(6PPD) (Kang m.fl., 2025, Matsson m.fl., 2023). Såväl 6PPD som dess nedbrytningsprodukt 6PPD-kinon (6PPDQ) har visat sig ge upphov till skador hos fisk och andra vattenlevande organismer men tas också upp av växtlighet (Wang m.fl., 2024). För att minska riskerna kopplade till mikroplastpartiklar från däckslitage bör åtgärder vidtas genom att minska utsläppen, minska spridningen eller minska effekter av de partiklar som sprids.

Exempel på åtgärder för att minska utsläppen är åtgärder som medför begränsat trafikarbete, sänkta hastigheter, ett lugnare körbeteende såsom Ecodriving och en vägutformning och hastighetsförändringar som bidrar till ett lugnare körmönster, en övergång till lättare och mindre accelerationsstarka fordon, men även minskad användning av dubbdäck, optimerad konstruktion och sammansättning av däckmaterial, ökad slitstyrka hos däcken och åtgärder som att säkerställa optimalt däcktryck och hjulinställning samt att minska vägytors ojämnheter (Andersson-Sköld m.fl., 2020, Johannesson & Lithner, 2021, Polukarova m.fl., 2024). Beskrivning, diskussion om för- och nackdelar samt förslag på prioritering av åtgärder som påverkar däckslitage finns sammanställt i Johannesson & Lithner, 2021. Även om åtgärder för att minska däckslitage vidtas, kommer åtgärder för att minska spridning och påverkan på recipienter att krävas. I denna rapport är fokus på åtgärder som kan vidtas för att minska spridningen så att recipientexponering minimeras.

---

## 2. Åtgärder för att minska spridning av mikroplastpartiklar från däckslitage

---

Nedan beskrivs åtgärder som kan vidtas för att minska spridning av mikroplastpartiklar, organiska gummidäcksadditiver och metaller från däckslitage. De täcker såväl åtgärder som kan vidtas på fordonet, på vägen samt i den vägnära miljön.

### 2.1. Uppsamling av däckpartiklar under färd

I början av 2020-talet uppfann en grupp studenter på Imperial College i London en prototyp för att fånga upp däckpartiklar från fordon vid färd (Wilson, 2020). Prototypen är en enkel anordning som fästs vid hjulhuset och använder elektrostatisk kraft för att samla partiklarna för att minska deras spridning i miljön, se Figur 2. Enligt uppfinnarna kan prototypen samla upp 60 procent av alla luftburna partiklar från däck under kontrollerade förhållanden. Dock krävs mer studier för att utvärdera metoden under verkliga förhållanden och ytterligare utveckling för att föra ut produkten på marknaden (Johannesson & Lithner, 2021).



*Figur 2. Uppsamlingsanordning (prototyp) från The Tyre Collective som samlar upp däckslitagepartiklar under färd med hjälp av elektrostatisk kraft. Foton: The Tyre Collective. (Publicerade med tillstånd från The Tyre Collective, 2025.)*

### 2.2. Uppsamling av föroreningar genom gatustädning

#### 2.2.1. Effekter på mikroplastförråd på vägytan av olika städmetoder

En del av däck- och vägslitagepartiklarna hamnar på vägen eller gatan. Förbättrad städning av gator och vägar kan därför vara en åtgärd som minskar spridningen av mikroplast från däck- och vägslitage. Sundt m.fl. (2016) har bedömt att den åtgärden samt trafikbegränsande åtgärder och mjukare körbeteende har stor potential att minska mängden mikroplastpartiklar från vägtrafiken i Norge. Gatustädning för att minska damm och föroreningar på vägar har undersökts i ett flertal studier (Amato m.fl., 2009; 2010; Gustafsson m.fl., 2011a; Männikkö m.fl., 2014; Janhäll m.fl., 2016; Sundt m.fl., 2016; Järtskog m.fl., 2017; Järtskog, 2018; Polukarova m.fl., 2020, Järtskog m.fl., 2020; Järtskog m.fl., 2021; Gustafsson m.fl., 2023).

Trots det relativt stora antalet genomförda studier saknas entydiga slutsatser om gatusopningens effektivitet för att reducera mängden mikroplastpartiklar. Att det inte går att dra entydiga slutsatser kan bero på att genomförandena gjordes med olika syften och att såväl studiernas metodik som de studerade gatusopningsmetoderna skiljer sig åt. Studierna kan delas in i de som studerar gatustädning för att minska halterna av PM10 och PM2.5 i luft, de som fokuserar på dagvattenkvalitet samt de som beskriver specifika städmaskinernas effektivitet att ta upp partiklar från vägytan. Städmaskinernas effektivitet beror dels på typ av maskin (elevator, vakuum etc) dels på faktorer som städmaskinens hastighet (Järtskog m.fl., 2017; Snilsberg m.fl., 2018), borstarnas rotationshastighet och vinkel samt

dess lutning och design (Abdel-Wahab m.fl., 2011; Vanegas-Useche m.fl., 2015). Resultatet av städningen påverkas även av mängden damm på vägytan, dammets egenskaper och vägytans textur, skick och fuktighet (Järtskog m.fl. 2017). Enligt studier av Järtskog m.fl. (2017) och Polukarova m.fl. (2020) kunde städmaskiner fånga upp mikro- och nanopartiklar. De städmaskiner som testades i dessa studier var Disa Clean, Val'Air rotor cleaner och VTJB651 från Johnston & Beam. I gatusopningsvatten och gatusopningsand har nanopartiklar 1–300 nm och mycket höga halter av organiska miljögifter som alifater, flyktiga aromater, ftalater och polycykliska aromatiska kolväten (PAH), mikroplast- samt gummi- och bitumenpartiklar identifierats vilket tyder på viss effektivitet för upptag av mikroplast. Den stora mängden föroreningar samt nano- och mikropartiklar innebär också att det finns behov av att rena gatusopningsvatten (Polukarova m.fl., 2020). I en annan studie fann man att antalet partiklar av slitage från däck och bitumen  $\geq 100 \mu\text{m}$  i prover tagna från vägytan var upp till 2561 partiklar/L (Järtskog m.fl., 2020). Proverna insamlades med VTI:s Wet Dust Sampler II (WDS II). Detta är en metod som högtryckstvättar en liten cirkelformad yta av vägen med destillerat vatten som sedan förs över till en provflaska med hjälp av tryckluft.

I samma studie visade resultaten att sopsand och tvättvatten innehöll höga halter däck och bitumenpartiklar  $\geq 100 \mu\text{m}$ , upp till 2170 partiklar/kg respektive 4500 partiklar/L. I dagvatten var antalet partiklar  $\geq 100 \mu\text{m}$  upp till 3 partiklar/L medan koncentrationen av mindre partiklar,  $\geq 20 \mu\text{m}$ , uppgick antalet partiklar upp till 5900 partiklar/L. Detta visar på vikten av att analysera och vidta åtgärder för mindre mikroplastpartikelstorlekar än  $100 \mu\text{m}$ . I en studie med frekvent gatusopning i ett område under ombyggnation uppmättes koncentrationerna av däckpartiklar  $\geq 20 \mu\text{m}$  till 1500 partiklar/L i dagvatten, 51 000 partiklar/L i gatusopningsvatten och  $2,6 \times 10^6$  partiklar/kg i gatusopningsanden (Järtskog m.fl., 2021). I denna studie översteg även koncentrationerna för metaller (t.ex. Cu och Zn), PAH, ftalater och alifatiska kolväten i C16–C35-fraktionen riktlinjer för vatten- och sedimentkvalitet. Studierna ovan visar att gatusopning samlar upp stora mängder förorenat material och därigenom förhindrar spridning av föroreningarna till dagvatten och mottagande recipient.

