



Analys av mikroplast i tvättvatten

Kund: Malmö stad, Miljöförvaltningen

Projektnummer: 792533

Diarienummer: MN-2020-9954

Rapport

Författare
Cornelia Hartman
Tel
+46 10 505 50 66
Mobil
+46 70 639 00 69
E-mail
Cornelia.hartman@afry.com

Datum
18/12/2020
Projekt ID
792533

Diarienummer
MN-2020-9954
Kund
Malmö stad, Miljöförvaltningen

Analys av mikroplast i tvättvatten

Kontaktperson

Martijn van Praagh
R&D manager Environment, PhD
martijn.van.praagh@afry.com
+46 10 505 22 54

Försättsblad:

Bild används med licens från Shutterstock.com

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	3
1.1	Bakgrund.....	3
1.2	Syfte.....	3
2	Metodik.....	3
2.1	Provtagningsytor	3
2.2	Provtagning	4
2.3	Analys.....	4
3	Bedömning av resultat	5
4	Jämförelse med andra kända utsläppskällor, transportvägar och recipienter	6
5	Förslag på vidare steg	7
6	Förslag provtagningsmetodik.....	8
7	Referenser.....	9
	Bilaga: Beräkning av analysresultat	10

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Gjutna gummiytor (s.k. gummiasfalt eller fallskyddsgummi) består av hopgjutna gummigranulat. Materialet anses vara slitstarkt och förekommer vanligtvis på multiplaner, däribland lekplatser, i syfte att stötdämpa (Hörman, 2017). Granulatens storlek varierar från mycket fint pulver upp till bitar på 1 cm (Hüffer et al., 2018).

Generellt sett gjuts gummiytorna på plats till en kompakt matta och utgörs av två lager gummimaterial; ett undre lager som ofta består av SBR (styren-butadien gummi) tillverkat av återvunna bildäck, och ett övre lager som ofta består av nyproducerat EPDM (etenpropen dien M-klass)-gummi. Gummilagren sammanfogas med ett bindemedel som normalt består av isocyanater som härdar till polyuretan (Krång et al., 2019).

När det övre EPDM-lagret slits/skadas uppstår risk att partiklar från båda lagren samt bindemedlet sprids till omgivningen. Vid nederbörd sköljs dessa partiklar okontrollerat ut i dagvattnet. Elastomerpartiklar av bitumen och gummi (inkl. naturgummi) definieras som "mikroplast" (Sundt et al., 2014; Lassen et al, 2015), om de är upp till 5 mm i storlek. Gummiytor räknas som en spridningskälla av mikroplast. Exakt vilka mängder det handlar om är dock inte tillräckligt utrett i dagsläget (Krång et al., 2019).

Fastighets- och gatukontoret (FGK) i Malmö har provtagit och analyserat tvättvatten i samband med tvätt av gummiytor i staden. Syftet var att utreda ifall materialet släppte ifrån sig plast även när det var gjutet, och i så fall hur mycket. Resultatet visade att det fanns plastpartiklar i vattnet, dock har inga vidare utredningar gjorts för att uppskatta vilka mängder det rör sig om.

1.2 Syfte

Malmö stad har gett AFRY i uppdrag att med hjälp av resultaten från ovan nämnda analyser genomföra följande:

- Kommentera analyserna och resultaten,
- Jämföra resultaten med andra kända halter i till exempel vattenströmmar i samhället,
- Bedöma, om möjligt, om det är ganska lite eller relativt mycket mikroplastpartiklar som släpps från gummiytorna.

2 Metodik

2.1 Provtagningsytor

Provtagning utfördes på totalt sex lekplatser med gummiytor i Malmö enligt Tabell 2-1. Gummiytorna anlades mellan åren 2005 – 2014. Vid Sagolekplatsen har största ytan rivits och lagts om på nytt efter tvätt.

Respektive gummiyta består av ett toppskikt av EPDM (10 mm) och bottenskikt av FDR-gummi (varierande tjocklek beroende på plats). En av ytorna (Teaterlekplatsen, 75m²) har gummibark som toppskikt. Gummibark är något porösare men annars samma material.

