



Nr C 334
Juli 2018

Mikroplast i Stockholms stad

Källor, spridningsvägar och förslag till
åtgärder för att skydda Stockholms stads
vattenförekomster

Helene Ejhed, Anna Fråne, Anna-Lisa Wrangle, Kerstin Magnusson och Mikael Olshammar



På uppdrag av Stockholms stad

Författare: Helene Ejhed, Anna Fråne, Anna-Lisa Wrange, Kerstin Magnusson och Mikael Olshammar, IVL Svenska Miljöinstitutet

Medel från: Stockholm stad

Rapportnummer C 334

ISBN 978-91-8878-70-5

Upplaga Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2018

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // Fax 010-788 65 90 // www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Förord

Detta projekt har genomförts av IVL Svenska Miljöinstitutet på uppdrag av Miljöförvaltningen, Stockholms stad i syfte att ta fram underlag till den handlingsplan för minskad spridning av mikroplast som miljöförvaltningen har fått ett uppdrag i Kommunfullmäktiges budget för 2018 att ta fram.. Projektledare på IVL var Helene Ejhed och projektmedarbetare från IVL var Kerstin Magnusson, Mikael Olshammar, Anna Fråne och Anna-Lisa Wrangle. Vi vill rikta ett tack till Eleonor Ryberg, IVL, som har hjälpt till med GIS-arbetet. På Stockholms stad var Maria Azzopardi ansvarig projektledare. Delprojektledare inom Stockholms stad var Axel Hullberg och Jenny Fäldt.

Arbetet har genomförts i samverkan med en arbetsgrupp inom Stockholms stad. IVL vill rikta ett stort tack till alla i Stockholms stads arbetsgrupp som har bidragit med data och information så att vi har kunnat sammanställa denna rapport; Pye Seaton, Göran Häggkvist, Hans Eriksson, Yassine Kazi-Tani, Jenny Pirard, Lena Embertsén, Ulrika Broman, Linnea Skälegård, Fred Erlandsson, Helene Personne, Susanne Pettersson, Michael Norman. Mycket information och data har tillhandahållits till projektet från Stockholms stad, där särskilt Jenny Pirard var mycket behjälplig med omfattande GIS-data om stadens aktiviteter och ytor.

Projektet vill vidare rikta ett stort tack till referensgruppen till detta projekt som genom ett stort engagemang vid möten, bred och djup kunskap samt bra idéer och synpunkter har gett betydande bidrag till denna rapport; Anna Kärrman, Örebro universitet; Anne Heino, Stockholms hem; Arne Jamtrot, Miljöförvaltningen; Babette Marklund, Järfälla kommun; Britt Mattson, Norrmalms stadsdelsförvaltning; Britta Lönn, Håll Sverige Rent; Cajsa Wahlberg, Stockholm Vatten och Avfall; Charlotta Solerud, Stockholms hamnar; Christer Edvardsson, Miljöförvaltningen; Erika Svensson, Solna stad; Eva Vall, Stockholm Vatten och Avfall; Fredrik Söderholm, Stockholm Parkering; Frida Jeppsson, Käppalaförbundet; Frida Nordström, Exploateringskontoret; Jana Lervik, Bromma stadsdelsförvaltning; Jennie Amneklev, Nacka VA; Johanna Pierre, Miljöförvaltningen; Julia Taylor, Naturvårdsverket; Linda Svensson, Solna stad; Lukas Ljungqvist, Stadsbyggnadskontoret; Maria Löfholm, Svenska bostäder; Marit Lundell, Sundbyberg stad; Mathias Wiklund, Sundbybergs stad;; Virginia Kustvall-Larsson, Stadsbyggnadskontoret.