En studie av städeffektiviteten av två olika maskinertyper, elevator och vakuum, genomfördes i samverkan med Karlstads kommun under olika moment av vårsopningen (Gustafsson m.fl., 2023). I studien utfördes fältmätningar med WDS II. Prover togs på vägytan före och efter städning med de olika maskinerna (Figur 3).



Figur 3. A) Saltspridare B) hjullastare med borste, C) lastbilsdragen elevator, D) traktordragen elevator, E) liten vakuummaskin (Citycat v20), F) stor vakuummaskin (Citycat 5006) (från Gustafsson m.fl., 2023).

Dessutom togs prover från den uppsopade sanden och en bedömning av mängd borstförbrukning genomfördes. Studien visade att båda städmaskinerna minskar mängden mikroplast på vägytan, men endast elevatormaskinen reducerade även de plastrelaterade polymererna. Den procentuella effekten på gummipolymerer var högre för vakuummaskinen vilket delvis beror på en initialt större mängd damm på ytan där vakuummaskinen provades. De mest förekommande polymererna på vägytan var polypropylen, PVC och polyeten. De gummirelaterade polymererna, polyisopren och polybutadien, utgjorde mellan 8 och 37 procent av den totala analyserade mängden polymerer. Mängden gummirelaterade polymerer var alltså lägre än övriga plastpolymerer, vilket sannolikt beror på att den använda analysmetoden underskattar gummipolymerer (partiklar i storleksintervallet 27–1000  $\mu\text{m}$  analyserades). Under vårsopningen framgick dock att mängden polypropylen (den vanligaste plasten i borstarna) ökar på vägytan. Fördelningen av de mikroplaster som analyserats skiljde sig markant mellan vägytan och det material som maskinerna samlat in. Detta bedömdes bero på att maskinerna huvudsakligen samlar in grövre fraktioner, medan finare fraktioner blir kvar på vägytan (Gustafsson m.fl., 2023).

Förutom konventionella vakuumsug- och elevatormaskiner, finns mer avancerade städmaskiner som visat sig effektivare än konventionella för att ta upp även fint damm på vägytan, till exempel högtryckstvätt kombinerad med vakuumsug och även särskilt kraftig vakuumsugning utan vatten (se till exempel Gustafsson m.fl., 2011).

Sammanfattningsvis har gatustädning potential att minska förekomsten av mikroplaster i vägmiljön. Många mikroplaster finns dock i fina partikelfraktioner, vilket innebär att tekniker och strategier som kan ta upp och behålla dessa fraktioner bör utvecklas och användas. I dagsläget bör en så effektiv maskin som möjligt användas. Bland konventionella maskiner är sannolikt vakuumsug att föredra framför elevator för att bättre samla upp även finare fraktioner där mycket mikroplast finns. Att sopa upp materialet där det ansamlats, främst vid väggkanten, istället för att borsta ut det i gatan igen innan uppsamling vore att föredra, men det är oklart om maskiner med denna möjlighet finns att tillgå idag (Gustafsson m.fl., 2023).

En fortsatt utvärdering, samt eventuell optimering och framtagande av riktlinjer för effektiv gatusopning av såväl mikroplastpartiklar som andra föroreningar behövs (Johannesson & Lithner, 2021, Gustafsson, 2023). Då sopsand och sopvatten innehåller mycket höga föroreningshalter behöver även riktlinjer för hantering av sopvatten och sopsand tas fram för att minska den fortsatta spridningen. I Sverige läggs en del på deponi medan en del sand läggs på en mindre kontrollerad uppläggningsplats och en del återanvänds på olika sätt, exempelvis används uppsopad sandningssand vid vägbyggen, bullervallar och ledningsarbeten (Aronsson, 2018, Stockholms stad, 2019, Gustafsson m.fl., 2023).

### 2.2.2. Inverkan av fukt, nederbörd och snö på spridning av föroreningar

Faktorer som, utöver städmaskinernas effektivitet, kan påverka städningens effekt är nederbörd (Vaze & Chiew, 2002) samt vägytans fuktighet (Abdel-Wahab m.fl., 2011; Snilsberg m.fl., 2018). Damm-bindning genom spridning av hygroskopiska saltlösningar på vägytan för att minska uppvirvlingen av vägdamm och därigenom halterna av inandningsbara partiklar i luften på våren, används på vissa kommunala och statliga vägar (Gustafsson m.fl., 2019a; b). Metoden är effektiv för att minska vägdammets uppvirvling, men tar inte bort dammet ur systemet. I stället spolats dammet ut i dagvattnet antingen genom aktiv spolning av vägarna eller genom nederbörd. Dammbindningen gör det sannolikt svårare för städmaskiner att ta upp främst det finare dammet från vägytan, varför metoderna bör samordnas för att optimera reduktionen av mikroplastinnehållande damm i gatu- och vägmiljöer.

Nederbörd i form av regn minskar mängden partiklar på vägytan (Vaze & Chiew, 2002). Detta beror på att de mindre partiklarna lättare transporteras bort med regnvattnet. Detta medför en ökad spridning av de finare partiklarna till exempel till närliggande dike eller dagvattensystem. Gatustädningens generella effekt på dagvatten är svårt att utvärdera eftersom nederbördens mängd, intensitet och frekvens varierar på olika platser samt under året och har stor påverkan på de uppmätta föroreningshalterna såväl på vägen som i sopsand och sopvatten samt avrinning från vägytan vilket bland annat framgår av studier av Gaggini m.fl., 2024, Gaggini m.fl. 2025a. För att förbättra gatustädningens effekt föreslår European TRWP Platform (u.å.) att gatustädning ska koordineras med väderprognoser. Exempelvis kan städning utföras före prognosticerad omfattande eller intensiv nederbörd för att minska föroreningsmängden i avrinningen från nederbördstillfället.

Snö kan innehålla höga halter föroreningar, och snövallar längs vägarna har visat sig innehålla mycket höga koncentrationer av däckpartiklar, det vill säga mikroplaster från däckslitage (Rødland m.fl., 2022). Även snöprover tagna på vägar i Karlstad (Blomqvist m.fl., 2023) och längs en vägren vid E18, vid Trafikverkets testsite mellan Enköping och Västerås (Gaggini m.fl. 2025b), visade sig innehålla höga halter av däckpartiklar. Mängden i snön varierade dock med avstånd från vägen men också med olika väderleksförhållanden (Gaggini, 2025) och för olika snötyper (Blomqvist m.fl. 2023). Högst halter har uppmätts i de snötyper som förekommer på eller nära en väg samt på eller nära stadsgator (Gaggini m.fl., 2025b, Blomqvist m.fl., 2023). I studien som utfördes längs E18 mellan Enköping och Västerås, fann man att en stor, men varierande, andel av mikroplastpartiklar från däckslitage återfanns i den fina fraktionen, 1,6–20 µm, och uppgick till mellan 0,3 % och 98 % med ett genomsnitt på 48 %. Man fann också att förekomsten starkt korrelerade med uppmätta halter av fasta ämnen och metaller (Gaggini m.fl., 2025b). I studien i Karlstad hittades mycket höga halter i snömodd, packad snö och

plogkant jämfört med de halter som uppmättes i själva plogvallen (Blomqvist m.fl., 2023). Snö i vägnära miljöer innehåller också höga halter av metaller (Vijayan m.fl., 2024) och olika typer av organiska föroreningar (Björklund m.fl., 2011).