Ytorna tvättas inte som rutin, bara vid särskilda beställningar. Tvätt utförs med högtryck utan rengöringsmedel, tvättvattnet samlas alltid upp. Dock går inte allt vatten tillbaka i tanken beroende på underlaget, totalt är det ca 80-90% som samlas upp. De flesta ytorna har

troligtvis aldrig tvättats enligt denna metod tidigare, undantaget rörelselekplatsen i Enskifteshagen som provtvättades för ett antal år sedan.

Tabell 2-1 Provtagna lekplatser i Malmö. Vissa lekplatser har flera gummiytor, storlek på respektive yta anges.

Lekplats	Anläggningsår	Ytor [m ²]
Dalslandsplan	2005	177
Enskifteshagen	2009	124; 167; 49
Sollekplatsen	2011	444; 91; 138
Fiskelekplatsen	2014	214; 27; 7
Teaterlekplatsen	2014	202; 75
Sagolekplatsen	2007	159; 30; 43

2.2 Provtagning

Enligt uppgifterna från miljöförvaltningen utfördes provtagning av Fastighets- och Gatukontoret (FGK), Malmö stad enligt beskrivning nedan.

Tvättvatten samlades in från tvätt av en del av gummiytorna på respektive lekplats, från vilken av ytorna provet hämtades är dock okänt. På inloppsröret till tanken efter uppsugning av tvättvattnet sitter ett mindre utlopp där provtagningsvattnet sipprade ner i en 5 liters behållare som sedan tappades över till provflaskorna (inget samlingsprov). Provtagning gjordes med 2x1 liter i glasflaskor.

Inför provtagning tvättades varje provtagningsyta i 15 minuter innan avtappning i syfte att rena slangen.

Glasflaskorna med prover skickades tillsammans med en tom flaska (materialbank) på analys i Eurofins laboratorium.

2.3 Analys

Utförande laboratorium för analyser var Eurofins Environment Testing Norway AS (Bergen).

Eurofins använde sitt så kallade kombinationspaket "PMX72" för analys av proverna. Kombinationspaketet omfattar analys av mikroplast i vatten genom en pyrolysmetod (PY) GC-MS.

Metoden resulterade i kvantitativa resultat [$\mu\text{g/l}$] för åtta plasttyper:

- Polyeten/polyetylen (PE)
- Polypropen/polypropylen (PP)
- Polystyren (PS)
- Polyvinylklorid (PVC)
- Polyetentereftalat (PET)
- Polykarbonat (PC)
- Polymetylmetakrylat (PMMA)
- Polyamid 6 (PA6)

Utöver det resulterade metoden i kvantitativ bestämning för två gummikomponenter:

- Polyisopren som mått på naturgummi (NR)
- Polybutadien för styren-butadiengummi (SBR) och butadiengummi (BR)

Rapporteringsgräns (LOQ) för de åtta plasterna är 1-3 µg/l och för polyisopren/polybutadien 1 µg/l.

Ett generellt problem vid analys av mikroplast är störningar som kan uppkomma vid förekomst av exempelvis naturligt organiskt material. Eurofins har dock metoder för hantering av detta varför detta inte bedöms ha påverkat resultatet nämnvärt.

Filtrering av proverna utfördes på 27 µm-filter. Därmed är samtliga analyserade partiklar inom storleksintervallet 27 µm – 5000 µm. Den övre avgränsningen är dock teoretisk och behöver sällan göras i praktiken. Analysen redovisar resultat i masskoncentration [µg/l].

3 Bedömning av resultat

Analysen redovisar resultat i masskoncentration [µg/l], vilket skiljer sig ifrån många studier där resultat redovisas i antal partiklar [MP/l]. I syfte att göra analysresultaten jämförbara med andra utsläppskällor och spridningsvägar räknas resultatet om till antal partiklar per liter, se Bilaga: Beräkning av analysresultat.