Innehållsförteckning

1	Sammanfattning	6
2	Summary.....	6
3	Introduktion	8
3.1	Bakgrund	8
3.2	Syfte med uppdraget.....	8
3.3	Definitioner och avgränsningar	9
3.3.1	Storlek och materialdefinitioner.....	9
3.3.2	Primär och sekundär plast	9
3.4	Avgränsningar i studien	9
4	Metodik.....	10
4.1	Urval av källor och spridningsvägar	10
5	Källor till mikroplast i Stockholms stad.....	11
5.1	Avsiktligt skapad mikroplast.....	11
5.1.1	Tvätt- disk- och rengöringsprodukter	11
5.1.2	Kosmetiska produkter	12
5.1.3	Industriell produktion och hantering av primärplast.....	15
5.1.4	Klottersanering, blästring med plast.....	16
5.2	Oavsiktligt skapad mikroplast.....	16
5.2.1	Tvätt av textilier	16
5.2.2	Vägar och däck.....	20
5.2.3	Konstgräsplaner	23
5.2.4	Fallskyddsytor, sport- och lekytor.....	27
5.2.5	Byggnader, infrastruktur, underhålls- och byggnadsarbete	29
5.2.6	Deponier	31
5.2.7	Biologisk behandling av matavfall.....	33
5.2.8	Nedskräpning	34
5.3	Direkta utsläpp från källor i marin- och sötvattenmiljö	41
5.3.1	Båtbottenfärger	41
5.3.2	Fritidsbåtar inom Stockholms stad	42
5.3.3	Kommersiella fartyg och skärgårdsbåtar	45
5.3.4	Potentiella utsläpp av mikroplaster från fritidsbåtar i Stockholms stad.....	46
5.3.5	Potentiella utsläpp av mikroplaster från kommersiell sjöfart i Stockholms Stad	47
5.3.6	Kunskapsbrister	48
5.3.7	Åtgärder	49
5.3.8	Andra möjliga mikroplastkällor kopplade till båtverksamhet.....	50
5.4	Sammanfattning av källor till mikroplast i Stockholms stad	51
6	Spridningsvägar av mikroplast.....	52
6.1	Transport från landbaserade källor	52
6.1.1	Utsläpp från kommunala avloppsreningsverk (KARV)	53

6.1.2	Spridning av mikroplast från tvätt av textilier, samt kosmetiska och kemiska produkter via avloppsslam	57
6.1.3	Dagvatten	58
6.1.4	Bräddningar	60
6.1.5	Snöhantering	62
6.1.6	Gatustädning/sandupptag	64
6.1.7	Nedfall (deposition) från luft	64
Sammanfattande diskussion och slutsatser om källor, spridningsvägar och åtgärder		66
Referenser		72

1 Sammanfattning

Detta projekt har genomförts av IVL Svenska Miljöinstitutet på uppdrag av Stockholms stad inom ramen för deras arbete med att ta fram en handlingsplan för att minska spridning av mikroplast i miljön. Arbetet har genomförts i samverkan med en arbetsgrupp inom Stockholms stad.

Av de kvantifierbara källorna och spridningsvägarna har däckslitage beräknats vara den största källan som når miljön genom spridningsvägarna dagvatten, slam, och avloppsvatten. Nedskräpning har kvalitativt bedömts vara en av de största källorna till mikroplast i miljön och även här sker spridning till miljön via dagvatten, slam och avloppsvatten. Den nedskräpning som sker specifikt i anslutning till olika byggprocesser har också bedömts vara en medelstor källa till dagvatten, avloppsvatten och slam, men det är stor osäkerhet i den bedömningen. Ytterligare stora källor visade sig vara tvätt i hushåll som sprider syntetiska fibrer från slitage av textilier via avloppsvatten och slam, samt konstgräsplaner som transporteras via dagvatten, slam och avloppsvatten. De uppskattningar av mängden gummigranulat och textilfibrer som gjorts inom detta uppdrag bedöms dock som relativt osäkra och troligen överskattade eftersom t.ex. kompaktering av konstgräsplanerna varit svår att uppskatta och studier av uppmätta mängder av syntetiska fibrer i inkommande avloppsvatten till avloppsreningsverk är jämförbara med de lägsta beräknade mängderna i detta uppdrag. Kunskapsbrister för varje källa och spridningsväg beskrivs i respektive avsnitt. Vägfärg var ytterligare en källa som klassificeras som medelstor, eftersom relativt stora mängder vägfärg köpts in till Stockholms stad.