Figur 4. Provtagning av olika snötyper på och runt gator i Karlstad (från Blomqvist m.fl. 2023)

För att undvika spridning med snö har det föreslagits att extra vinterväghållningsåtgärder, speciellt för de mest förorenade snötyperna, kan vidtas (Blomqvist m.fl., 2023). I dagsläget är emellertid rekommendationen att snö från snöröjning antingen läggs på mark i närområdet där den får ligga tills den smälter, eller på anvisad snöuppläggningsplats (Johannesson & Lithner, 2021). Om snöuppläggningsplatserna inte räcker till kan i vissa fall dispens från det generella dumpningsförbudet erhållas. Oavsett hur den omhändertagna snön hanteras medför de höga halter mikroplast från vägslitage och andra föroreningar som hittats i snö, mycket stor fortsatt spridning via markvatten, i diken och dagvattensystem i samband med att snön smälter. För att undvika spridning till känsliga recipienter bör dock riktlinjer för snöhantering, liksom sopsand och sopvatten, tas fram.

## 2.3. Minskad spridning av däckslitage och andra föroreningar från den vägnära miljön

### 2.3.1. Fastläggning i diken

Oavsett hantering kommer mikroplaster från däck- och vägsitage och andra föroreningar att kunna transporteras till den vägnära miljön genom stänk och spray, avrinning och via luften (Sege, 2020). Längs huvuddelen av det statliga vägnätet finns diken som är anlagda för att avvattna vägen (Trafikverket, 2003), men de kan även fungera för fastläggning av föroreningar. Det är därför av betydelse att optimera vägdikens utformning med hänsyn till både vägdränning och förorenings fastläggning.



Figur 5. Vägdike längs Riksväg 34, Sverige. Foto: Hejdlösa bilder AB/VTI.

Provtagningar av dikesjord invid motorvägssträckan Västerås-Enköping har visat att däckpartiklar förekommer både i dikesslätten närmast vägen och i dikesbotten (Polukarova m.fl., 2025a). De högsta halterna återfanns nära vägkanten, medan lägre halter uppmättes i dikesbotten. Däckpartiklar uppmättes dessutom i jordlager ned till 0,5 m, vilket sannolikt beror på transport via sprickor som bildats vid torka och genom rotkanaler. I en norsk studie visade resultaten att halterna av däckpartiklar i vägdiken inte varierade med avståndet från vägen (0–6 m) (Rødland m.fl., 2023). Fastläggningskapaciteten kan således variera mellan olika diken och kan bero på flera faktorer.

Tidigare experimentella studier har identifierat flera faktorer som påverkar vägdikens reningsförmåga, inklusive fysiska egenskaper såsom bredd, längd och lutning (Ekka m.fl., 2024), markfuktighet (Rujner m.fl., 2018) samt jordens infiltrationskapacitet (Ebrahimian m.fl., 2020). I en kontrollerad laboratoriestudie undersöktes jordblandningars retentionseffektivitet i kolonner för att efterlikna vägdiken och för att rena mikroplastpartiklar från däckslitage, metaller och däckhärledda organiska additiver i förorenat dagvatten (Polukarova m.fl., 2025b). Fem olika jordblandningar med och utan vegetationslager studerades under en tio månader lång försöksperiod med veckovis tillsats av förorenat dagvatten för att simulera långsiktig belastning. Resultaten visade att den genomsnittliga retentionen av däckpartiklar varierade mellan 93 och 99 % vilket indikerar att vägdiken har god förmåga att fastlägga dessa föroreningar. Resultaten visade även att tillsats av biokol ger en god retentionen av samtliga undersökta föroreningar.

Kolonner planterade med gräs uppvisade däremot den lägsta retentionen för däckpartiklar, vilket kan förklaras av ökad genomströmning via rotkanaler som skapade preferentiella flödesvägar. Torra perioder ledde till en minskad retention av däckpartiklar, troligen på grund av sprickbildning i jorden och därmed ökad makroporbildning, vilket möjliggör snabbare transport av partiklar genom jordbädden. Retentionen av partikelbundna däckhärledda organiska additiver var hög (94–100 %), men studien visade att vissa lösta additiver, som 2,4,6-tris(metoxymetyl)amino-1,3,5-triazin (HMMM), 2-hydroxybenzotiazol (OHBT), 2-mercaptobenzotiazol (MTBT) och benzotiazole-2-sulfonsyra (BTSA) kan läcka ut. Detta medför att hänsyn behöver tas även för denna typ av förore-

ningar vid hantering av avrinning från motorvägar och landsvägar, särskilt i områden där grundvatten eller andra känsliga miljöer behöver skyddas. I en annan studie påvisades en stark korrelation mellan uppmätta totalhalter av metaller och däckpartiklar, och ingen eller endast svag korrelation mellan lösta metaller och däckpartiklar i dikesjord (Rødland m.fl., 2023; Polukarova, 2025), vilket indikerar att framförallt lösta metaller och mikroplastpartiklar från däckslitage har olika transport- och fastläggningsmekanismer. Därför krävs åtgärder som antingen kan hantera alla olika trafikrelaterade föroreningar eller som är specifikt anpassade för respektive föroreningstyp. Detta kan åstadkommas genom design av vägdiken som optimerar retentionen av både partikulära och lösta föroreningar, till exempel genom val av filtermaterial och tillsats av sorbenter som biokol.

För att upprätthålla sin avvattningskapacitet, behöver diken rensas med jämna mellanrum, vilket medför att dessa massor som innehåller däck- och vägslitagepartiklar och andra föroreningar behöver omhändertas (Johannesson och Lithner, 2021). Detta blir särskilt relevant i ljuset av klimatförändringar, med ökad nederbörd och längre torra perioder, vilket ökar risken för jordkompaktering och minskad infiltration.

### 2.3.2. Sedimentation

Utöver diken finns även vägdagvattenanläggningar som används för att ytterligare fördröja och rena vägdagvatten. Den vanligaste typen av vägdagvattenanläggning i Sverige är dagvattendammar (CEDR, 2016) och ett exempel på en dagvattendamm visas i Figur 6. Vägdagvattendammar är enligt Blecken (2016) konstruerade för att sedimentera partiklar inom storleksintervallet 10  $\mu\text{m}$  till 5 mm och kan därför vara effektiva på att avskilja mikroplastpartiklar. En studie har visat att avskiljningsgraden i två dagvattendammar var 90–100 procent för mikroplastpartiklar större än 20  $\mu\text{m}$  (Jönsson, 2016). Senare studier har emellertid visat att en stor andel av antalet däck- och vägslitagepartiklar är i storleksordningen  $< 20 \mu\text{m}$  (Järllskog, 2022) och studier behövs för att bedöma fastläggningen av dessa i sediment.



Figur 6. Exempel på dagvattendamm. Foto Vegtech (<https://vegtech.se/inspiration/dagvattendammar>). Publicerad med tillstånd från Vegtech, 2025.