Beräkningarna baseras på materialens densitet och partiklarnas storlek. Eftersom partiklarnas storlek i utförda prover inte är kända, baseras följande beräkningar på ett antagande att partiklarna är klotformade granulat med ett storleksintervall på 300 µm – 5000 µm. Genom att göra denna avgränsning i partikelstorlek kan resultaten från utförd analys jämföras med andra utsläppskällor. Det är dock av vikt att påpeka att antaganden avseende partiklarnas storleksintervall har stor betydelse för omräkningen till antalet partiklar. Antalet partiklar bör rimligtvis öka ju mindre deras storlek är eftersom de större partiklarna sönderfaller till fler och mindre partiklar. Antalet partiklar som beräknats med denna metod (med minsta storlek på 300 µm) borde alltså vara en grov underskattning jämfört med det totala antalet partiklar. Beräkningar utförs inte på analysresultat som visat masskoncentration på <1 µg/l.

Utöver det kan storleken på granulat från multiplaner variera upp till 1 cm (Hüffer et al., 2018), varför det finns en risk att ett visst bortfall har uppstått vid analys, eftersom enbart partiklar upp till 5000 µm analyserades. Partiklar större än 5000 µm faller in under begreppet makroplast.

Samtliga analysresultat visar på halter av mikroplastpartiklar. Resultaten varierar från plats till plats, dock innehåller samtliga prover en kombination av olika plast- och gummipartiklar med undantag för två prover. Den mest dominerande polymeren i tvättvattnet enligt analysresultaten är polyeten (PE). Anledningen till varför PE dominerar, trots att gymmiytor ofta in består av PE, kan bero på ett antal anledningar. Sannolikheten är stor att proverna ska ha kontaminerats av slangar, behållare/tankar, m.m. vilka ofta består av PE.

Två av provtagningsplatserna visade inga spår av gummipartiklar, utan enbart plastpartiklar. Dessa visade även på lägst halter utav samtliga undersökta platser. Det kan bero på att de består av ett annat material, utsätts för mindre slitage eller någon annan anledning. För att besvara detta krävs mer bakgrundsinformation för respektive provtagningsplats.

Den lekplats som bedöms bidra till utsläpp av mikroplast i högst grad av undersökta platser är Teaterlekplatsen, där analysresultatet visade på 776 µg per liter tvättvatten, beräknat till mellan 12,6 – 58 254 plastpartiklar per liter. Två andra lekplatser som också har relativt höga utsläpp är Dalslandsplan (459 µg/l) och Enskifteshagen (395 µg/l).

4 Jämförelse med andra kända utsläppskällor, transportvägar och recipienter

I Tabell 4-1 nedan visas analysresultaten från tvättvattnet i jämförelse med andra analysresultat från kända mikroplastkällor, transportvägar eller recipienter. Jämförelse görs enbart mot mätvärden i olika vatten. Ingen jämförelse görs mot mätvärden i torrsustanser, t.ex. halter i jord och slam, eller mätvärden som redovisar utsläpp i massa per ytenhet. kan Mätvärden som redovisar utsläpp i massa per ytenhet kan inte beräknas i nuläget eftersom provtagning av tvättvatten enbart utförts på en del av gummiytorna, samt att det är okänt vilken av ytorna som provtagits på respektive lekplats.

Resultaten visar att Malmö stads tvättvatten innehåller högre halt mikroplast jämfört med majoriteten av andra studerade källor i vatten. Exempelvis visas högre masskoncentrationer i tvättvatten från fyra utav lekplatserna jämfört med dagvatten från konstgräs. Även vid jämförelse av beräknade maxantal partiklar innehåller tvättvattnet större antal än exempelvis vattnet i Vättern och lakvatten från deponier. Beroende på hur man jämfört tyder dock resultatet på mindre partikelutsläpp jämfört med utlopp från tvättmaskiner, vilket har påvisat mycket högt lägsta partikelantal.

Tvättvattenprover påvisar påtagliga halter av mikroplast. En jämförelse av uppmätta halter i olika vatten (se Tabell 4-1) tyder på att halterna är lägre än i orenat avloppsvatten, med ca en faktor 40-550 högre än utgående vatten från Sjölunda avloppsreningsverk. Om de uppmätta halterna i tvättvatten är representativa och betydande mängder av till exempel dagvatten med liknande halter släpps ut från ytorna, bedöms halterna som relativt stora. Skulle dessutom partiklarna vara relativt små och halterna således motsvara ett stort antal partiklar (relativt högt i spannet som anges för partikelantal i Tabell 4-1), innehåller tvättvattnet relativt mycket partiklar jämfört med "dagvatten Malmö".

