



# Rapport

## Mikroplaster i regnbäddar Utvecklingsprojekt dagvatten, dnr 0642/23

2024-04-24

Helen Galfi

Gabriela Carvalho Nejstgaard

Rapport 2023:4

Titel: Mikroplaster i regnbäddar – Utvecklingsprojekt dagvatten

Författare: Helen Galfi och Gabriela Carvalho Nejstgaard

Utgivare: Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad

ISBN nr: 978-91-988145-3-8

Nyckelord: dagvatten, föroreningar, mikroplaster, regnbädd, regnrabatt, rening

Detta är en rapport i Kretslopp och vattens rapportserie. Hela rapportserien hittar du på: [goteborg.se/rapporter-kretslopp-och-vatten](https://goteborg.se/rapporter-kretslopp-och-vatten)

# Förord

*Mikroplaster i regnbäddar* är ett bidragsfinansierat projekt. Projektet har medfinansierats av Naturvårdsverkets bidrag för att minska utsläpp av mikroplaster och andra föroreningar till vattenmiljön via dagvatten. Etablering och genomförandet av Litteraturgatans multifunktionella infiltrationsyta har delvis finansierats av Naturvårdsverkets bidragspengar, delvis av Kretslopp och vattens (KoVs) investeringsbudget. Provtagning och uppföljning av mikroplaster har finansierats av KoVs utvecklingsbudget för skattemedel.

Naturvårdsverket hade i uppdrag att fram till 2023 fördela bidrag till åtgärder som förbättrar vattenmiljön. Dessa bidrag var avsedda för förstudier och investeringar eller investeringar i åtgärder som minskar mikroplaster och andra föroreningar via dagvatten samt förstudier inför investeringar i avancerad rening för avskiljning av läkemedelsrester vid avloppsreningsverk. KoV har sökt dessa bidrag sedan 2019 med en beviljningskvot på 75 procent.

Projektresultat har uppnåtts genom två examensarbeten under 2022 och 2023. Under 2022 genomfördes ett examensarbete i KoVs och Chalmers tekniska högskolas (CTHs) regi, *Regnrabatter för hållbar och innovativ behandling av mikroplaster*, om mikroplaster i regnbäddars substrat. Under 2022–2023 genomfördes ett examensarbete i KoVs och Göteborgs Universitetets (GUs) regi, *Quantification of microplastics in urban stormwater. A case study in a rain garden in Gothenburg*, om mikroplaster i regnbäddar i inkommande och utgående dagvatten.

KoV har initierat och projektlett dessa uppdrag samt har även tillsammans med CTH och GU handlett dem. Vatten Miljö Teknik (WET) vid Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, CTH, har tillsammans med KoV handlett examensarbetet kopplat till mikroplaster i regnbäddars substrat och jord. Zoologen vid Institutionen för biologi och miljövetenskap, GU, har tillsammans med KoV handlett examensarbetet kopplat till mikroplaster i inkommande och utgående dagvatten i regnbäddar. DHI Water and Environment fick i uppdrag enligt avtal av KoV att genomföra mätningar och provtagning av dagvatten. SGS Analytics Sweden (SGS) fick i uppdrag enligt avtal av KoV att analysera och rapportera mikroplaster i både jord- och dagvattenprover. Eurofins fick i uppdrag av SGS att analysera och rapportera en del av dagvattenproverna.

Följande personer har deltagit i arbetet, Helen Galfi, KoV/CTH; Gabriela Carvalho Nejstgaard, KoV/GU; Bethany Carney Almroth, GU; Alice Hultin och Linn Björk Filander, CTH; Glenn Johansson, CTH; Ann-Margret Strömwall, CTH; Anders Dahl och Rikard Olofsson, DHI; Markus Axelsson och Raymond Koliana, SGS.

## Versionshantering

Datum	Version	Beskrivning	Ändrat av
2023-06-08	1.1	Utkast	Helen Galfi
2023-07-03	1.2	Granskad version	Jenny Lindh
2023-12-05	1.3	Granskad version	Gabriela Carvalho Nejstgaard
2024-04-24	1.4	Slutversion	Helen Galfi & Gabriela Carvalho Nejstgaard

# Innehåll

<b>1. Sammanfattning.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Bakgrund.....</b>	<b>6</b>
2.1 Syfte.....	8
2.2 Frågeställningar.....	8
<b>3. Metodik.....</b>	<b>9</b>
3.1 Beskrivning av regnbäddar .....	9
3.1.1 Litteraturgatan .....	9
3.1.2 Kviberg .....	10
3.1.3 Bulycke.....	12
3.1.4 Alelyckan.....	14
3.2 Provtagning och analys .....	15
3.2.1 Jordprovtagning.....	15
3.2.2 Dagvattenprovtagning.....	15
3.2.3 Analys av mikroplaster.....	16
<b>4. Resultat och diskussion.....</b>	<b>17</b>
4.1 Förekomst av mikroplaster i jordsubstrat .....	17
4.2 Transport av mikroplaster i dagvatten.....	19
4.3 Reduktion av mikroplaster i regnbäddar.....	21
<b>5. Slutsats och fortsatt arbete.....</b>	<b>22</b>
<b>Litteraturförteckning .....</b>	<b>23</b>

# 1. Sammanfattning

Kretslopp och vatten har i samarbete med Chalmers och Göteborgs Universitet utfört denna studie för att identifiera spridningsvägar för mikroplaster i regnbäddar som tar emot förorenat dagvatten från asfaltsytor och hårdgjorda ytor inklusive; hårt trafikerade vägar, återvinningscentraler, byggnader, samt aktiviteter såsom pågående byggnation.

Studien har utförts som ett fältförsök på utvalda regnbäddar i Göteborg. Alla dessa regnbäddar tar emot förorenat dagvatten från hårdgjorda ytor. Jordprovtagning av regnbäddars jordsubstrat har utförts i två olika djup i fyra olika regnbäddar. Dagvattenprovtagning har utförts under flera regnhändelser i en nybyggd multifunktionell regnbädd på inkommande och utgående dagvatten. Jord- och dagvattenprover har analyserats efter förekomst av olika typer av mikroplaster på två kommersiella labb, SGS och Eurofins, som använder liknande metoder.

De typer av mikroplast som analyserades var polyvinylklorid (PVC), polyetentereftalat (PET), polystyren (PS), polyeten (PE), polypropen (PP), polymetylmetakrylat (PMMA), polyamidplast (PA6), polykarbonat (PC). Två gummirelaterade plasttyper identifierades med olika beteckning på olika labb; dessa är naturgummi (NG) eller polyisopren (PI) samt styren-butadiengummi (SBR) eller polybutadien (PBD), rapporterad av SGS och Eurofins, respektive. Bland de analyserade mikroplasterna förekom mest PVC följt av PET i både jordsubstrat och dagvatten, oberoende analysmetod.

Resultaten visar att den största andelen mikroplaster hittas i regnbäddars övre substrat mellan 0–15 cm djup. Mikroplaster i jordsubstrat varierade mellan 0–2100 mg/kg torrsbstans beroende på plasttyp. I dagvatten varierade mikroplaster mellan 0–850 µg/L med högst uppmätta halter i inkommande dagvatten. Resultaten visar också att olika typer av mikroplaster ackumuleras i regnbäddars övre substrat. Ett undantag är Bulyckes regnbädd där mikroplaster ackumuleras även i djupare skikt mellan 15–30 cm. Detta beror på ett kontinuerligt flöde av mikroplaster från återvinningscentralens olika källor och material.