I en dansk studie utfördes analyser av utgående vatten och sediment från fyra dagvattendammar i syfte att fastställa förekomst och avskiljningseffektivitet för mikroplaster och däckslitagematerial av partiklar  $> 10 \mu\text{m}$  (Rasmussen m.fl., 2024). Mikroplaster kvantifierades i samtliga insamlade prover och koncentrationerna av däckslitagepartiklar i dammarnas sediment varierade från 18 till 860 mg/kg. Den genomsnittliga avskiljningsgraden för mikroplaster  $< 500 \mu\text{m}$  var 88 %, och för större mikroplaster ( $> 500 \mu\text{m}$ ) och för däckslitagematerial uppskattades den till 95 %. Resultaten i denna studie visade att dagvattendammar kan vara en sedimentationsbaserad barriär för reduktion av både mikroplaster och däckslitagematerial i urbana dagvattenflöden. I en annan studie analyserades koncentrationer av mikroplaster, storlekar, polymertyper och fördelning mellan inlopp och utlopp av partiklar 20–450  $\mu\text{m}$  i sediment från fem dagvattendammar och en underjordisk sedimentationstank i Sverige (Öborn m.fl. 2024). Förekomst av uppmätta mikroplaster i sediment visade stora variationer mellan och inom olika anläggningar med koncentrationer på totalt 1 440–72 209 partiklar/kg beräknat motsvara ca 0,120–2,95 mg/kg och koncentrationer av däckslitagepartiklar upp till 69,3 mg/kg. De i Sverige och Danmark uppmätta koncentrationerna kan jämföras med analyser på sediment från två dammar i Tyskland som visade på mycket högre koncentrationer av däckslitagepartiklar ( $< 500 \mu\text{m}$ ), från 170 mg/kg upp till 480 mg/kg (Klößner m.fl., 2020). De högre halterna i denna studie kan

förklaras med att även partiklar  $< 10 \mu\text{m}$  ingick i analysen. Resultaten här visar vikten av att även inkludera mindre partiklar än  $10 \mu\text{m}$  i analyser på mikroplaster och däckslitagepartiklar i olika miljöprover.

Såväl förorenade sediment som dikesmassor behöver hanteras så att risken för spridning av däck- och vägslitagepartiklar, liksom av andra föroreningar, minimeras i samband med att de omhändertas. Dagvattendammar behöver regelbundet underhåll i form av avlägsnande av vegetation och borttagande av skräp från inlopp och utlopp (Blecken m. fl. 2017). Sedimentet i dagvattendammar behöver också avlägsnas när sedimentmängden medför risk för partikeltransport eller stör anläggningen på annat sätt. Då sediment från dagvattendammar ofta innehåller mycket höga halter av föroreningar behöver de renas innan de kan läggas på deponi. Till exempel pågår forskning där man utvecklar tekniker för att rena marina sediment och dagvattensediment med hjälp av densitetsseparering och fotoelektrisk katalys (Norén m.fl., 2025). Med den fotoelektriska katalytiska metoden bryts organiska föroreningar ned samtidigt som metaller återvinns.

### 2.3.3. Bioretentionsfilter

I en nyligen utförd studie konstruerades 13 bioretentionsfilter i en pilotanläggning för att utvärdera hur dessa filter kan rena förorenat dagvatten. Avrinning från en motorväg och angränsande hårdgjorda ytor som hade försedimenterat i en kammare användes för bevattning av filtren (Johansson m.fl., 2024). I tio av filtren planterades en kombination utvalda växtarter: Trift (*Armeria maritima*), Havtorn (*Hippophae rhamnoides*), Veketåg (*Juncus effusus*) och Rödsvingel (*Festuca rubra*), se Figur 7.



Figur 7. Pilotanläggning för att utvärdera funktion och processer i bioretentionsfilter med tillsatts av sorbentmaterial. Foto: Glenn Johansson. (från Johansson, m.fl. 2024).

Det unika med denna pilotanläggning är användningen av innovativa filtermaterial som sorbenter. Utöver sandig lerjord innehöll filtren sorptionsaktiva tillsatser såsom bottenaska från avfallsförbränning, biokol eller torv. Under uppstartsfasen visade samtliga filter en hög avskiljningsförmåga för ett brett spektrum av föroreningar. Alla filter avlägsnade effektivt mikroplaster  $>10 \mu\text{m}$ , organiska föroreningar och de flesta metaller. Koppar lakades ut från alla filter initialt men minskade signifikant i biokolfiltren i slutet av perioden, medan de andra filtren visade en nedåtgående trend. Samtliga filter lakade ut näringsämnen initialt, men koncentrationerna minskade med tiden, och biokolfiltren hade effektivt reducerat kväve efter några veckor. För att testa systemens robusthet utsattes valda bioretentionsfilter för simulerade regnhändelser motsvarande en 50-års återkomsttid (Johansson m.fl., 2025). Trots höga flöden reducerade filtren effektivt koncentrationer av mikroplaster  $>10 \mu\text{m}$ , organiska föroreningar och de flesta metaller i utgående vatten. Bioretentionsfiltren utsattes även för en tre månader lång torkperiod (Johansson m.fl., 2025, submitted). Under denna tid försämrades reningsgraden, särskilt i filter med torv. Efter återupptagen bevattning återhämtade sig dock samtliga filters prestanda snabbt, vilket tyder på en god resiliens. Sammantaget visar resultaten från dessa studier att bioretentionssystem kan ge en effektiv rening av urbana dagvattenflöden även under

varierande klimatförhållanden, förutsatt att de dimensioneras och underhålls med hänsyn till både hydrauliska och kemiska processer. Detta understryker betydelsen av robust design för att säkra långsiktig funktion och motståndskraft mot ett förändrat klimat i framtida dagvattenhantering.

I andra studier som har gjorts visas också goda resultat för avskiljning av mikroplaster i bioretentionsfilter. I ett filter som har studerats i Kanada visade resultaten en avskiljningseffekt på 84 % av mediankoncentrationen av mikroplastpartiklar inkluderat svarta däckpartiklar i intervallet 106–5000  $\mu\text{m}$ , och att filtret därmed var effektivt för att filtrera bort mikroplaster och förhindra deras spridning till nedströms miljöer (Smyth m.fl., 2021). I en studie från USA visades att ett bioretentionsfilter kvarhöll 96 % av mikroplastpartiklar och i genomsnitt och 100 % av svarta gummifragment > 125  $\mu\text{m}$  som också var den dominerande mikroplasten (Werbowski m.fl., 2021). I en doktorsavhandling visas att bioretentionssystemen som har studerats effektivt kan kvarhålla mikroplaster 20 – 300  $\mu\text{m}$ , totala metaller, medan avskiljningen av lösta metaller är mindre effektiv (Lange, 2021). I studien framkom att vegetation bidrog till en förbättrad avskiljning av mindre partiklar, främst inom intervallet 20–100  $\mu\text{m}$ , emedan faktorer som användning av salt och tidigare torrperioder försämrade metallavskiljningens effektivitet. Valet av växtarter utifrån deras egenskaper har stor betydelse för rening av metaller, men endast rotbiomassans omfattning visade sig i denna studie påverka avskiljningen. Ytterligare studier om bioretentionsfilters avskiljningseffektivitet för metaller och organiska föroreningar presenterats i doktorsavhandlingar av Furén (2025) och Beryani (2025). Livslängden för bioretentionsfilter och den tid under vilken de bibehåller en hög reningskapacitet innan mättnad av metaller uppstår är ännu inte fastställd. Innan de rekommenderas för fullskaliga tillämpningar bör även filtrens funktionalitet efter en längre driftperiod, och hur uttjänta filter kan hanteras på ett hållbart sätt, utvärderas.

Fotoelektrokatalys för nedbrytning av organiska föroreningar i kombination med samtidig metallutvinning från kraftigt förorenat dagvattensediment (Norén m.fl., 2025) kan även ha potential att tillämpas för regenerering och återvinning ur förbrukade material i bioretentionsfilter. Även densitetsseparation med hjälp av saltlösningar kan vara en effektiv metod för att avlägsna däckpartiklar och andra föroreningar från uttjänta filtermaterial. Vidare kan upptag och nedbrytning i, och återvinning av föroreningar ur, växtmassa vara ytterligare möjligheter. Denna typ av integrerade renings- och återvinningsstrategier kan bidra till att öka resurseffektiviteten och minska behovet av nyproducerade filtermaterial.