Spridning av mikroplaster behöver åtgärdas vid källorna genom uppströmsarbete, men det behövs även åtgärder för att begränsa spridningsvägarna av mikroplast genom att skapa "barriärer" till skydd för miljön, t.ex. införa reningssteg där detta idag saknas. Det finns dock fortfarande kunskapsluckor både om källorna och om hur effektiva vissa reningstekniker kan vara. Det område där de mest kostnadseffektiva åtgärderna bedöms möjliga att genomföra är nedskräpning.

Stockholms stad har rådighet över vissa källor och spridningsvägar där åtgärder kan genomföras, t.ex. konstgräsplaner, avloppsvattenrening, dagvattenrening, medan andra källor inte helt kan styras av Stockholms stad, t.ex. nedskräpning, trafikmängd, hushållens produktanvändning och tvätt av textilier med syntetfiber. Åtgärderna som föreslås i denna rapport omfattar därför kommunikationsaktiviteter, utökad tillsyn, styrning genom upphandling, samverkan mellan aktörer, nya mätningar och bevakning av ny kunskap, samt tekniska lösningar. Åtgärder föreslås på kort sikt till år 2019 och på lång sikt till 2020-2024.

2 Summary

This project has been performed by IVL Swedish Environmental Research Institute on commission by the City of Stockholm within their development of an actionplan against microplastics pollution. The work has been performed in close cooperation with a working group within the City of Stockholm that provided extensive data and information. Tyre wear has been calculated to be the largest quantifiable source that reaches the environment through the pathways; stormwater, sewage sludge and sewage water. Littering has qualitatively been estimated to be one of the largest sources of microplastics in the environment, also through the pathways; stormwater, sewage

sludge and sewage water. The littering taking place specifically at construction sites has further been estimated as a moderately large source of microplastics to the environment via stormwater, sewage sludge and sewage water, but there are large uncertainties in that estimate. Thermoplastic paint used for road markings was further a moderately large source of microplastic, since relatively large amount of paint was used by the City of Stockholm. Other large sources showed to be; households and commercial washing generating synthetic fibers to wastewater and sludge due to wear of textiles, and microplastics from rubber granulates at artificial turfs that transports to the environment via stormwater, sewage sludge and sewage water. The calculation of emissions of rubber granulates and textile fibers are relatively uncertain, and the results are probably overestimated. Since for example compaction at the artificial turfs has been hard to determine, meaning that the loss from the turfs has probably been overestimated. Further, earlier monitoring studies of the number of synthetic fibers in influent sewage water showed results in the lower range of the calculated results in this report. Lack of knowledge of each source and transport pathway is presented in the present report.

Emissions of microplastics need to be reduced at the sources of pollution, but measures needs to be taken also during transport in the pathways to create “barriers” preventing pollution to reach the environment, i.e. by introducing techniques of removal where it is missing today. There are however lack of knowledge both regarding the sources and regarding the efficiency of the removal techniques. The most cost-efficient measures possible, within this limitation of uncertainty, was regarded to be reduction of microplastics pollution from littering.

The City of Stockholm has full responsibility of some sources and pathways of pollution, i.e. artificial turfs, sewage treatment, stormwater treatment. While other sources of pollution are not completely in the hands of the City, i.e. littering, traffic, products used by households, and washing of textiles. The measures proposed within the present report therefore covers communication activities, control actions, procurements, regulations, cooperation with other stakeholders, new monitoring and increased knowledge, as well as technical solutions. The measures are suggested on a short time frame until year 2019 and a longer time frame from 2020 to 2024.