I Litteraturgatans regnbädd uppmättes halter av mikroplaster i både jordsubstrat vid inlopp och utlopp och i inkommande och utgående dagvatten. Mätningar visar på en stark reduktion av mikroplaster i utgående dagvatten där de dominerande mikroplasttyperna visar koncentrationer om 10 till 50 gånger lägre halter jämfört med inkommande dagvatten. Regnbädden reducerar mikroplastpartiklar genom ackumulering av olika plasttyper i jordsubstratets översta lager. Dock tyder höga PVC halter vid utloppet samt saknad detektion av samma plasttyp vid inloppet på mätosäkerheter under analysen. Även variationen i identifierade plasttyper mellan analystekniker visar mätosäkerheter. Metoden för att analysera mikroplasthalter är fortfarande under utveckling och vid tolkning av resultat ska hänsyn tas till mätosäkerheter.

Sammanfattningsvis är de undersökta regnbäddarna fungerande åtgärder för att reducera mikroplast bland andra redan kända och dokumenterade parametrar. Fortsatta studier behöver fokusera på fler, simultana provtagningar av både jordsubstrat och inkommande samt utgående dagvatten.

## 2. Bakgrund

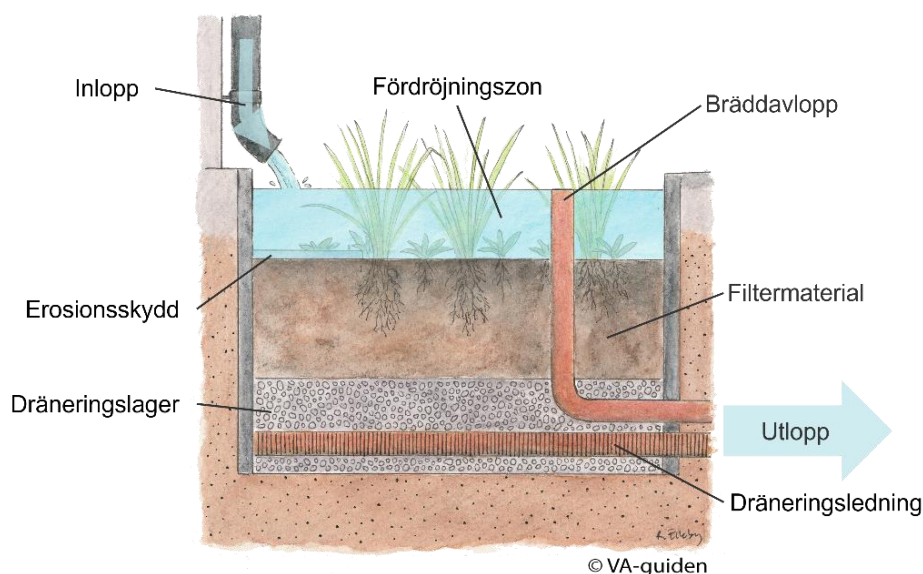
Stora mängder plast har producerats ända sedan 1950-talet och är idag ett av de material som produceras mest globalt (Barnes, Galgani, Thompson, & Barlaz, 2009; Geyer, Jambeck, & Law, 2017). Sedan plasttillverkningen började har det producerats hela 8,3 miljarder ton plast. Majoriteten av denna plast, 5 miljarder ton, finns idag i deponier eller i naturen, en siffra som kan öka till 12 miljarder ton år 2050 om nuvarande plastproduktionstrender fortsätter i samma takt.

I naturen sönderfaller till slut all plast till mindre bitar och bildar mikroplaster (Magnusson, et al., 2016). De största kända mikroplastkällorna idag är konstgräsplaner, båtbottnfärg, slitage från bildäck och vägar och syntetiska klädfibrer, som resulterar i ett utsläpp av runt 10 tusen ton årligen i naturen i Sverige (Naturvårdsverket, 2017).

Gemensamt för alla källor är att det fortfarande är osäkert hur stor del av dessa plastpartiklar som till slut hamnar i vattenmiljöer och i haven. En ökning av mikroplaster i hav, sjöar och vattendrag kan komma att skapa obalans i ekosystemet och havslevande djur riskerar att få i sig mikroplaster (Kärman, Schönlau, & M., 2016). Partiklarna kan orsaka försämrade fortplantning och överlevnad.

För att undvika utsläpp av mikroplaster i miljön är regnbäddar en åtgärd designad för att omhänderta och behandla förorenad avrinning som uppstår under regn eller snösmältning (Robinson, Schulte-Herbrüggen, Mácsik, & Andersson, 2019). De två huvudsakliga funktionerna är att fördröja avrinning till dagvattennätet samt att fånga och ackumulera partiklar, näringsämnen och andra oorganiska föroreningar från dagvattnet. Regnbäddar är ofta utformade med inlopp, fördröjningszon, erosionsskydd, filtermaterial, bräddavlopp samt någon form av avvattnande system (Figur 1). Regnbäddars filtermaterial är vanligtvis uppbyggt av ett övre jordsubstrat bestående av växtjord, en blandning av organiskt material, lera och sand som säkerställer rätt förutsättning för växter; därunder ett lager av grovsand som säkerställer infiltration. I botten av regnbädden finns vanligtvis ett makadamlager som dräneringsskikt för infiltrerat vatten som säkerställer dränering av vatten via dräneringsledningar.

En del vatten tas upp av växtlighet, genom så kallad transpiration och en del förångas från regnbäddens fuktiga yta, genom så kallad evaporation (Cortés Serrano, 2015). Resten infiltreras i regnbäddarnas jordsubstrat och dräneras bort efter ett tag via ledningar i botten av regnbädden (Klimatanpassning, 2019).



Figur 1. Exempelbild regnbädd (VA-guiden, 2023).

Det gemensamma för regnbäddar är att de renar inkommande dagvatten genom fysikaliska, mekaniska, kemiska och biologiska processer (Blecken, 2016). Den fysikaliska processen innebär rening av partikelbundna föroreningar (fosfor, metaller, organiska föroreningar) via sedimentation. Den mekaniska processen innebär filtrering av partiklar genom ett poröst medium, jordlager eller vegetation. Den kemiska och biologiska processen innebär adsorption och absorption av partiklar och lösta halter till substratmaterial samt växternas förmåga att bryta ner och ta upp föroreningar och på så sätt rena dagvattnet.

Sedimentation är en process som beror av flera faktorer så som uppehållstid, turbulens i inkommande vatten samt partikelstorlek och densitet av transporterade föroreningar (Erickson, Weiss, & Gulliver, 2013). Filtrering är en funktion av infiltrationskapacitet, filtermaterialets porstorlek och genomsättning av själva filtermaterialet. Kraven på filtermaterial vid rening är att det bör ha tillräckligt hög infiltrationskapacitet för att undvika bräddning samtidigt som det krävs en tillräckligt låg kapacitet för att säkerställa en tillräckligt lång kontakttid för effektiva reningsprocesser (Blecken, 2016).

Göteborgs stad implementerar regnbäddar i ökad takt för att minska spridning av föroreningar från hårdgjorda ytor till recipient. Även om det finns en hel del studier om upptagningsförmågan av tungmetaller, näringsämnen och organiska miljögifter i dessa lösningar, saknar staden kunskap om upptag av mikroplaster i dessa. Undersökningar krävs därför kring förekomst, typ och transport av mikroplaster i regnbäddar med varierande dagvattenkvalitet samt hur mikroplaster beter sig i förhållande till redan kända föroreningar.