#### 2.3.4. Rening i dagvattensystem

I nyligen utförda studier vid Testsite E18 utanför Västerås kvantifierades däckpartiklar i samtliga prover tagna i snö, jord, dagvatten, recipientvatten och sedimentprover, vilket bekräftar deras utbredda spridning (Gaggini, 2025). Förhöjda koncentrationer av däckslitagepartiklar förekom i snö längs vägen och i dagvatten under regn. Korrelationsanalyser visade starka samband mellan däckpartiklar och suspenderade ämnen, organiskt innehåll och metaller i vattenburna provmatriser. Mikroplastanalyser i avrinning från vägen och i dagvattensystemet visade på stor förekomst av polyeten-, polypropen- och gummipolymerer. En begränsad retention observerades i dagvattensystemet. Förekomst av däckpartiklar i närliggande recipient visar på omfattande spridning från vägar. Fina partiklar 1,6–20  $\mu\text{m}$  representerade en betydande andel av de totala koncentrationerna av däckpartiklar, särskilt i dagvattnet, vilket belyser deras relevans för övervakning och behandling.

Dagvatten som transporteras i kombinerade ledningssystem renas vid avloppsreningsverk, vilket kan vara effektivt för att ta bort mikroplaster (Johannesson och Lithner, 2021). Det finns flera studier som kvantifierat reningseffekten av mikropartiklar och andra mikroplaster än de från däck och vägslitage i kommunala avloppsreningsverk. I dessa studier har man funnit att avskiljningsgraden av partiklar i storlekar mellan 10 och 500  $\mu\text{m}$  är större än 99 procent (Ljung m.fl, 2018, Magnusson & Wahlberg, 2014). Kombinerade avloppsverk byggdes endast fram till 1950-talet i större städer och utgör idag 13 % av avlopps nätet (Johannesson och Lithner, 2021). Därför renas idag endast några få procent av

allt dagvatten i reningsverk i Sverige (Stahre, 2004; Naturvårdsverket, 2016). Enligt statistik från Sveriges kommuner renas endast 8 procent av dagvattnet i tätbyggt område från partiklar och andra föroreningar, resterande del (92 %) rinner orenat rakt ut i vattendrag och sjöar (Naturvårdsverket, 2016). Dagvatten från hårdgjorda ytor i urban miljö leds i dagsläget främst ner i diken och rännstensbrunnar och därefter i ledningsnät till en närliggande recipient (Naturvårdsverket, 2019). För närvarande utvecklas och testas filter som monteras i dagvattenbrunnar (t.ex. Venghaus m.fl. 2023). I laborativ uppställning har metoden visats ha en effektivitet på upp till 97 % för uppsamlat vägdeponerat material, men effektiviteten för fraktioner mindre än 63 µm var lägre, upp till 66 %.

### 3. Sammanfattning av möjliga åtgärder

Det finns flera åtgärder som redan idag kan vidtas för att minska spridningen av mikroplaster och andra föroreningar från däckslitage. De kan vara sådana som minskar uppkomsten såsom begränsat trafikarbete, sänkta hastigheter, Ecodriving och ett lugnare körmönster, en övergång till lättare och mindre accelerationsstarka fordon, men även optimerad konstruktion och sammansättning av däckmaterial, ökad slitstyrka hos däcken och åtgärder som att säkerställa optimalt däcktryck och hjulinställning samt att minska vägytors ojämnheter (Andersson-Sköld m.fl., 2020, Johannesson & Lithner, 2021, Polukarova m.fl., 2024). Även om däckslitaget minskar kommer åtgärder för att minska spridning och påverkan på recipienter att krävas.

Exempel på åtgärder för att minska spridningen är uppsamling av däckslitagepartiklar under färd, gatusopning, filter i brunnar, fastläggning i diken, sedimentation och bioretentionsfilter. I Tabell 1 ges en sammanställning av uppmätt effektivitet av åtgärder som ingår in denna rapport.

Tabell 1. Uppmätt effektivitet av åtgärder.

Typ av åtgärd	Effektivitet	Referens	Kommentar
Uppsamling av däckslitagepartiklar under färd	60 %	Wilson (2020)	I dagsläget krävs mer studier för att utveckla och utvärdera metoden
Gatusopning	Beror på flera faktorer och effektiviteten per maskin under olika förhållanden är ännu inte helt säkerställd. Utöver variation i effektivitet kan gatusopning bidra till uppkomst av mikroplast på grund av slitage av plastborstar.	Järllskog m.fl. (2017) Järllskog m.fl. (2020) Snilsberg m.fl. (2018) Polukarova m.fl. (2020) Gustafsson m.fl. (2023)	Gatustädning har potential att minska förekomsten av mikroplaster i vägmiljön. För små partiklar, som mikroplast, är sannolikt vakuumsug att föredra. Fortsatt utvärdering, eventuell optimering och framtagande av riktlinjer för effektiv gatusopning behövs. Riktlinjer för hantering av de mycket höga föroreningshalterna i sopsand och sopvatten behöver tas fram.
Vinterväghållning	Studier som fastställt åtgärdens effektivitet saknas.	Blomqvist m.fl. (2023) Johannesson & Lithner (2021)	Behov av vidare studier för optimering och bedömning av vinterväghållningens effekter på spridningen av mikroplast från däckslitage och andra föroreningar. För att undvika spridning av mikroplaster med snö kan frekventare vinterväghållningsåtgärder vidtas. Riktlinjer för hanteringen av de snömassor som genereras vid snöröjning behöver tas fram.
Fastläggning i dike	Laboratoriestudier tyder på upp till 93–99 % fastläggning.	Polukarova (2025)	Vidare studier över tid och under fler förhållanden samt i fält behövs.

Typ av åtgärd	Effektivitet	Referens	Kommentar
Fastläggning i dike med biokol	Laboratoriestudier tyder på upp till 97–100 % fastläggning.		
Dagvattendammar	90–100 % procent för mikroplastpartiklar större än 20 µm.	Jönsson (2016)	En stor andel av antalet däck- och vägslitagepartiklar är <20 µm (Järtskog, 2022). Studier behövs för att bedöma fastläggningen av dessa. Sedimentet i dagvattendammar behöver ibland rensas bort. Förorenade sediment behöver hanteras så att risken för spridning av däck- och vägslitagepartiklar, liksom av andra föroreningar, minimeras.
	88 % av mikroplaster <500 µm 95 % av större mikroplaster (> 500 µm) 95 % av däckslitagepartiklar	Rasmussen m.fl. (2024)	
Bioretentionsfilter	> 97 % mikroplast- och gummidäckspolymerer i filter med tillsats av aska från avfallsförbränning	Johansson m.fl. (2025)	Studien gjord med avseende på mikroplastpolymerer > 10 µm inkluderat däckslitagepartiklar 1,6–500 µm vid simulering av kraftigt regn vintertid.
	>96 % mikroplast- och gummidäckspolymerer i filter med tillsats av biokol.		
	> 99 % mikroplast- och gummidäckspolymerer i filter med tillsats av aska. >98 % mikroplast-gummidäckspolymerer i filter med tillsats av biokol.	Johansson m.fl. (2024)	Studien gjord med avseende på mikroplastpolymerer inkluderat mikroplast från däckslitagepartiklar 10–500 µm.
	88 % mikroplastpartiklar.	Lange m.fl. (2022)	Studien gjord med avseende på mikroplastpartiklar inkluderat gummidäckspolymerer 20–100 µm.
	84 % mikroplastpartiklar inkluderat svarta gummidäckspartiklar.	Smyth m.fl. (2021)	Studien gjord med avseende på mikroplast inkluderat däckslitagepartiklar 10–5000 µm.
	96 % mikroplastpartiklar. 100 % svarta gummifragment.	Werbowski m.fl. (2021)	Studien gjord med avseende på mikroplast från däckslitagepartiklar > 125 µm.
Avloppsreningsverk	84 % median.	Ljung m.fl, 2018  Magnusson & Wahlberg, 2014	Partiklar 10–500 µm Endast tätbebyggda områden där 8 % av dagvattnet renas i avloppsreningsverket.
Filter som monteras i dagvattenbrunnar	≤97 % uppsamlat vägdeponerat material. ≤63 % för partiklar <63 µm.	Venghaus m.fl. 2023	Pågående studie URBANFILTER