3 Introduktion

3.1 Bakgrund

Förekomsten av plast i miljön ökar och problemet har uppmärksammats alltmer på senare år. Naturvårdsverket har redovisat ett regeringsuppdrag om mikroplast 2017 (Naturvårdsverket 2017), där IVL bidrog med en underlagsrapport om nationell kartläggning av källor och spridningsvägar av mikroplast till havet baserat på tillgängliga data och litteratur (Magnussonm.fl. 2016). De största källorna bedömdes vara slitage av vägar och däck, och ytterligare en betydande källa var gummigranulat i konstgräsplaner. För flertalet av de källor och spridningsvägar som misstänktes ha betydande bidrag till belastningen på havet, rådde det en stor brist på data, vilket innebar att det var omöjligt eller väldigt osäkert att kvantifiera deras bidrag.

Stockholms stad har arbetat strukturerat en längre tid med att kartlägga olika förorenande ämnen och minska stadens påverkan på berörda vattenförekomster, bland annat genom att ta fram en Kemikalieplan gällande åren 2014-2019 och en Handlingsplan för god vattenstatus (Miljöförvaltningen Stockholms stad, 2015). Staden har även arbetat med att ta fram förslag till lokala åtgärdsplaner i syfte att uppnå och bibehålla god vattenstatus. Mikroplaster har dock inte inkluderats i dessa kartläggningar och åtgärdsplaner.

För att fortsätta arbetet och omfatta även mikroplaster, så har Stockholms kommunfullmäktige tagit beslut om att ge Miljö- och hälsoskyddsnämnden i uppdrag att "...intensifiera arbetet med att undersöka vilka källor som lokalt orsakar spridning av mikroplaster och i samråd med berörda nämnder ta fram en handlingsplan för att minska spridningen av mikroplaster". Inom ramen för arbetet med att ta fram handlingsplanen så har IVL genomfört detta projekt på uppdrag av Miljöförvaltningen i Stockholms stad. Uppdraget omfattade att ta fram kvantitativa underlag avseende källor och spridningsvägar, i första hand till vattenmiljön, för mikroplast i Stockholm, samt att ge förslag på åtgärder för att minska förekomst och spridning av mikroplast i Stockholm.

Arbetet med att kvantifiera källor och spridningsvägar inom Stockholms stad har baserats på mer detaljerade och platsspecifika data än den nationella studien som IVL tidigare har genomfört. Dessutom har anställda vid Stockholms stad bidragit med sin kännedom om användning av plast och möjliga spridningsvägar.

3.2 Syfte med uppdraget

Uppdraget har två syften, vilka är att:

1. Identifiera och kvantifiera källor och spridningsvägar för mikroplast i Stockholms stad till i första hand vattenmiljön.
2. Ta fram åtgärdsförslag för hur uppkomsten och spridningen av mikroplast till vattenförekomster i Stockholm kan minska.

3.3 Definitioner och avgränsningar

Mikroplast har pekats ut som det viktigaste mikroskräpet i havsmiljön, enligt ramdirektivet om en marin strategi (2008/56/EG). I processen med att identifiera källorna är det dock viktigt att ha en tydlig definition av termen mikroplast.

3.3.1 Storlek och materialdefinitioner

Plast ges en bred definition i denna rapport, liksom den gjorde även i den nationella studien om källor till mikroplast och i flera andra tidigare studier (Magnusson m.fl. 2016, Sundt m.fl. 2014). Plast innefattar av människan producerade polymerer som härrör från petroleum eller från biprodukter av petroleum, men även icke-syntetiska polymerer som naturgummi och polymermodifierad bitumen. Uttrycket "partiklar" används i rapporten för alla fasta partiklar oberoende av form, inkluderande t.ex. flingor och fibrer av plast. Storleksintervallet på partiklar avgränsas till mellan 1 µm och 5 mm. Det finns fortfarande ingen internationellt accepterad definition för storleken av mikroplast, men en övre gräns på 5 mm har ett starkt stöd i det vetenskapliga samfundet (GESAMP 2015). Den lägre storleksgränsen är mer varierande och i många studier har beslutet om vilken nedre gräns som gäller varit pragmatiskt och helt enkelt bestämt av den provtagningsutrustning som har använts.