## 2.1 Syfte

Syftet med detta projekt var att undersöka förekomsten av mikroplaster i regnbäddars jordsubstrat vid fyra olika lokaler; Kviberg, Litteraturgatan, Bulycke och Alelyckan samt att undersöka transport av mikroplaster i inkommande och utgående dagvatten vid en av dessa lokaler, Litteraturgatan.

## 2.2 Frågeställningar

Följande frågeställningar har besvarats under projektets gång:

- Vilka olika typer av mikroplaster förekommer i regnbäddars jordsubstrat beroende på område och omgivande miljö?
- Vilka mikroplaster förekommer och transporteras via dagvatten till och från regnbäddar?
- Reducerar regnbäddar mikroplaster genom ackumulering i jordsubstrat?



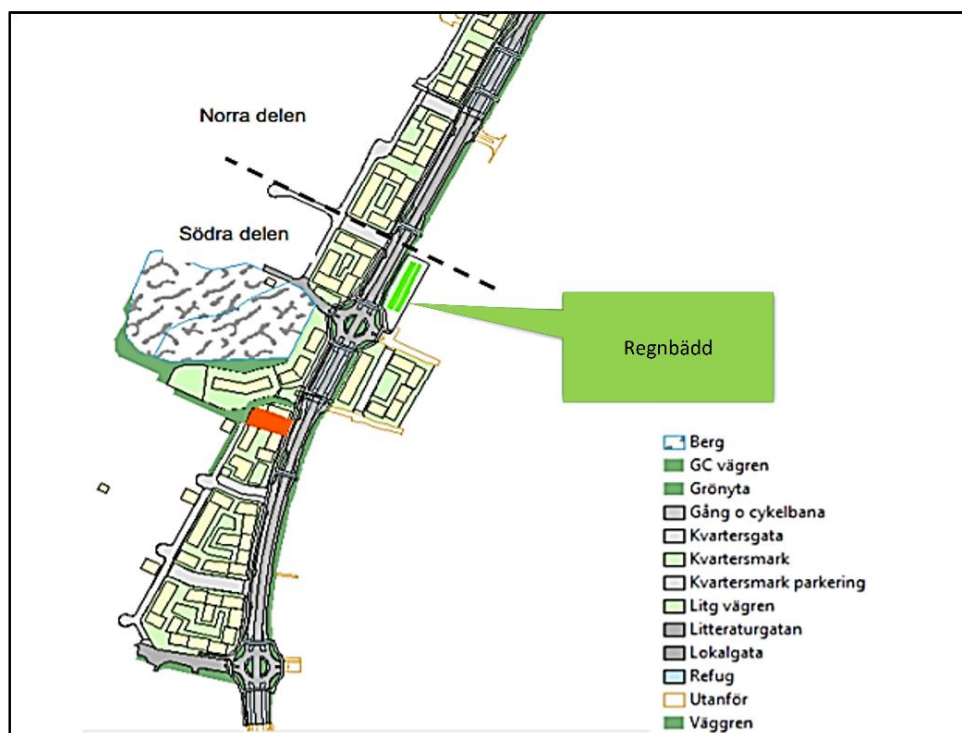
## 3. Metodik

I detta projekt har fyra olika regnbäddar undersökts genom fältstudier i Göteborg. De utvalda regnbäddarna tar emot dagvatten från fyra potentiella mikroplastkällor; trafik, byggnader, konstgräsplan och återvinningscentral.

### 3.1 Beskrivning av regnbäddar

#### 3.1.1 Litteraturgatan

Litteraturgatan ligger i Backa på Hisingen i Göteborg och är en genomfartsled som sträcker sig från Backaplan mot Selma Lagerlöfs torg (Göteborgs Stad, 2020). Området i anslutning till gatan bestod tidigare huvudsakligen av grönytor och parkeringsytor. År 2020 påbörjades en ombyggnation längs Litteraturgatan med pågående byggnation av nya fastigheter samt nytt körfält för kollektivtrafik i mitten av gatan, med nya gång- och cykelbanor längs vägen, se Figur 2.

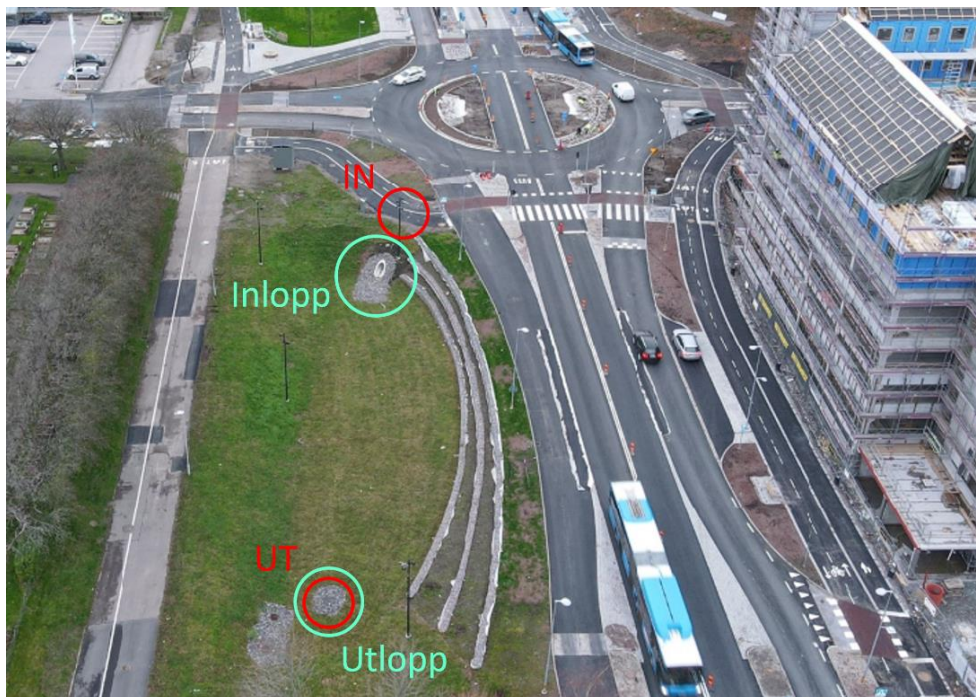


Figur 2. Litteraturgatan med planerad byggnation (Göteborgs Stad, 2020).

Under 2021 implementerades en multifunktionell regnbädd längs Litteraturgatan i samband med ombyggnation som tar emot dagvatten från södra delen av området och hanterar skyfall vid större regn. Dagvattnet som når regnbädden kommer bland annat från trafikbelastade ytor och ombyggnationsytor (Göteborgs Stad, 2020). Trafikbelastningen från den södra delen bedöms ligga på 12 156 årsmedeldygnstrafik (ÅDT).

Dagvattnet från de trafikbelastade ytorna samlas upp i brunnen som betecknas ”IN” i Figur 3 och leds vidare via en ledning till regnbädden. Regnbädden är nedsänkt i

förhållande till vägen och tar emot dagvatten från ledningen som betecknas ”Inlopp”. Dagvattnet renas och fördröjs genom regnbäddens jordsubstrat och leds vidare via dräneringsledningar till en uppsamlingsbrunn som betecknas ”Utlopp”/”UT” i Figur 3.



Figur 3. Litteraturgatan. Nedsänkt regnbädd med markerat in- och utlopp.