För att undvika spridning i samband med gatusopning bör dock riktlinjer för hantering av sopsand och sopvatten, liksom för snöhantering, tas fram.

Förbättrad fastläggning i diken av såväl mikroplast som andra föroreningar kan vara möjlig vid tillsats av biokol. Dock behöver dess effektivitet över tid, liksom effektiviteten vid olika väderleksförhållanden förstås bättre.

Livslängden för bioretentionsfilter och den tid under vilken de bibehåller en hög reningskapacitet är ännu inte fastställd och beror av dess design. Designen av bioretentionsfilter är av stor betydelse för att säkra långsiktig funktion och motståndskraft mot ett förändrat klimat i framtida dagvattenhantering.

Återvinning ur uttjänta filter och sorptionsmaterial är möjlig, men dess effektivitet och storskaliga användning behöver utvecklas och optimeras.

---

## Referenser

---

- Abdel-Wahab, M. M., Wang, C., Vanegas-Useche, L. V., & Parker, G. A., 2011. Experimental determination of optimum gutter brush parameters and road sweeping criteria for different types of waste. *Waste Management*; 31: 1109-1120. 10.1016/j.wasman.2010.12.014
- Andersson-Sköld, Y., Johannesson, M. Gustafsson, M., Järllskog, I., Lithner, D., Polukarova, M., & Strömwall, A-M. (2020) Mikroplast från däckoch väglitage - En kunskapssammanställning, VTI rapport 1028
- Aronsson, M., Galfi, H., Magnusson, K., Polukarova, M., Strömwall, A.-M. & Gustafsson, K. (2018). Förekomst och spridning av mikroplast, gummi och asfaltspartiklar från vägtrafik. Trafikkontoret, Göteborgs stad.  
<https://www.ivl.se/download/18.694ca0617a1de98f4730d8/1625758703370/FULLTEXT01.pdf>
- Beryani, A. (2025), Organic Micropollutants in Stormwater and Biofilter Systems Treatment, Accumulation, and Dynamics, PhD Thesis, Urban Water Engineering Division of Architecture and Water Department of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering Luleå University of Technology
- Björklund, K., Strömwall, A-M. & Malmqvist, P-A (2011) Screening off organic contaminants in urban snow, *Water Sci Technol*, 64 (1), 206, doi.org/10.2166/wst.2011.642,
- Blecken, G. W. (2016). Kunskapssammanställning – Dagvattenrening. (Rapport Nr 2016-05).  
[http://www.svenskvatten.se/contentassets/979b8e35d47147ff87ef80a1a3c0b999/svurapport\\_2016-05.pdf](http://www.svenskvatten.se/contentassets/979b8e35d47147ff87ef80a1a3c0b999/svurapport_2016-05.pdf)
- Blomqvist, G., Järllskog, I., Gustafsson, M., Polukarova, M., Andersson-Sköld, Y., 2023. Microplastics in snow in urban traffic environments. VTI rapport 1171A.
- CEDR (2016). Management of contaminated runoff water: current practice and future research needs. (Report 2016/01). <https://www.cedr.eu/download/Publications/2016/CEDR2016-1-Management-ofcontaminated-runoff-water.pdf>
- Ebrahimian, A., Sample-Lord, K., Wadzuk, B., & Traver, R. (2020) Temporal and spatial variation of infiltration in urban green infrastructure. *Hydrological Processes*, 34(4), 1016– 1034, doi.org/10.1002/hyp.13641
- Ekka, S. A., Hunt, W. F., & McLaughlin, R. A. (2024) Systematic evaluation of swale length, shape, and longitudinal slope with simulated highway runoff for better swale design, *Environmental Science and Pollution Research*, <https://doi.org/10.1007/s11356-024-35474-1>
- Furén, R. (2025) Stormwater bioretention systems: Water quality treatment and long-term pollutant accumulation, PhD Thesis, Urban Water Engineering Division of Architecture and Water Department of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering Luleå University of Technology.
- Gaggini, E.L., (2025) Tyre wear particles in the near-road environment of a Swedish highway Characterisation of concentrations and transport dynamics across snow, soil and through a stormwater system, Thesis for the degree of doctor of philosophy, Department of Architecture and Civil Engineering Chalmers University of Technology

Gaggini, E.L., Polukarova, M., Bondelind, M., Rødland, E., Strömwall, A.-M., Andersson-Sköld, Y. & Sokolova, E. (2024) Assessment of fine and coarse tyre wear particles along a highway stormwater system and in receiving waters: Occurrence and transport, *Journal of Environmental Management*, 367, 121989, [doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121989](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121989).

Gaggini, E.L., Sokolova, E., Rødland, E.S., Strömwall, A.-M., Andersson-Sköld, Y., & Bondelind, M. (2025). Tyre wear particles in a highway stormwater system during rain: quantification by automatic sampling and Pyrolysis-GC/MS and correlations with metals, solids and turbidity *Environmental Science: Water Research & Technology*, DOI: [10.1039/d5ew00656b](https://doi.org/10.1039/d5ew00656b)

Gaggini, E.L. Sokolova, E. Rødland, E.S., Strömwall, A.-M., Andersson-Sköld, Y., & Bondelind, M. (2025) Characterisation and spatial distribution of tyre wear particles in Swedish highway snow: Loads into roadside ditches and risk of emissions with snowmelt, *Environmental Challenges*, 20, 101228, [doi.org/10.1016/j.envc.2025.101228](https://doi.org/10.1016/j.envc.2025.101228)

Gustafsson, M., Bennet, C., Blomqvist, G., Johansson, C., Norman, M., & Sjövall, B. (2011) Utvärdering av städmaskiners förmåga att minska PM10-halter. Swedish National Road and Transport Research Institute. Linköping, Sweden. VTI-Rapport 707. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-1805>.

Gustafsson, M., Blomqvist, G., Elmgren, M., Johansson, C., Järleskog, I., Lundberg, J., Norman, M. & Silvergren, S. (2019a). Driftåtgärder mot PM10 i Stockholm : utvärdering av vintersäsongen 2017–2018. VTI Rapport 1000. Statens väg- och transportforskningsinstitut. <http://vti.divaportal.org/smash/get/diva2:1287718/FULLTEXT01.pdf>

Gustafsson, M., Blomqvist, G., Järleskog, I., Lundberg, J., Niska, A., Janhäll, S., Norman, M., Eneroth, K. & Johansson, C. (2019b). Optidrift : optimerad vinter- och barmarksdrift för bättre 118 VTI rapport 1028 luftkvalitet. (1004). Statens väg- och transportforskningsinstitut. <http://vti.divaportal.org/smash/get/diva2:1296413/FULLTEXT02.pdf>

Gustafsson, M., Polukarova, M., Blomqvist, G., Järleskog, I. & Andersson-Sköld, Y. (2023) Street sweeping A source to, or measure against, microplastic emissions?, VTI rapport 1170A

Janhäll, S., Gustafsson, M., Andersson, K., Järleskog, I., Lindström, T., 2016. Utvärdering av städmaskiners förmåga att reducera vägdammsförrådet i gatu- och tunnelmiljöer i Trondheim. Swedish National Road and Transport Research Institute. Linköping, Sweden. VTI-Rapport 883. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-8292>.