3.3.2 Primär och sekundär plast

Mikroplast kan kategoriseras i avsiktligt producerade plastpartiklar, primär mikroplast, och mikroplast som bryts ner i mindre bitar från stort plastskräp, sekundär mikroplast (GESAMP 2015). En viktig grupp av primärplast är plastpellets som produceras som råmaterial för plastindustrin. Primärplastpartiklar används även som slipmedel i många tillämpningar, t.ex. i kosmetika, rengöringsmedel, läkemedel och luftblåsningsmedier. Sekundär mikroplast kan bildas i samband med byggnads- och underhållsarbete med plastprodukter, t.ex. på byggarbetsplatser eller vid tvättning av syntetiska kläder. De kan också skapas under normal användning av konstruktioner och produkter av plast, t.ex. vägdamm som härrör från slitage av däck eller vägfärg eller syntetfibrer avslitna från fiskeredskap. En viktig grupp av sekundär mikroplast är också de partiklar som bildas genom fragmentering av plastskräp i miljön.

Förutom mekaniskt slitage är UV-strålning från solen en av de viktigare faktorerna för fragmentering av plastartiklar i miljön (Andrady m.fl. 1998). Fullständig nedbrytning av plastskräp till koldioxid och andra små molekyler kan ta många decennier, och till och med århundraden, i miljön.

Denna rapport inriktar sig på mikroplastpartiklar men ett viktigt faktum är att, om inte allt stort plastskräp tas om hand, kommer det att sönderfalla till mindre plastfragment och adderas till belastningen av mikroplast i miljön.

3.4 Avgränsningar i studien

Detta projekt har fokuserat på Stockholms stads bidrag till mikroplast både från befolkning och från de offentliga och privata verksamheter som är relevanta för de källor och spridningsvägar som ingick i uppdraget. I uppdraget separerades inte bidrag från Stockholms

förvaltningsverksamhet ut specifikt, utan Stockholm som helhet ingick i studien. Fokus har legat på att beskriva källor och spridningsvägar som kan påverka ytvattenförekomster, medan övriga spridningsvägar har noterats. År 2016 har valts ut som basår för beräkningar för att få relativt jämförbara beräkningsgrunder mellan olika indata (invånarantal, trafikbelastning, volym avloppsvatten etc.).

4 Metodik

Detta uppdrag har genomförts av IVL, med stöd av representanter från många av Stockholms stads förvaltningar i en arbetsgrupp som arbetar med att ta fram en handlingsplan för mikroplaster inom Stockholms stad. Medverkande från Stockholms stad i arbetsgruppen bistod med att ta fram mycket aktivitetsdata, GIS-data och kunskap om verksamhet i Stockholms stad som kom att utgöra en grund för information och kvantifieringar av källor och spridningsvägar inom detta uppdrag.

Projektet har fått ytterligare bred förankring och stöd av en referensgrupp bestående av en stor grupp av organisationer; stadsdelsförvaltningar, kranskommuner, kommunala VA-förbund, bostadsbolag, Stockholms hamnar, Håll Sverige Rent, Örebro universitet, Luleå Tekniska Universitet, Länsstyrelsen i Stockholms län, Trafikverket och Naturvårdsverket. Referensgruppen bidrog speciellt till information om möjliga åtgärder för att minska spridningen av mikroplaster till miljön.

4.1 Urval av källor och spridningsvägar

IVL har genomfört beräkningar och bedömningar av ett urval källor och spridningsvägar.

De källor som ingick i upphandlingen av uppdraget från Stockholms stad var; väg och däck, konstgräsplaner och liknande aktivitetsytor (artificiella sport- och lekytor), tvätt av syntetfiber, båtbottnfärg, nedskräpning, industriell produktion och hantering av primärplast, klottersanering, byggnader och byggprocessen, lekplatser, skolor och förskolegårdar, kosmetiska och kemiska produkter. IVL har inte beskrivit lekplatser, skolor och förskolegårdar specifikt, men ser att de rymmer inom ramen för artificiella sport- och lekytor samt inom källan byggnader. IVL bedömde vidare att deponier samt matavfall skulle kunna bidra till spridningen av mikroplaster och inkluderade beskrivning av dem som källor.