Tabell 4-1 Sammanställning av analysresultat avseende mikroplast i olika vatten.

Provtagningsplats	Masskonc. [µg/l]	Partikelantal [l ⁻¹]	Partikelstrl.	Referens
Malmö Dalslandsplan	459	7,5 – 34 750	≥27 µm	Eurofins (2020)
Malmö Enskifteshagen	395	4 – 18 557	≥27 µm	Eurofins (2020)
Malmö Sollekplatsen	53	0,8 – 3 763	≥27 µm	Eurofins (2020)
Malmö Fiskelekplatsen	207	1,8 – 8 164	≥27 µm	Eurofins (2020)
Malmö Teaterlekplatsen	776	12,6 – 58 254	≥27 µm	Eurofins (2020)
Malmö Sagolekplatsen	100	0,8 – 3 802	≥27 µm	Eurofins (2020)
Malmö Ribersborg	-	1,06	>10 µm	Norén et al. (2015)
Malmö Segeåns mynning	-	7	>10 µm	Norén et al. (2015)
Malmö Industrihamn	-	28	>10 µm	Norén et al. (2015)
Dagvatten Malmö	-	5 – 93	-	Miljöförvaltningen (2018)
Vättern	-	0,01 – 0,001	-	HaV (2016)
Dagvatten konstgräs	-	19 – 123	-	Svalin (2016)
Dagvatten konstgräs	83	10	>100 µm	Trinh (2019)
Sjölunda avloppsreningsverk – utgående vatten	1,4	-	>10 µm	Ljung et al. (2018)
Tre avloppsreningsverk utlopp	-	0,15 – 3,3	-	Magnusson & Wahlberg (2014)
Utgående vatten tre avloppsreningsverk	-	7 – 30	>300 µm	Magnusson & Wahlberg (2014)

Utgående vatten tre avloppsreningsverk	-	20 – 80	>20 µm	Magnusson & Wahlberg (2014)
Fyra avloppsreningsverk, inlopp	-	0,06 – 0,08	>300 µm	Magnusson & Wahlberg (2014)
Utlopp 10 danska reningsverk	34	-	>20 µm	The Danish Environmental Protection Agency (2016)
Inkommande avloppsvatten	-	15	>300µm	Norén et al. (2016)
Inkommande avloppsvatten	-	69	>20 µm	Norén et al. (2016)
Lakvatten deponier	-	0 – 2,7	≥100 µm	Russo (2018)
Lakvatten deponier Norden	-	0 – 4,5	>50 µm	Van Praagh et al. (2018)
Tvättmaskiner utlopp	2,5 – 9,8	-	-	Ejhed et al. (2018)
Tvättmaskiner utlopp	-	8 900 – 19 000	-	Dris et al. (2016)
Dagvattenbrunnar hårt trafikerade ytor	-	6 000	>20 µm	Göteborgs Stad (2018)
Kranvatten Europa	-	3,8	-	Tyree & Morrison (2017)
Flaskvatten	-	325	>6,5 µm	Mason et al. (2018)

Det är dock viktigt att understryka att större delen av tvättvattnet som använts till gummiytor i Malmö samlas upp igen, totalt ca 80-90%. Det innebär i teorin att mikroplastpartiklarna i tvättvattnet bara släpps ut till max 10-20%.

För att dra mer konkreta slutsatser behöver några frågor besvaras först, se avsnitt Förslag på vidare steg.

5 Förslag på vidare steg

I föreliggande avsnitt ges rekommendationer på vidare steg gällande hanteringen av mikroplastutsläpp från gjutna gummiytor inom Malmö stad.