Johannesson, M., Lithner, D. (2021) Potentiella styrmedel och åtgärder mot mikroplast från däck- och vägslitage - Kartläggning och prioritering, VTI rapport 1092

Johansson, G., Karlfeldt Fedje, K., Modin, O. m.fl. (2024). Removal and release of microplastics and other environmental pollutants during the start-up of bioretention filters treating stormwater. *Journal of Hazardous Materials*, 468. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.133532>

Johansson, G., Polukarova, M., Karlfeldt Fedje, K. m.fl. (2025). Removal of microplastics, organic pollutants and metals from stormwater in bioretention filters with added sorbent material during simulated extreme rainfall events under winter conditions with dormant plants. *Journal of Hazardous Materials*, 496. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.138868>

Järleskog, I., Blomqvist, G., Gustafsson, M. & Janhäll, S. (2017). Utvärdering av städmaskiners förmåga att reducera vägdammsförrådet i gatu- och tunnelmiljöer: En fältstudie i Trondheim 2016.

Statens väg- och transportforskningsinstitut. VTI-rapport 953.  
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-12559>

Järllskog, I., Strömwall, A-M., 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,  
[doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138950](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138950)

Järllskog, I., Strömwall, A-M., Magnusson, K., Galfi, H., Björklund, K., Polukarova, M., Garção, R., Markiewicz, A., Aronsson, M., Gustafsson, M., Norin, M., Blom, L., & Andersson-Sköld, Y. (2021), Traffic-related microplastic particles, metals, and organic pollutants in an urban area under reconstruction, *Science of The Total Environment*, 774,145503,  
[doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145503](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145503)

Järllskog, I., Jaramillo-Vogel, D., Rausch, J., Perseguers, S., Gustafsson, M., Strömwall, A.M., & Andersson-Sköld, Y., (2022). Differentiating and Quantifying Carbonaceous (Tire, Bitumen, and 47 Road Marking Wear) and Non-carbonaceous (Metals, Minerals, and Glass Beads) Non-exhaust Particles in Road Dust Samples from a Traffic Environment. *Water Air Soil Pollut* 233, 1–24.  
<https://doi.org/10.1007/s11270-022-05847-8>

Jönsson, R. (2016). Mikroplast i dagvatten och spillvatten. Institutionen för geovetenskaper, Uppsala Universitet

Kang, J., Liu, X., Dai, B., Liu, T., Haider, F.U., Zhang, P., Habiba, Cai, J. Tyre Wear Particles in the Environment: Sources, Toxicity, and Remediation Approaches. *Sustainability* 2025, 17, 5433. <https://doi.org/10.3390/su17125433>

Klößner, P., Seiwert, B., Eisentraut, P., Braun, U., Reemtsma, T., & Wagner, S. (2020) Characterization of tire and road wear particles from road runoff indicates highly dynamic particle properties, *Water Research*, 185, 116262, [doi.org/10.1016/j.watres.2020.116262](https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116262).

Lange, K., (2021) Metal and microplastic treatment in stormwater bioretention, PhD Thesis, Urban Water Engineering Division of Architecture and Water Department of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering Luleå University of Technology

Lange, K., Österlund, H., Viklander, M. & Blecken, G-T. (2022) Occurrence and concentration of 20–100 µm sized microplastic in highway runoff and its removal in a gross pollutant trap – Bioretention and sand filter stormwater treatment train, *Science of The Total Environment*, 809, 151151,  
[doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151151](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151151)

Magnusson, K., Eliasson, K., Fråne, A., Haikonen, K., Hultén, J., Olshammar, M., Stadmark, J. & Voisin, A. (2016). Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment - A review of existing data. IVL Svenska Miljöinstitutet. <https://www.naturvardsverket.se/-upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2016/mikroplaster-/swedish-sources-and-pathways-for-microplastics-to-marine%20environment-ivl-c183.pdf>

Mattsson, K., de Lima, J.A. , Wilkinson, T., Järllskog, I., Ekstrand, E., Andersson-Sköld, Y., Gustafsson, M., & Hassellöv, M. (2023) Tyre and road wear particles from source to sea. *Micro Nanoplastics*, 3 (1) (2023), p. 14, [10.1186/s43591-023-00060-8](https://doi.org/10.1186/s43591-023-00060-8)

Männikkö, J.-P., Niemi, J., Ritola, R., Kupiainen, K., Pirjola, L., Väkevä, O., Virtanen, T., 2014. REDUST: Best practices in winter maintenance to reduce respirable street dust. [www]

[https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n\\_proj\\_id=3734](https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=3734). (Available: 2023-04-12).

Naturvårdsverket (2016). Styrmedel för minskad dubbdäcksanvändning. PM 2016-03-09. NV-00416-16. <http://naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-isverige/luft/Styrmedel%20för%20minskad%20dubbdäcksanvändning%20-%20en%20studie.%20Naturvårdsverket,%202016.pdf>

Naturvårdsverket (2019). Regeringsuppdrag att föreslå etappmål om dagvatten. Skrivelse 2019-03-26. Ärendenr: NV-08865-17. <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-isamhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2019/redovisning-ru-etappmal-for-dagvattenskrivelse.pdf>

Norén, A., Modin, O., Rauch, S., Karlfeldt Fedje, K., Björklund, S., Kumar Thoutam, A., Markocsan, N., Andersson-Sköld, Y. & Strömvall, A-M. (2025) Enhanced photoelectrocatalysis for oxidation of organic pollutants and metal recovery from polluted water and sediments, *Journal of Hazardous Materials*, 500, 140375, [doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.140375](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.140375).

Polukarova, M. (2025) Tyre Wear Particles: Emissions and Distribution in Soil and Stormwater Systems in Near Road Environments, PhD Thesis, Water Environment Technology, Department of Architecture and Civil Engineering, Chalmers University of Technology

Polukarova, M., Gaggini, E.L., Rødland, E., Sokolova, E., Bondelind, M., Gustafsson, M., Strömvall, A-M., Andersson-Sköld, Y., 2025a. Tyre wear particles and metals in highway roadside ditches: Occurrence and potential transport pathways. *Environmental Pollution*, 125971. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2025.125971>

Polukarova, M., Hjort, M., & Gustafsson, M. (2024) Comprehensive approach to national tire wear emissions: Challenges and implications, *Science of The Total Environment*, 924, 171391, [doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171391](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171391).

Polukarova, M., Johansson, G., Rødland, R., Strömvall, A-M., Andersson-Sköld, Y., 2025b. Transport of TWP, tyre-derived chemicals and metals in road ditch soil with and without the addition of biochar. In prep.

Polukarova, M., Markiewicz, A., Björklund, K., Strömvall, A. M., Galfi, H., Andersson Sköld, Y., Gustafsson, M., Järslkog, I., Aronsson, M., 2020. Organic pollutants, nano- and microparticles in street sweeping road dust and washwater. *Environment International*; 13510.1016/j.envint.2019.105337.