De spridningsvägar som ingick i uppdraget var; dagvatten/ytavrinning/spillvatten, luft, avloppsreningsverk (inkl. slam och utsläpp av renat vatten) och snöhantering. IVL bedömde vidare att sand som sopas upp från gatorna kan medföra mikroplaster och inkluderade beskrivning av den spridningsvägen.

5 Källor till mikroplast i Stockholms stad

5.1 Avsiktligt skapad mikroplast

5.1.1 Tvätt- disk- och rengöringsprodukter

Mikroplastpartiklar förekommer som tillsats i tvätt- disk- och rengöringsmedel. Troligen rör det sig framför allt om rengöringsmedel för glas, keramik, toaletter, rostfritt stål och ugnar och används både av hushåll och i kommersiella inrättningar (Kemikalieinspektionen, 2018). Plastpartiklar i dessa produkter riskerar att i stor utsträckning hamna i avloppsvattnet och ledas vidare till kommunala avloppsreningsverk. Då denna källa till mikroplast kvantifierats för Stockholms stad har vi förutsatt att alla plastpartiklar som finns i dessa produkter hamnar i avloppsvattnet, även om så inte alltid är fallet.

Dokumentation om vilka mängder plastpartiklar det rör sig om är svår att komma åt, till stor del beroende på att det krävs att redogöra för innehållet i denna typ av produkter är lågt ställda. Den mest uppdaterade informationen om hur stor användningen av mikroplast i tvätt- disk- och rengöringsmedel är i Europa presenteras i rapporten "Intentionally added microplastics in products" framtagna av Amec Foster Wheeler på uppdrag av EU-kommissionen (Amec Foster Wheeler, 2017). Rapportförfattarna har kontaktat branschorganisationen AISE (the International Association for Soaps, Detergents and Maintenance Products) vilka uppgett att organisationens medlemmar använder 142 ton mikroplast per år för produkter inom EU. AISEs medlemmar bedöms utgöra ca 72-75% av marknaden, så den totala mängden mikroplast från 100 % av denna typ av produkter inom EU skulle innebära ca 190 – 200 ton per år. I brist på tillgång till försäljningssiffror för specifika länder har vi utgått från att konsumtion av tvätt- disk- och rengöringsmedel med mikropulver fördelar sig lika inom EU. Mängden mikroplast i denna typ av produkter som konsumeras av invånarna i Stockholms stad skulle då totalt uppgå till 348 – 367 kg per år (Tabell 1).

Tabell 1. Mängden mikroplast i tvätt- disk – och rengöringsprodukter. Uppgifter för EU är baserat på uppgift från branschorganisationen AISE, och mängden för Stockholms stad är beräknad från denna.

	EU	Stockholms stad
Invånare	510,28 miljoner	935 619
Mikroplast i tvätt- disk- och rengöringsprodukter	190 – 200 ton per år	348 – 367 kg per år

Stockholms stad gjorde en sökning i sitt kemikalieregister "Chemsoft" för produkter som används inom stadens förvaltningar. Sökningen omfattade CAS-nr för 12 polymerer som utpekats av Kemikalieinspektionen (2018). De fann att 3 produkter fanns registrerade som innehöll 2 av de 12 utpekade polymererna.

5.1.1.1 Kunskapsbrister

Det finns osäkerhet i data över mängden mikroplast i tvätt- disk – och rengöringsprodukter. Kemikalieinspektionens rapport "Mikroplast i kosmetiska produkter och andra kemiska produkter" refererar också till de siffror som presenteras i EU-kommissionens rapport (Kemikalieinspektionen, 2018), men man menar att en genomgång av det svenska produktregistret ger belägg för att siffran sannolikt är högre än vad som här anges. Man konstaterar dock att det för många produkter är osäkert i vilken utsträckning det rör sig om polymerer i partikelform, vilket är en förutsättning för att definieras som plastpartiklar, eller om det är lösta polymerer. Från branschorganisationen AISEs sida menar man att användandet av mikroplast bland dess medlemsföretag sjunker, men det finns inga tillgängliga data som bekräftar detta. Kemikalieinspektionen försökte kartlägga mikroplast i tvätt- disk- och rengöringsprodukter i samband med arbetet med rapporten Mikroplast i kosmetiska produkter och andra kemiska produkter (Kemikalieinspektionen, 2017), men fann att det i olika typer av produktbeskrivning oftast inte framgick om polymerer i produkter verkligen föreligger i form av mikropartiklar.