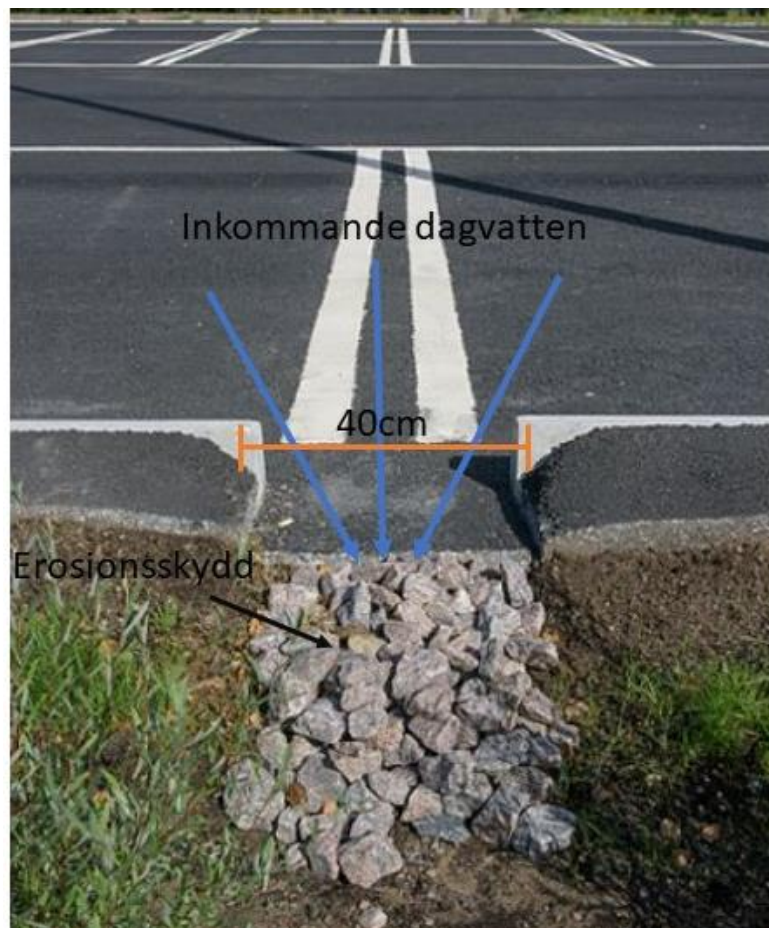
### 3.1.2 Kviberg

Regnbädden i Kviberg byggdes 2015 och utformades för att ta hand om trafikdagvatten från cirka 600 parkeringsplatser (Dahlström, Bodin-Sköld, & Lindfors, 2017). Dagvattnet kommer från parkeringsplatserna, konstgräsplanen och den tillfälliga byggnationen. Regnbäddar är placerade på vardera sida av parkeringens långsidor, se Figur 4 som också visar dagvattnets flödesriktning. Parkeringens avrinningsyta beräknas vara 4500 m<sup>2</sup> och sluttar ner mot infiltrationsytan. Regnbäddarnas yta ligger totalt på 650 m<sup>2</sup> vilket motsvarar 4–6% av avrinningsytan.



Figur 4. Kviberg områdesbeskrivning med regnbäddars placering och flödesriktning i blått.

Figur 5 illustrerar det inkommande dagvattnet som via avrinning från parkeringen rinner till 40 cm breda släpp mellan kantstenarna (Dahlström, Bodin-Sköld, & Lindfors, 2017). Dagvattnet leds sedan vidare till regnbädden som är byggd med en lutning på 1,5% från norr till söder och med erosionsskydd vid inloppen. I regnbädden förekommer det tvärgående stockar (dämmen) med 15 m mellanrum, vars funktion är att dämna upp dagvattnet och att hela utjämningsvolymen utnyttjas. Dagvattnet fördröjs, sedimenterar, renas och filtreras genom de olika jordlagren. Filtrerat dagvatten samlas upp i botten och leds vidare genom en dräneringsledning. Regnbädden är utrustad med kupolbrunnar 20 cm ovanför regnbäddens yta och tar hand om dagvattnet vid kraftigt regn då vattnet bräddar.



Figur 5. Kviberg. Inkommande dagvatten till regnbädd.

Växligheten består av träd, perenner, buskar och gräs, regnbädden varvas med skelettjord (växtjord och makadam) för att gynna träden (Dahlström, Bodin-Sköld, & Lindfors, 2017).

### 3.1.3 Bulycke

I samband med ombyggnationen av Bulycke återvinningsstation 2017, utarbetade Göteborg stad och Sweco ett förslag för framtida dagvattenhantering inom återvinningscentralen (Hulthén & Jansson, 2015). Regnbädden var färdigbyggd år 2017.

Återvinningscentralen befinner sig på södra Hisingen i Göteborg, i anslutning till industriområde och naturområde (Hulthén & Jansson, 2015). Från underlag gjorda av SGU så utgörs marken av mestadels urberg och på grund av dessa markförhållanden bedöms möjligheten till infiltration av dagvatten som mycket liten i hela området.

Dagvattnet från Bulycke återvinningscentral renas genom regnbäddar på västra och östra sidan av anläggningen enligt de gröna områdena i Figur 6 (Blecken & Norman, Dagvattenbiofilter Bulycke 13011032, 2020). Dagvattensystemet består av regnbäddar, brunnar och ledningar. Regnbädden tar emot dagvatten från asfalterade ytor, takytor samt från skogsområdet, vilket motsvarar en totalavrinningsarea på 7000 m<sup>2</sup>. Regnbädden tar hand om 70% av den totala

avrinningsvolymen och brunnar tar hand om 30%. Figur 6 visar containrarnas innehåll, regnbäddarnas placering och dagvattnets flödesriktning.



Figur 6. Bulycke områdesbeskrivning och regnbäddar.

Det inkommande dagvattnet når regnbäddarnas jordsubstrat via avrinning från de asfaltbäddade ytorna på ÅVC (Blecken & Norman, Dagvattenbiofilter Bulycke 13011032, 2020). Ytorna har en lutning på 2,5% ner mot rabatterna på vardera sidan. Containrarnas varierande innehåll kommer leda till att partiklarna i dagvattnet varierar beroende på var man tar prover. Dagvattnet i regnbäddarna leds vidare i östlig riktning via dräneringsrören där vattnet samlas upp i brunnar på vardera sidan. Det utgående dagvattnet från brunnarna kopplas sedan samman via ledningar till en gemensam brunn.

Växtlighet och vegetationen består av förgätmigej (5%), gökblomster (5%), hampflockel (10%), hirsstarr (5%), hundstarr (5%), kabbleka (5%), knapptåg (5%), knölsyska randgräs (5%), ryltåg (5%), sköldbräcka (5%), strätta (10%), svärdsilja (5%), veketåg (5%), vidört (5%) och älggräs (10%).

Regnbädden är överdimensionerad för att klara mycket kraftigt regn och dimensionerad för ett 10-års regn (Blecken & Norman, Dagvattenbiofilter Bulycke 13011032, 2020). Regnbädden saknar försedimentering vilket medför en risk att vattnet bräddas och inte renas.

### 3.1.4 Alelyckan

Området som studeras i Alelyckan är huvudkontoret för Kretslopp och vatten, Göteborgs stad. Figur 7 visar regnbäddens placering, brunnar, och dagvattnets flödesriktning. Regnbädden byggdes år 2021 med en total area på 230 m<sup>2</sup> och tar emot dagvatten från ett område på cirka 2000 m<sup>2</sup>. Inkommande dagvatten kommer från kontorsbyggnadens tak och gångstråket. Dagvattensystemet består av bräddbrunnar och erosionsskydd vid stuprören. Stuprören är placerade i samma linje som bräddbrunnarna. Dagvattnet renas, fördröjs och sedimenteras i regnbädden. Därefter leds det ner till ett dräneringsrör som leder vattnet vidare i sydlig riktning.



Figur 7. Alelyckan regnbädd och funktioner.