Rasmussen LA, Liu F, Klemmensen NDR, Lykkemark J, & Vollertsen J. (2024) Retention of microplastics and tyre wear particles in stormwater ponds. *Water Res.*, 248:120835. [doi: 10.1016/j.watres.2023.120835](https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.120835). Rujner, H., Leonhardt, G., Marsalek, J., Perttu, A. M., & Viklander, M. (2018) The effects of initial soil moisture conditions on swale flow hydrographs. *Hydrological Processes*, 32(5), 644–654, [doi.org/10.1002/hyp.11446](https://doi.org/10.1002/hyp.11446)

Rødland, E.S., Lind, O.C., Reid, M.J., Heier, L.S., Okoffo, E.D., Rauert, C., Thomas, K. V, Meland, S.(2022). Occurrence of tire and road wear particles in urban and peri-urban snowbanks, and their potential environmental implications. *Sci Total Environ* 824, 153785. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153785>

Sager, M. (2020) Urban Soils and Road Dust—Civilization Effects and Metal Pollution—A Review, *Environments*, 7 (11), [doi.org/10.3390/environments7110098](https://doi.org/10.3390/environments7110098)

Smyth, K., Drake, J., Li, Y., Rochman, C., Van Seters, T. & Passeport, E. (2021) Bioretention cells remove microplastics from urban stormwater, *Water Research*, 191, 116785, doi.org/10.1016/j.watres.2020.116785.

Snilsberg, B., Gryteselv, D., Sætermo Veivåg, I.-L., Lamo Hauan, T., Dalseth Austigard, Å., 2018. Renholdsforsøk 2017: Uttesting av renholdsmaskiner i gate i Trondheim. Statens Vegvesen, Trondheim, Norway. Statens vegvesens rapporter nr 534. <https://hdl.handle.net/11250/2671430>

Stockholms stad (2019). Stockholms stads Handlingsplan för minskad spridning av mikroplast. 2020–2040. <https://start.stockholm/globalassets/start/om-stockholms-stad/politik-ochdemokrati/styrandedokument/stockholms-stads-handlingsplan-for-minskad-spridning-avmikroplaster-2020-2024--200326.pdf>

Sundt, P., Schulze, P.-E. & Syversen, F. (2014). Sources of microplastic pollution to the marine environment. Mepes för Norska Miljödirektoratet. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M321/M321.pdf>

Sundt, P., Syversen, F., Skogesal, O., & Shultze, P.-E. (2016). Primary microplastic-pollution: Measures and reduction potentials in Norway. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M545/M545.pdf>

Thompson, R.C., Courteney-Jones, W., Boucher, J., Pahl, S., Raubenheimer, K., & Koelmans, A.A. (2024) Twenty years of microplastic pollution research—What have we learned? *Science* 386(6720). doi: 10.1126/science.adl2746

Vanegas-Useche, L. V., Abdel-Wahab, M. M., Parker, G. A., 2015. Effectiveness of oscillatory gutter brushes in removing street sweeping waste. *Waste Management*; 43: 28-36. 10.1016/j.wasman.2015.05.014.

Vaze, J. & Chiew, F. H. S. (2002). Experimental study of pollutant accumulation on an urban road surface. *Urban Water* 4(4): 379-389. [doi.org/10.1016/S1462-0758\(02\)00027-4](https://doi.org/10.1016/S1462-0758(02)00027-4)

Vijayan, A., Österlund, H., Marsalek, J. & Viklander, M. (2024) Traffic-related metals in urban snow cover: A review of the literature data and the feasibility of filling gaps by field data collection, *Science of The Total Environment*, 920, 170640, doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170640

Vägverket (2003). Vägdikenas funktion och utformning - En beskrivning av multifunktionella diken. Publikation 2003:103. [https://trafikverket.ineko.se/Files/svSE/11120/RelatedFiles/2003\\_103\\_vagdikenas\\_funktion\\_och\\_utformning.pdf](https://trafikverket.ineko.se/Files/svSE/11120/RelatedFiles/2003_103_vagdikenas_funktion_och_utformning.pdf)

Wadstein, E., Arm, M. (2008). Skötsel av öppna vägdagvattenanläggningar. Publikation 2008:30, Vägverket. [https://trafikverket.ineko.se/Files/svSE/11437/RelatedFiles/2008\\_30\\_skotsel\\_av\\_oppna\\_vagdagvattenanlaggningar.pdf](https://trafikverket.ineko.se/Files/svSE/11437/RelatedFiles/2008_30_skotsel_av_oppna_vagdagvattenanlaggningar.pdf)

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 Res.*, 139 (2018), pp. 83-100, [10.1016/j.watres.2018.03.051](https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.03.051)

Wagner, M., Monclús, L., Arp, H.P.H., Groh, K.J., Løseth, M.E., Muncke, J., Wang, Z., Wolf, R., & Zimmermann, L. (2024) State of the science on plastic chemicals – Identifying and addressing chemicals and polymers of concern, *Zenodo*. doi:10.5281/zenodo.10701706

Wang, Y., Li, X., Yang, H., Wu, Y., Pu, O., He, W., & Li, X., (2024) A review of tire wear particles: Occurrence, adverse effects, and control strategies, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 283,116782, [doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116782](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116782).

Wilson, J. (2020, 4 mars). World's first device to capture harmful tyre particles invented by students. [Nyhet] Imperial College. Hämtad 2020-06-29 från: <https://www.imperial.ac.uk/news/195595/worldsfirst-device-capture-harmful-tyre/>

Zhao, B., Rehati,P., Yang, Z., Cai, Z., Guo, C. & Li, Y. (2024), The potential toxicity of microplastics on human health, *Science of The Total Environment*, 912, 168946, [doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168946](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168946).

Öborn, L., Österlund, H., Lorenz, C., Vianello, A., Lykkemark, J., Vollertsen, J., Viklander, M., 2024a. Composition and concentrations of microplastics including tyre wear particles in stormwater retention pond sediments. *Water Science and Technology* 90, 2857–2869. <https://doi.org/10.2166/wst.2024.368>

**V**TI är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut inom transportsektorn. Vi bedriver forskning och utveckling för att förbättra kunskapen om infrastruktur, trafik och transporter. Genom vårt arbete bidrar vi till att nå Sveriges transportpolitiska mål för tillgänglighet, säkerhet, miljö och hälsa.

Vi utför forskning på uppdrag inom alla transportslag och arbetar i en tvärvetenskaplig organisation. Den kunskap vi genererar ger viktig information till aktörer inom transportsektorn och används ofta direkt i nationell och internationell transportpolitik.

Utöver forskning erbjuder vi utredningar, rådgivning samt olika mät- och provningstjänster. På VTI har vi avancerad forskningsutrustning av olika slag och världsledande körsimulatorer. Vi har även ackrediterade laboratorier för vägmaterial och krocksäkerhetstestning.

Transportbiblioteket vid VTI är en nationell resurs som samlar in och sprider information om svensk transportforskning. Biblioteket ger stöd och vägledning till alla som söker information inom området vilket inkluderar lån- och kopieringsservice. Exempel på uppdrag är informationssökningar, handledning i referenshantering och skräddarsydd service till myndigheter och organisationer.

I Sverige samarbetar VTI med universitet och högskolor som bedriver relaterad forskning och utbildning. Vi deltar regelbundet i internationella forskningsprojekt, främst i Europa, och är aktiva inom internationella nätverk och allianser. Vi är cirka 240 medarbetare och finns i Linköping, Stockholm, Göteborg och Lund.

**vti**