Utreda:

- Vad den dominerande storleken på partiklarna är.
- Varför en stor del av analyserade partiklar inte är gummi.
- Transportväg av mikroplastpartiklarna från ytorna: Kan dessa lossnar och hamna i vattendrag under "vanliga" eller extrema nederbördsförhållanden? Var hamnar partiklarna?
- Mer djupgående analys och utredning kring faktiska utsläpp, baserat på mängd och flöden tvättvatten, bakgrundsinformation om gummiytornas material, livslängd, slitage och underhållsrutiner m.m.
- Mätning av utsläpp per ytenhet är en relativt vanlig metod för bedömning av utsläpp från multiplaner, varför en sådan rekommenderas för att jämförelse med fler studier ska möjliggöras. Exempelvis uppdagades det i en studie att gummibaserade ytor släppte ifrån sig mellan 64 – 36 704 mikroplastpartiklar per kvadratmeter.
- Eftersom mikroplastpartiklar kan sprida sig från multiplanerna via dagvattnet till närliggande dagvattenbrunnar, finns även möjlighet att utföra provtagning och analys av de partiklar som ansamlas i brunnarna, till exempel efter skyfall.
- De mindre mikroplastpartiklarna (<20 µm) utgör förmodligen en större miljörisk, till exempel på grund av potentiellt negativa effekter i organismer i vattendrag och att dessa kan transporteras längre. Det rekommenderas att utreda läckage av dessa mindre partiklar från gummiytorna.

Åtgärda/förebygga:

Skulle den preliminära bedömningen att det är relativt mycket mikroplastpartiklar som släpps ut från gummiytorna (inte enbart vid tvätt) stå fast, finns olika åtgärdsalternativ. Om dessa behövs och hur de bäst utformas bör utredas efter ovanstående frågor är besvarade.

- Det finns möjlighet att installera olika tekniska lösningar för att förhindra spridning av större granulat via dagvattenbrunnar. Förslagsvis kan brunnsfilter installeras vid respektive gummiyta, med fokus på de platser där störst utsläpp påvisats.
- För att minimera utsläpp ifrån gummiytorna finns även rekommendationer för skötsel och underhåll, beroende på vilka material de utgörs av.
- Ta fram ett åtgärdsprogram för hur ytorna ska skötas och underhållas på bäst sätt utifrån förutsättningarna på respektive plats.
- Det pågår kontinuerlig forskning och bedrivs studier kring alternativa material som kan ersätta gummiytorna. Förslagsvis kan alternativa lösningar utvärderas genom att anordna en testyta.

6 Förslag provtagningsmetodik

I föreliggande avsnitt redovisas ett förslag på provtagningsmetodik (van Praagh et al., 2019) för liknande mätningar framöver. Prover kan antingen tas slumpmässigt, systematiskt eller i en kombination därav. Den enklaste metoden för att ta slumpmässiga prover är stickprovtagning. Då det finns relativt liten bakgrundsdata kring halter av mikroplaster i förorenade vatten och variationen kan antas vara stor skulle en stickprovtagning kräva många omgångar för att få resultat som kan meningsfullt utvärderas. Således rekommenderas någon form av samlingsprovtagning. Slutgiltig detaljerad utformning av provtagningsplan är beroende av fysiska, administrativa och övriga förutsättningar på plats.

För att kunna ta samlingsprover är det av fördel att kunna ta dessa där partiklar samlas upp respektive hålls tillbaka. Potentiella provtagningsplatser vid lekplatserna redovisas nedan:

Provtagningsplats (prioritering)*	Provtagningsmedium
1. Dagvattenbrunn	Vattenprover + Sediment
2. Filterinsats	Sediment

*Förslaget avser metodik främst för provtagning i recipient. Vid provtagning i tvättvatten måste slumpmässighet säkerställas genom bra omrörning och stickprover vid olika "tider" när vattnet tappas.

Vattenprover

Alt 1: Samlingsprov tas genom att sammanläsa flera stickprov, med fördel under nederbördstillfälle. Minst 1 liter bör provtas. Vid misstanke om mycket få partiklar i vattnet är en vattenmängd om 40 liter att rekommendera. Stickproven till samlingsprovet kan tas antingen med bägare/hink eller pump vid slumpmässigt valda tidpunkter under regntillfälle, alternativt med automatiserad provtagare (som dock inte kan installeras överallt). Vatten till prov tas ut vid start och under nederbördstillfälle. Av praktiska och säkerhetsskäl bör större provbehållare (större än 1-2 liter) vara i plast. I så fall tas ett blankprov.