Regnbäddens jordsubstrat består av växtjord HEKLA® REGNRABATT 300 mm, krossmaterial/sandlager 100 mm och ett dräneringslager med makadam som varierar mellan 150–270 mm. I den sandinblandade matjorden är pimpsten inblandad, vars funktion är att hålla porerna vattenfyllda för att gynna växterna. Regnbäddens funktion är att rena både lösta och partikelbundna föroreningar där växterna hjälper till att ta upp en del föroreningar. Denna funktion fungerar bäst vid lägre regnintensitet medan vattnet vid kraftigare skyfall kommer att överstiga översvämningssonen. Regnbädden är därför utrustad med bräddningsbrunnar 130 mm över ytan för att ta hand om dagvattnet när översvämningssonen överstigs.

## 3.2 Provtagning och analys

### 3.2.1 Jordprovtagning

Jordprovtagningstrategin var riktad (strategisk) provtagning vid inlopp och utlopp (SGI, 2021) i de fyra utvalda regnbäddarna. Jordprovtagningen utfördes den 31 mars, 2022 på två olika djup; 0–15 cm samt 15–30 cm. För att fylla ett provtagningskärl med 500 g jord krävdes ett antal delprov per provtagningspunkt och djup. Delproven togs ut med provtagningsborr (GeoSampler 60 cm) inom ett område med en radie av max 2,2 m från inlopp eller utlopp. Delproven gav tillsammans ett representativt samlingsprov för respektive nivå. Samlingsproverna skakades för att homogeniseras. Fältobservationer dokumenterades under fältprovtagning angående provtagningspunkt, provtagningsnummer, provtagningsdjup, tid, jordmaterial, jordfärg samt kornstorlek och övriga anmärkningar. Totalt 24 jordprover analyserades för mikroplaster. Fler prov utfördes i Kviberg och Bulycke på grund av äldre och uppdelade regnbäddar. Tabell 1 visar antal samlingsprov per regnbädd.

Tabell 1. Antal samlingsprov i regnbäddars jordsubstrat.

Regnbädd	Antal samlingsprov
Litteraturgatan	4
Kviberg	8
Bulycke	8
Alelyckan	4
<b>Totalt</b>	<b>24</b>

### 3.2.2 Dagvattenprovtagning

Flödesproportionell provtagning av dagvatten har utförts under fem regntillfällen mellan april–juli, 2022 (Tabell 2). Dagvattenprovtagning utfördes enbart vid Litteraturgatans regnbädd. De två första provtagningarna utfördes på grund av instrumenteringsfel endast för inkommande respektive utgående vatten. De tre resterande provtagningarna utfördes både i inkommande brunn innan dagvatten infiltrerat genom regnbädd, samt i utgående brunn efter vatten infiltrerats genom filtermaterial och avletts från regnbädden via dräneringsrör. Flödesproportionella dagvattenkvalitetsprovtagningar, flödes- och nederbördsräkningar har utförts av DHI på uppdrag av Kretslopp och vatten. Automatisk provtagare (typ ISCO 6712 med 24 provflaskor á 0,5 L) installerades i inkommande och utgående dagvattenbrunn under provtagningsperioden för att samla upp ett flödesproportionellt samlingsprov per regntillfälle. Efter varje provtagning har proverna levererats till SGS för analys av mikroplaster. Provvolymer för analyserna varierade mellan 1–2 L.

Tabell 2. Beskrivning av regntillfällena under dagvattenprovtagning vid Litteraturgatan.

Regn	Datum	Regn- varaktig- het (h)	Regn- djup (mm)	Regn- intensitet (mm/h)	Torra dagar före regn	Dagvattenprov (Inkommande/ Utgående)
1	2022-04-07	16,73	17,6	1,1	2	Ut
2	2022-05-24	5,41	6,6	1,2	3	In
3	2022-05-26	4,86	8,2	1,7	1	In/Ut
4	2022-06-07	21,3	13	0,6	6	In/Ut
5	2022-07-01	5,38	9,4	1,7	2	In/Ut

### 3.2.3 Analys av mikroplaster

24 samlingsprover för jord och 8 samlingsprover för dagvatten skickades för analys av mikroplaster till SGS enligt avtal mellan labbet och KoV. Till följd av problem med utrustning i SGS labb kunde inte alla prover analyseras där utan fick skickas till en underleverantör, Eurofins, där liknande metod för analys av mikroplaster användes. Alla jordprover samt dagvattenprover från regntillfälle 1–3 analyserades på SGS och dagvattenprover från regntillfälle 4 och 5 analyserades på Eurofins.

I provberedningen ingick en densitetsseparation mellan plastpartiklarna och övrigt organiskt material. Separationen skedde med hjälp av zinkklorid som har en högre densitet än plastpartiklarna vilket gör att partiklarna flyter upp till ytan och kan filtreras ut. Sedan användes en process som kallas sonikering med ultraljud för att lösgöra partiklarna från filtret. Vid detta steg finns det fortfarande organiskt material kvar som oxiderades bort med Fentons reagens ( $\text{Fe(II)} + \text{H}_2\text{O}_2$ ). Kvarvarande mikroplaster filtrerades och fastnade på filtret som torkades.

Efter provberedning på SGS analyserades kvarvarande partiklar med hjälp av termisk extraktion och desorption och med gaskromatografi-masspektrometri (TED-GC/MS). På Eurofins analyserades partiklarna med pyrolys-GC/MS (Py-GC/MS). Resultatet man får ut av metoderna är förekomst och mängd av åtta olika plasttyper samt två olika gummikomponenter. Plasttyperna är polyvinylklorid (PVC), polystyren (PS), polyetentereftalat (PET), polyeten (PE), polykarbonat (PC), polymetylmetylakrylat (PMMA), polypropen (PP) och polyamid 6 (PA6). Både SGS och Eurofins analyserar två gummikomponenter men med olika beteckningar. SGS rapporterar naturgummi (NG) och styren-butadiengummi (SBR). Eurofins rapporterar polyisopren (PI) som mått på naturgummi och polybutadien (PBD) som mått på SBR. Resultaten rapporteras i mg/kg torrsubstans för jordprov samt  $\mu\text{g/L}$  för dagvattenprov.



# 4. Resultat och diskussion

## 4.1 Förekomst av mikroplaster i jordsubstrat

Alla tio plasttyper kunde identifieras på labbet. Fyra mikroplaster som förekom i alla regnbäddar var PVC, PET, PS och PA6. Hur mycket av varje mikroplast som fanns i regnbäddarna totalt i samlingsprover för alla anläggningar redovisas i Figur 8. I denna figur ses även en uppdelning i hur stor andel mikroplaster som hittades vid inloppets och utloppets översta (0–15 cm) samt undre (15–30 cm) lager, vilket ger en bild över hur partiklarna ackumuleras vertikalt och horisontellt.

Resultaten från jordprovtagningarna visar att regnbädden i Alelyckan innehöll högst koncentrationer av mikroplaster, följt av Litteraturgatan och Bulycke. I Kviberg har de lägsta koncentrationerna av mikroplaster uppmätts.

I Bulycke kunde nio av tio mikroplasttyper identifieras. Högst variation av plasttyp kan förväntas i Bulycke eftersom regnbädden tar emot avrinning från återvinningscentralen där olika plast- och gummiföremål sorteras.