Gällande övriga kemiska produkter så tar Kemikalieinspektionens rapport även upp mikroplaster och polymerer i vaxer och i färg, lack och lim. Det är produkter som används i stor volym och myndigheten skriver att "de behöver mer uppmärksamhet". Hur stor del av dessa produkter som utgörs av mikroplast är dock mycket varierande och till viss del okänt. Dessa produkter kan även sprida mikroplast under användningsfasen från fasader och tak. Det finns alltså en kunskapsbrister både kring vad som räknas som mikroplast och om spridning.

5.1.1.2 Åtgärder

En viktig åtgärd är att undvika inköp av produkter som innehåller mikroplast. Som stöd vid upphandling inom Stockholms stads verksamhet och förvaltningar skulle därför kunna upprättas en lista över produkter innehållande mikroplast. Det finns dock en risk att det i dagsläget är svårt att få tag på relevant information eftersom det är brist på kunskap om produkterna innehåller mikroplast enligt ovan. Stockholms stad bör trots kunskapsbrister fortsätta att begränsa användning av produkter som är kända för att innehålla mikroplaster och kan bevaka det genom sitt kemikalieregister; Chemsoft.

5.1.2 Kosmetiska produkter

Mikroplast i kosmetiska produkter är något som fått stor uppmärksamhet, inte minst bland allmänheten och "non-governmental organisations" (NGOs). Uppmärksamheten har i sin tur lett både till att företag i viss utsträckning självmant börjat fasa ut användandet av mikroplast, och till att det i en rad länder antagits lagar som begränsar användandet av mikroplast i kosmetiska produkter. I utredningar som gjorts inför lagstiftning har man i Sverige, och även flera andra länder, menat att risken med mikroplast varierar beroende på vilken typ av kosmetisk produkt de finns i. Risken anses t.ex. större om mikroplasterna finns i produkter som är tänkta att tvättas av kroppen än om de finns i produkter som appliceras och sen lämnas kvar. Som underlag för beslut om förbud har Kemikalieinspektionen därför gjort en indelning i tre grupper av kosmetiska produkter med mikroplast¹:

¹ Kemikalieinspektionen har i sin rapport Mikroplast i kosmetiska produkter och andra kemiska produkter" (2018), valt att använda ordet *kosmetiska produkter* för alla former av kosmetika och hygienprodukter. Man beskriver också mikroplasternas egenskaper i den

1. Mikroplast med syfte att vara skrubbande, rengörande eller polerande, tillsatt i kosmetiska produkter som sköljs av kroppen (t.ex. i tvättkräm och tandkräm)
2. Mikroplast med annan funktion än att vara skrubbande, rengörande eller polerande, i kosmetiska produkter som sköljs av kroppen (t.ex. i hårbalsam och hårfärg).
3. Mikroplast i kosmetiska produkter oavsett funktion i produkter avsedda att lämnas kvar på kroppen (t.ex. i hudkrämer, solkrämer, smink och hårgelé)).

Den 1 februari 2018 beslutade regeringen att mikroplaster i den första gruppen, skrubbande, polerande eller rengörande i kosmetiska produkter som sköljs av kroppen, ska förbjudas. Beslutet träder i kraft 1 juli 2018. Sverige kommer efter det inte att ta några nya initiativ till nationella begränsningar utan man inväntar rekommendationer från det arbete som pågår på EU-nivå (Kemikalieinspektionen, 2018). Det är dock värt att notera att även mikroplastpartiklar i produkter som inte omedelbart sköljs av riskerar att förr eller senare göra det. Plastpartiklar i solkräm kan sköljas av när man badar och därmed hamna direkt i naturen, och mikroplast i smink eller hårvårdsprodukter som sitter kvar i håret sköljs av i samband med att användaren tvättar sig.