Alt 2: Samlingsprov genom att samla in större mängder vatten och filtrera på plats med hjälp av en rostfri filtreringsanläggning, driven av en rostfri sänkpump eller peristaltisk pump. Partiklarna fastnar på 3 rostfria filter med olika porstorlekar (exempelvis 5000, 411 och 47 µm). AFRYs erfarenhet av förorenade vatten visar att 40-100 liter kan filtreras innan finmaskiga filter sätter igen.

Sediment

Sedimentprover tas ut som stickprov med metallspade eller sedimentprovtagare och slås samman till samlingsprov.

7 Referenser

- Dris et al., (2016). *Microplastics in different compartments of the urban water cycle: from the sources to the rivers*. Université Paris-Est, LEESU, UMR MA 102 and SIAAP (syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne), Direction du Développement et de la Prospective.
- Eurofins. (2020). *Analys av mikroplast i "orena" vatten – Oxidation av naturligt organiskt material (NOM)*. Länk: <https://www.eurofins.se/tjanster/miljoe-och-vatten/nyheter-miljo/analys-av-mikroplast-i-orena-vatten-oxidation-av-naturligt-organiskt-material-nom/> [Hämtad 2020-11-28]
- Göteborgs Stad. (2018). *Förekomst och spridning av mikroplast, gummi och asfaltspartiklar från vägtrafik*. Trafikkontoret, Göteborgs Stad, Dnr 2172/18.
- Havs- och vattenmyndigheten (HaV). (2016). *Sötvatten - Om miljötilståndet i Sveriges sjöar, vattendrag och grundvatten*.
- Hörman, J. A. (2017). *Är fallskydd och multiplaner en källa till mikroplaster?* Inventering av situationen i Lomma kommun. Examensarbete i Miljövetenskap, 15 hp, Lunds Universitet.
- Jönsson, R. (2016). *Mikroplast i dagvatten och spillvatten*. Uppsala Universitet
- Krång, A. Olshammar, M. Edlund, D. Hållén, J. Stenfors, E. och Winberg von Friesen, L. (2019). *Sammanställning av kunskap och åtgärdsförslag för att minska spridning av mikroplast från konstgräsplaner och andra utomhusanläggningar för idrott och lek*. Rapport Nr C359. IVL Svenska Miljöinstitutet. Stockholm.
- Lassen, C. Foss Hansen, S. Magnusson, K. Norén, F. Bloch Hartmann, N.I. Rehne Jensen, P. Gissel Nielsen, T. Brinch, A. (2015). *Microplastics - Occurrence, effects and sources of releases to the environment in Denmark*. Copenhagen: The Danish Environmental Protection Agency.
- Ljung, E. Borg Olesen, K. Andersson, P. Fältström, E. Vollertsen, J. Wittgren, H.B. Hagman, M. (2018). *Mikroplaster i kretsloppet*. Rapport Nr 2018-13. Svenskt Vatten Utveckling.
- Magnusson, K. och Wahlberg, C. (2014). *Mikroskopiska skräppartiklar i vatten från avloppsreningsverk*. Rapport B 2208:30. IVL Svenska Miljöinstitutet. Stockholm.
- van Praagh, M. Hartman, C. Brandmyr, E. (2018). *Microplastics in Landfill Leachates in the Nordic Countries*. Nordic Council of Ministers 2018. TemaNord 2018:557.
- van Praagh, M. Heander, E. Hartman, C. Brandmyr, E. Cieslukowska, J. (2019). *Förekomst av mikroplaster i Malmös vatten*. Malmö stad. Miljöförvaltningen.
- Mason et al., (2018). *Synthetic polymer contamination in bottled water*. State University of New York at Fredonia, Department of Geology & Environmental Sciences.
- Miljöförvaltningen (2018). *Undersökning av mikroplaster i dagvattennätet år 2017 och 2018*. Malmö stad. Rapport nr 6/2018. ISSN 1400-4690.
- Mälarens Vattenvårdsförbund. (2013). *Mikroplaster*. Länk: <http://www.malaren.org/malaren/hur-mar-malaren/plast/mikroplaster/> [Hämtad 2020-11-30]
- Naturvårdsverket. (2017). *Mikroplaster. Redovisning av regeringsuppdrag om källor till mikroplaster och förslag på åtgärder för minskade utsläpp i Sverige*. RAPPORT 6772.
- Norén, K. Haikonen, K. och Norén, F. (2015) *Marint mikroskopiskt skräp längs Skånes kust*. Rapport NR C 139. IVL Svenska Miljöinstitutet. Stockholm.
- Norén K. Magnusson, K. och Norén F. (2016) *Mikroskräp i inkommande och utgående renat avloppsvatten vid Arvidstorps reningsverk i Trollhättans kommun*. Rapport NR B 2255. IVL Svenska Miljöinstitutet. Stockholm.
- Russo, V. E. (2018). *Mikroplast i behandlat lakvatten*. En fallstudie med åtta avfallsanläggningar. SLU Uppsala Universitet.
- Sundt, P. Schulze, P.-E. och Syversen, F. (2014). *Sources of microplastic- pollution to the marine environment*. Project report. Miljødirektoratet: Norwegian Environment Agency.
- Svalin, J. (2016). *En studie kring konstgräsplaner - Kvantifiering, identifiering samt analys med avseende på toxicitet av utsläppta mikroplaster i dagvatten från konstgräsplaner*. Göteborgs Universitet.
- Trinh, Y. (2019). *Förekomst av mikroplast i dagvatten*. En jämförande studie av dagvatten från vägtrafik och konstgräs i Uppsala. Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet.
- Tyree & Morrison (2017). *Invisibles - The plastic inside us*. ORB Media.
- Vollertsen, J. och Hansen, A. A., 2017. *Microplastic in Danish wastewater - Sources, occurrences and fate*. Köpenhamn: The Danish Environmental Protection Agency.
- Wagner, T. Reemtsma, S. Hofmann, T. (2018). *Sorption of organic substances to tire wear materials: Similarities and differences with other types of microplastic*. Trends in Analytical Chemistry.