De mest förekommande mikroplasterna i de fyra olika anläggningarna var PVC och PET som varierade mellan 0–2100 mg/kg samt 0–1300 mg/kg torrsubstans, respektive. Resultatet visar att PVC och PET mest förekom i det översta lager där merparten av partiklarna sedimenteras jämfört med det undre lagret. PVC förekommer i färg som skyddar plåttak (Plastisol), vatten- och avloppsrör, slangar och golv (Kemikalieinspektionen, 2023). PET finns huvudsakligen i plastflaskor och burkar.

I efterföljande storleksordning hittades förutom PVC och PET även PMMA och SBR som varierade mellan 0–52 mg/kg samt 2–31 mg/kg torrsubstans, respektive. Båda mikroplaster påvisades i det undre jordlagret i Bulyckes anläggning. Dessa två mikroplaster har anrikats och ackumulerats i regnbäddens djupare skikt. PMMA, även känd som akryl, är en transparent termoplast som används i stället för glas i byggnader, ljussignaler samt vägbelysning. SBR förekommer i gummi och gummidäck. Förekomst av gummi- och däckpartiklar i dagvattnet har dokumenterats tidigare i Göteborg och beroende på område kan trafikrelaterat utsläpp av mikroplaster dominera dagvattenhalterna (Göteborg Stad, 2018).

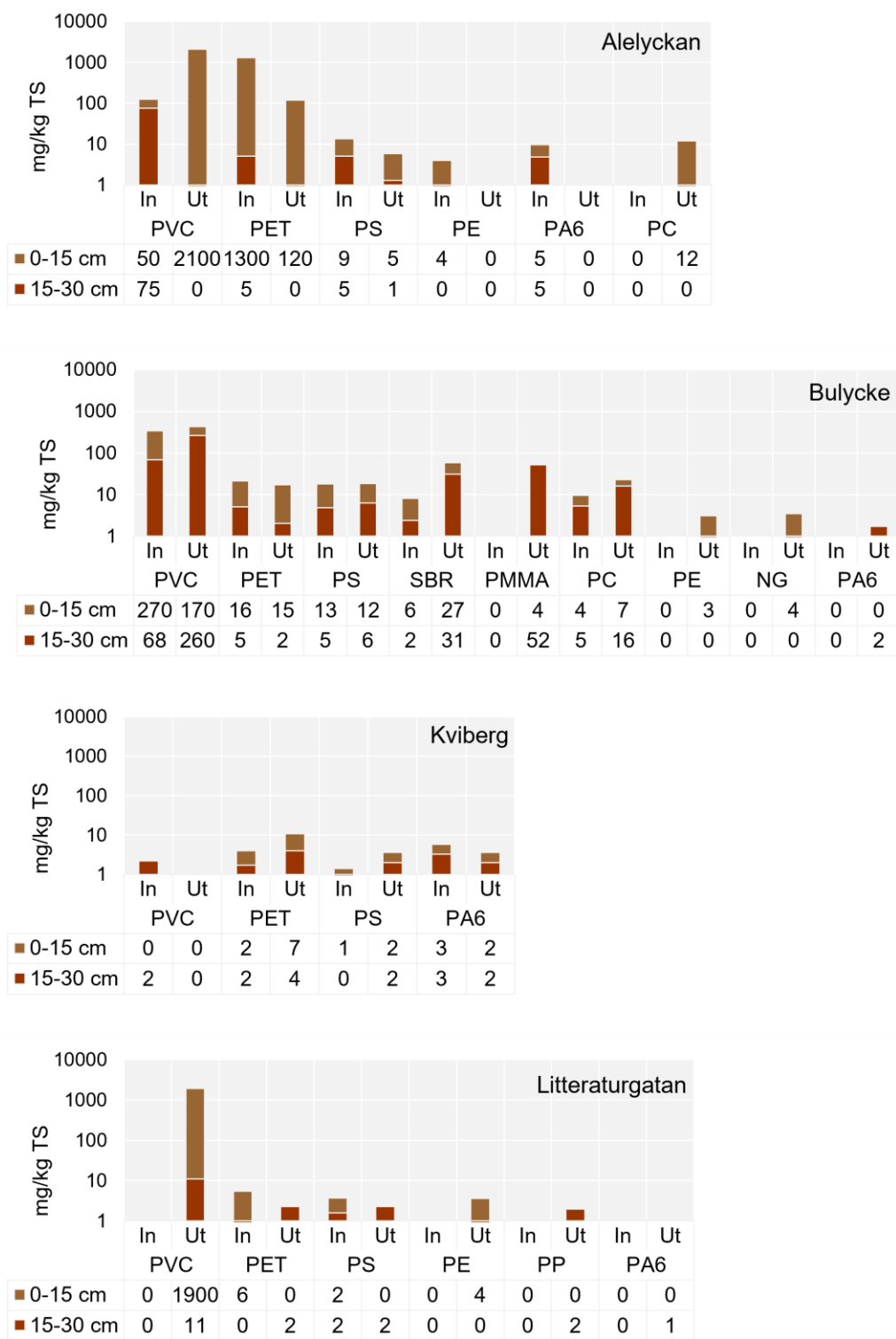
Resterande typer av mikroplaster varierande mer eller mindre i samma storleksordning mellan 0–12 mg/kg torrsubstans utan särskilda trender mellan regnbäddar.

### Mikroplaster i jord

Mikroplaster som dominerar i regnbäddarnas jordsubstrat:

- PVC
- PET

PMMA, SBR, PC, PS, PA6, PE, NG och PP förekommer i enstaka prover.



Figur 8. Mikroplaster i fyra regnbäddars jordsubstrat vid två olika djup (0–15 och 15–30 cm), vid inlopps- (In) och utloppspunkten (Ut). Notera att koncentration (mg/kg TS) visas i logaritmisk skala.

## 4.2 Transport av mikroplaster i dagvatten

Resultaten från samlingsproverna för inkommande samt utgående dagvatten vid Litteraturgatans regnbädd visar sju identifierade plasttyper (PVC, PET, PS, PE, PP, PI och PBD) som redovisas i Figur 9. Regn 1, 2 och 3 analyserades med TED-GC/MS och regn 4 och 5 analyserades med Py-GC/MS. En stor variation i förekomst av mikroplaster observerades mellan alla regntillfällen och olika trender syns beroende på vilken analysmetod som användes.

Proverna som analyserades på SGS visar att de mest förekommande mikroplasterna i Litteraturgatans dagvatten överensstämmer med de dominerande plasttyperna i regnbäddars jordprover (där samma analysmetod användes). Av de två dominerande plasttyperna var PET högst som varierade mellan 2–850 µg/L, följt av PVC som varierade mellan 0–700 µg/L.

Proverna som analyserades på Eurofins med Py-GC/MS visar att de plasttyper som dominerar i efterföljande rangordning är PE som varierar mellan 0–132 µg/L, följt av de två gummikomponenter PI (0–68 µg/L) och PBD (0–59 µg/L), samt PS (0–48 µg/L) och PP (0–46 µg/L).

PE och PP förekommer i förpackningar, plastflaskor samt burkar. PBD och PI förekommer i gummi och däck. I en tidigare studie av Göteborgs Stad (2018) dominerade gummidäckspartiklar halterna i inkommande dagvatten från trafikerade ytor. Detektion och analys av mikroplaster utfördes med en annan teknik baserat på densitetseparering av mikroplastpartiklar följt av okulär detektion genom FTIR-spektroskopi. På grund av avsaknad av analysstandard (standard är i nuläget under utveckling) kan förmodligen olika analystekniker tillämpas för detektion av olika typer av plast. Särskilt naturgummi från däck har inte visats vara identifierbar med TED-GC/MS som har tillämpats i denna studie (Ivleva, 2021). Vidare utredning behövs för att undersöka transport och ackumulering av däckpartiklar genom simultan analys av samma prov med fler tekniker.