Bilaga: Beräkning av analysresultat

Tabell 0-1 Resultat ifrån analys och beräkning av mikroplast på Dalslandsplan, Malmö.
 Provtagningsdatum 2020-05-29. Volym provtaget tvättvatten: 2820 ml.

Analys	Resultat	Enhet	Partikelantal [MP/l]
Polyetylen (PE)	340	µg/l	5,5 – 25 585
Polyisopren (NR)	13.28	µg/l	0,2 – 1 021
Polybutadien (SBR/BR)	39.12	µg/l	0,6 – 2 944
Polypropylen (PP)	46.8	µg/l	0,8 – 3 872
Polystyren (PS)	19.9	µg/l	0,3 – 1 328
Polyvinylklorid (PVC)	<1	µg/l	-
Polyetentereftalat (PET)	<1	µg/l	-
Polyamid 6 (PA6)	<1	µg/l	-
Polymetylmetakrylat (PMMA)	<1	µg/l	-
Polykarbonat (PC)	<1	µg/l	-
Summa kvantifierade plastpolymerer	408	µg/l	-
Summa inkl. gummipartiklar	459	µg/l	7,5 – 34 750

Tabell 0-2 Resultat ifrån analys och beräkning av mikroplast på Enskifteshagen, Malmö.
 Provtagningsdatum 2020-05-28. Volym provtaget tvättvatten: 2910 ml.

Analys	Resultat	Enhet	Partikelantal [MP/l]
Polyetylen (PE)	99.1	µg/l	1,6 – 7 457
Polyisopren (NR)	53.84	µg/l	0,9 – 4 140
Polybutadien (SBR/BR)	36.7	µg/l	0,6 – 2 762
Polypropylen (PP)	40.5	µg/l	0,7 – 3 351
Polystyren (PS)	12.7	µg/l	0,2 – 842
Polyvinylklorid (PVC)	<1	µg/l	-
Polyetentereftalat (PET)	<1	µg/l	-
Polyamid 6 (PA6)	<1	µg/l	-
Polymetylmetakrylat (PMMA)	<1	µg/l	-
Polykarbonat (PC)	<1	µg/l	-
Summa kvantifierade plastpolymerer	153	µg/l	-
Summa inkl. gummipartiklar	395	µg/l	4 – 18 557

Tabell 0-3 Resultat ifrån analys och beräkning av mikroplast på Sollekplatsen, Malmö.
 Provtagningsdatum 2020-06-03. Volym provtaget tvättvatten: 2820 ml.