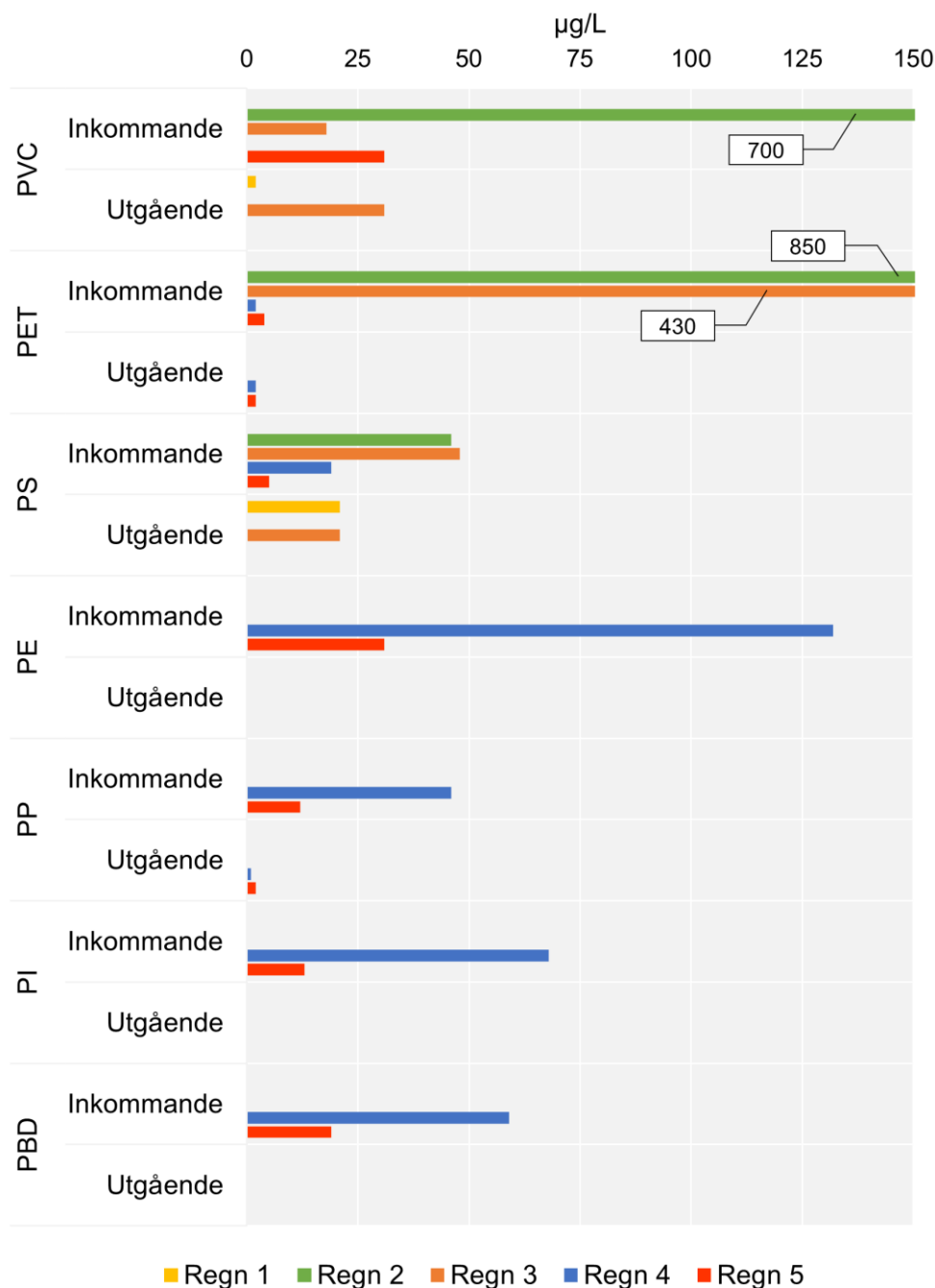
### Mikroplaster i dagvatten

Mikroplaster som dominerar i inkommande dagvatten:

- PET
- PVC
- PE

Identifiering av mikroplasttyp beror på vilken analysmetod som har använts.

### Mikroplaster i dagvatten (Litteraturgatan)



Figur 9. Mikroplaster i dagvatten vid 5 olika regntillfällen för inkommande och utgående vatten i Litteraturgatans regnbädd. Notera de värden som sträcker sig utanför grafens marginal.

## 4.3 Reduktion av mikroplaster i regnbäddar

I Litteraturgatans regnbädd har mikroplaster uppmätts i både jordsubstrat samt i inkommande och utgående dagvatten.

Vid inloppet varierade koncentrationerna av mikroplaster i inkommande dagvatten mellan 0–700 µg/L för PVC och 2–850 µg/L för PET under 5 regntillfällen. Vid utloppet varierade koncentrationerna av mikroplaster i utgående dagvatten mellan 0–31 µg/L för PVC och 0–2 µg/L för PET under 5 regntillfällen. Även i jordsubstrat vid utloppet detekterades dessa mikroplaster. PVC koncentrationerna var högst med 1911 mg/kg följt av PET.

Sammanfattningsvis har höga halter av mikroplast uppmätts i jordsubstrat för alla tre dominerande mikroplaster jämfört med dagvattenhalter. Jordsubstratproverna indikerar en ackumulering av mikroplast i det översta jordsubstratlagret mellan 0–15 cm djup. Ackumulering av mikroplast i det översta jordsubstratlagret har dokumenterats även av Lange et al. (2023) där fyra gånger högre mikroplasthalter har ackumulerats i de översta 0–5 cm jämfört med djupare lagerskikt.

PVC-mätningar visar på stora avvikelser där ingen PVC har detekterats vid inloppet och höga halter har detekterats vid utloppet. Detta kan delvis bero på mätosäkerheter samt andra utsläppspunkter nära utloppet för PVC, på grund av pågående byggnation bland andra källor. Osäkerheter kopplat till PVC-detektion på grund av materialförändring kopplat till nedbrytning och vittring har rapporterats även av Fernández-González et al. (2022). PVC kan underskattas vid spektralanalysmetoder på labb där påverkat material kan kategoriseras som annan typ av plast.

Detektion och identifiering av mikroplaster i dagvattenprover varierar beroende på vilken teknik som används vid labbanalys. Samma två mikroplaster, PET och PVC, dominerar dagvattenhalter som i jordsubstrat. Dagvattenhalter varierar mycket vid inkommande dagvattenprover och ligger 10 till 50 gånger högre än vid utgående dagvattenprover. Därmed visar uppmätta halter i inkommande samt utgående dagvatten på en reduktion av mikroplastpartiklar genom jordsubstrat. Signifikant reduktion av mikroplaster genom regnbäddar har dokumenterats även av Lange, Magnusson, Viklander och Blecken (2021) där man jämförde utgående dagvattenhalter mellan försedimenteringskammare och regnbädd. Enligt Lange et al. (2021) följer mikroplaster med vatten på grund av liknande densitet och sjunker inte vid försedimentering. Därmed föredras regnbäddar där mikroplaster fastnar.

## 5. Slutsats och fortsatt arbete

De högsta halterna av mikroplast i jordsubstrat har uppmätts i Alelyckans regnbädd som är en av de senast byggda och mest kontrollerade på grund av inhägnad. I anläggningen påvisades de högsta halterna av PVC följt av PET och PS.

I Kvibergs regnbäddar hittades låga halter jämfört med de andra tre regnbäddarna. I regnbäddarna vid Bulycke återvinningscentral påvisades flest typer av mikroplaster, vilket beror på att många plaster och gummikomponenter sorteras och hanteras öppet på platsen. PVC var högst, följt av SBR, PMMA, PS och PET.

I Litteraturgatans regnbädd uppmättes halter av mikroplast både i jordsubstrat och i dagvatten. På grund av rådande byggarbetsplats kan resultatet tolkas på olika sätt. Den mikroplast som förekom i de högsta halterna var PVC. Ackumulering samt reduktion av mikroplastpartiklar kunde visas genom att jämföra uppmätta dagvattenhalter i inkommande och utgående dagvatten.

Den högsta ackumuleringen av mikroplaster i regnbäddarna uppmättes mestadels i de översta lagren mellan 0–15 cm djup. Ett undantag var Bulyckes regnbädd där mikroplaster hittades i höga halter även i jordsubstratets undre lager mellan 15–30 cm djup.

En betydande faktor vid mikroplastundersökning är analysmetod och referensbibliotek för rapportering av mikroplaster. Beroende på vilken analys som används och vilket bibliotek labbet jämför med identifieras olika typer av mikroplaster. Analysmetodiken är fortfarande under utveckling och inte än standardiserad, därför krävs en gedigen dokumentation av analysmetod, referensbibliotek samt provhantering i framtida studier.

Mikroplasters förekomst i regnbäddar orsakat av dagvatten från trafik, byggnader, återvinningscentral och konstgräsplaner är fortfarande ett relativt outforskat område. Tillräcklig forskning har ännu inte gjorts för att veta hur stora mängder som tar sig ut i haven och hur mycket som stannar kvar på land.

För vidare utredning rekommenderas undersökning av spridningsvägar och sammansättningen av filtermaterialet. Spridningsväg kan analyseras med hjälp av vattenprovtagning och kartläggning av mikroplasters förekomst vertikalt och horisontellt genom provtagning över större ytor. Filtermaterialen och dess reningseffekt kan studeras vidare för olika plasttyper i en kontrollerad miljö genom tillämpning av olika analystekniker.

De regnbäddar som har utretts i denna studie visar på en effektiv minskning av mikroplaster genom ackumulering i regnbäddars översta jordsubstrat. Ackumulering och transport av mikroplaster kan följas upp på liknande sätt som andra, mer kända, föroreningar som sprids via dagvatten i en urban miljö. Vidarespridning av mikroplaster från jordsubstrat vid större regn eller olika aktiviteter som påverkar anläggningens funktion rekommenderas för framtida undersökningar av mikroplaster i staden.

# Litteraturförteckning

- Barnes, D. K., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364(1526), 1985–1998. doi:<https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>
- Blecken, G.-T. (2016). *Kunskapssammanställning dagvattenrening*. (Rapport Nr 2016-05). Svenskt Vatten Utveckling.
- Blecken, G.-T., & Norman, P.-A. (2020). *Dagvattenbiofilter Bulycke 13011032*. Göteborg: Sweco.
- Cortés Serrano, A. (2015). *En vägledning för lokalt omhändertagande av dagvatten - förklaring och dimensionering av LOD samt sammanställning av tekniker*. (Examensarbete). KTH. Hämtat från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:857820/FULLTEXT01.pdf>
- Dahlström, A., Bodin-Sköld, H., & Lindfors, T. (2017). *Biofilter i Kviberg – Lärdomar och erfarenheter*. Göteborg: (Diarienummer 2012-01271). Sweco. Hämtat från [http://klimatsakradstad.se/media/2017/11/PM\\_Biofilter-i-Kviberg-L%C3%A4rdomar-och-erfarenheter\\_slutkoncept.pdf](http://klimatsakradstad.se/media/2017/11/PM_Biofilter-i-Kviberg-L%C3%A4rdomar-och-erfarenheter_slutkoncept.pdf)
- Erickson, A. J., Weiss, P. T., & Gulliver, J. S. (2013). *Optimizing Stormwater Treatment Practices: A Handbook of Assessment and Maintenance*. New York: Springer New York.
- Fernández-González, V., Andrade-Garda, J., López-Mahía, P., & Muniategui-Lorenzo, S. (2022). Misidentification of PVC microplastics in marine environmental samples. *Trends in Analytical Chemistry*, 153. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trac.2022.116649>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782. doi:<https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Göteborg Stad. (2018). *Förekomst och spridning av mikroplast, gummi och asfaltspartiklar från vägtrafik*. (Dnr 2172/18). Trafikkontoret.
- Göteborgs Stad. (2020). *PM Underlag Dagvattenanmälan: Litteraturgatan Etapp 1*. (Dnr 2288/18). Trafikkontoret.
- Hulthén, J., & Jansson, A. (2015). *Dagvattenutredning – Bulycke återvinningscentral*. Göteborg: (RapportNr: 1100177000). Sweco.
- Ivleva, N. (2021). Chemical Analysis of Microplastics and Nanoplastics: Challenges, Advanced Methods, and Perspectives. *Chemical Reviews*, 121, 11886-11936. doi:<https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.1c00178>
- Kemikalieinspektionen. (2023). *Några vanliga plastsorter*. Hämtat från <https://www.kemi.se/rad-till-privatpersoner/kemikalier-i-material/plast/nagra-vanliga-plastsorter>

- Klimatanpassning. (2019). *Regnrabatter i Göteborg, fördjupning*. Hämtat från <https://www.klimatanpassning.se/exempel/regnrabatter-i-goteborg-fordjupning-1.95164>
- Kärman, A., Schönlau, C., & M., E. (2016). *Exposure and Effects of Microplastics on Wildlife: A review of existing data*. Örebro Universitet. doi:<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:921211/FULLTEXT01.pdf>
- Lange, K., Furén, R., Österlund, H., Winston, R., Tirpak, R., Nordqvist, K., . . . Blecken, G.-T. (2023). Abundance, distribution, and composition of microplastics in the filter media of nine aged stormwater bioretention systems. *Chemosphere*, 320. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138103>
- 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(18). doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2021.117457>
- Magnusson, K., Eliasson, K., Fråne, A., Haikonen, K., Hultén, J., Olshammar, M., . . . Voisin, A. (2016). *Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment: A review of existing data*. (Rapport Nr C 183). IVL Svenska Miljöinstitutet. doi:<https://www.ivl.se/download/18.694ca0617a1de98f473b16/1628417679619/FULLTEXT01.pdf>
- Naturvårdsverket. (2017). *Mikroplaster: Redovisning av regeringsuppdrag om källor till mikroplaster och förslag på åtgärder för minskade utsläpp i Sverige*. Stockholm: (Rapport 6772). Naturvårdsverket.
- Robinson, T., Schulte-Herbrüggen, H., Mácsik, J., & Andersson, J. (2019). *Raingardens for stormwater management – potential of raingardens in a Nordic climate*. (2019:196). Trafikverket. doi:<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1370826/FULLTEXT01.pdf>
- SGI. (2021). *Planera en provtagning*. Hämtat från <https://www.sgi.se/sv/vagledning-i-arbetet/forenade-omraden/fran-inventering-till-atgard/undersokning-och-datautvardering/provtagningsplan/>
- VA-guiden. (den 12 september 2023). *Nedsänkta växtbäddar*. Hämtat från VA-guiden: <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/nedsankt-vaxtbadd/>



## **Kretslopp och vatten**

Telefon: 031-365 00 00 (kontaktcenter)

E-post: [kretsloppochvatten@kretsloppochvatten.goteborg.se](mailto:kretsloppochvatten@kretsloppochvatten.goteborg.se)