Analys	Resultat	Enhet	Partikelantal [MP/l]
Polyetylen (PE)	30.6	µg/l	0,5 – 2 303
Polyisopren (NR)	<1	µg/l	-
Polybutadien (SBR/BR)	<1	µg/l	-
Polypropylen (PP)	8.1	µg/l	0,1 – 670
Polystyren (PS)	4.5	µg/l	0,1 – 300
Polyvinylklorid (PVC)	<1	µg/l	-
Polyetentereftalat (PET)	9.7	µg/l	0,1 – 490
Polyamid 6 (PA6)	<1	µg/l	-
Polymetylmetakrylat (PMMA)	<1	µg/l	-
Polykarbonat (PC)	<1	µg/l	-
Summa kvantifierade plastpolymerer	53.1	µg/l	-
Summa inkl. gummipartiklar	53	µg/l	0,8 – 3 763

Tabell 0-4 Resultat ifrån analys och beräkning av mikroplast på Fiskelekplatsen, Malmö.
 Provtagningsdatum 2020-06-17. Volym provtaget tvättvatten: 2880 ml.

Analys	Resultat	Enhet	Partikelantal [MP/l]
Polyetylen (PE)	73.2	µg/l	1,2 – 5 580
Polyisopren (NR)	4.3	µg/l	0,1 – 331
Polybutadien (SBR/BR)	<1	µg/l	-
Polypropylen (PP)	28.1	µg/l	0,5 – 2 325
Polystyren (PS)	<1	µg/l	-
Polyvinylklorid (PVC)	<1	µg/l	-
Polyetentereftalat (PET)	<1	µg/l	-
Polyamid 6 (PA6)	<1	µg/l	-
Polymetylmetakrylat (PMMA)	<1	µg/l	-
Polykarbonat (PC)	<1	µg/l	-
Summa kvantifierade plastpolymerer	103	µg/l	-
Summa inkl. gummipartiklar	207	µg/l	1,8 – 8 164

Tabell 0-5 Resultat ifrån analys och beräkning av mikroplast på Teaterlekplatsen, Malmö.
 Provtagningsdatum 2020-06-26. Volym provtaget tvättvatten: 1950 ml.

Analys	Resultat	Enhet	Partikelantal [MP/l]
Polyetylen (PE)	331	µg/l	5,4 – 24 908
Polyisopren (NR)	32.3	µg/l	0,5 – 2 483
Polybutadien (SBR/BR)	183	µg/l	3 – 13 771
Polypropylen (PP)	109	µg/l	1,9 – 9 018
Polystyren (PS)	121	µg/l	1,7 – 8 075
Polyvinylklorid (PVC)	<1	µg/l	-
Polyetentereftalat (PET)	<1	µg/l	-
Polyamid 6 (PA6)	<1	µg/l	-
Polymetylmetakrylat (PMMA)	<1	µg/l	-
Polykarbonat (PC)	<1	µg/l	-
Summa kvantifierade plastpolymerer	562	µg/l	-
Summa inkl. gummipartiklar	776	µg/l	12,6 – 58 254

Tabell 0-6 Resultat ifrån analys och beräkning av mikroplast på Sagolekplatsen, Malmö.
 Provtagningsdatum 2020-06-10. Volym provtaget tvättvatten: 1940 ml.

Analys	Resultat	Enhet	Partikelantal [MP/l]
Polyetylen (PE)	37.9	µg/l	0,6 – 2 852
Polyisopren (NR)	<1	µg/l	-
Polybutadien (SBR/BR)	<1	µg/l	-
Polypropylen (PP)	10.2	µg/l	0,2 – 844
Polystyren (PS)	<1	µg/l	-
Polyvinylklorid (PVC)	<1	µg/l	-
Polyetentereftalat (PET)	2.1	µg/l	0 – 106
Polyamid 6 (PA6)	<1	µg/l	-
Polymetylmetakrylat (PMMA)	<1	µg/l	-
Polykarbonat (PC)	<1	µg/l	-
Summa kvantifierade plastpolymerer	51.1	µg/l	-
Summa inkl. gummipartiklar	100,4	µg/l	0,8 – 3 802