5.1.2.1 Kvantiteter av mikroplast i kosmetiska produkter

I Europa

I EU-kommissionens rapport "Intentionally added microplastics in products" presenteras uppgifter om mängden mikroplast i kosmetiska produkter baserat på uppgifter från Cosmetics Europe, den europeiska branschorganisationen för tillverkare av kosmetika och personliga hygienprodukter (Amec Foster Wheeler, 2017). Enligt dessa uppgifter användes år 2015 inom EU 714 ton mikroplast med applikationerna skrubbande och rengörande, i produkter ämnade att sköljas av kroppen. Cosmetics Europe menar att man representerar 90 % av branschen, vilket skulle innebära att den totala användningen inom EU borde vara 10 % mer, d.v.s. totalt skulle det ha använts 793 ton mikroplast under 2015. Cosmetics Europe har sedan några år tillbaka rekommenderat sina medlemmar att fasa ut just denna kategori av mikroplast, och menar att det resulterat i en minskning med 82 % mellan åren 2012 och 2015. Detta förklarar varför de mängder som rapporterats för den här kategorin mikroplast i olika studier (Sundt m.fl., 2014; Lassen m.fl., 2015; Magnusson m.fl., 2016) varit så hög i jämförelse med de siffror som nu hävdas av CosmeticsEurope, drygt 4 000 ton jämfört med 793 ton.

Data över hur mycket mikroplast som används i de övriga två produktkategorierna, produkter ämnade att inte sköljas av och produkter ämnade att sköljas av men där mikroplast fyller andra funktioner än slipande, rengörande och polerande, är svårtillgänglig. Cosmetics Europe uppskattar att 2015 uppgick mängden mikroplast i produkter som lämnas kvar på kroppen till 540 – 1 120 ton per år (Foster Wheeler Amec, 2017).

I Sverige/Stockholm

Mikroplast i produkter som *inte* är ämnade att sköljas av kroppen (t.ex. solkräm och hudkräm) omfattas inte av de förbud som nu träder i kraft i Sverige och andra länder, och det är också oklart i vilken utsträckning det sker någon frivillig utfasning inom branschen. Den enda tillgängliga

information om hur mycket mikroplast det finns i dessa produkter är de siffror från 2015 som härrör från Cosmetics Europe, vilka då uppgavs vara 540 – 1 120 ton per år (Amec Foster Wheeler, 2017). Det finns ingen tillgänglig information om hur försäljningen av denna typ av produkter fördelar sig mellan olika europeiska länder så för att uppskatta mängden mikroplast i Stockholms stad har vi utgått från att den fördelar sig jämnt mellan alla europeiska medborgare. Stockholms stads konsumtion av mikroplast i produkter avsedda att vara kvar på kroppen skulle då uppgå till 0,99 – 2,05 ton per år (Tabell 2). En del av denna mikroplast kommer dock att sköljas av i samband med att konsumenterna tvättar sig.

Mikroplast med skrubbande, rengörande eller polerande funktion i produkter ämnade att sköljas av kroppen, omfattas av det förbud som har eller kommer att införas i många länder. Det är också en produktkategori där branschen själv menar att det skett en omfattande utfasning av mikroplast de senaste åren. År 2015 användes enligt Cosmetics Europe 714 – 793 ton mikroplast per år i de här produkterna. Om man trots osäkerheten utgår från dessa data för att beräkna mängden mikroplast som tillförs avloppsvattnet i Stockholms stad skulle det röra sig om 1,31-1,44 ton per år (Tabell 2). Man har då förutsatt ett *worst case scenario*, där att den totala mängden mikroplast i dessa produkter hamnar i avloppsvattnet.

Tabell 2. Mängden mikroplast i kosmetiska produkter. Uppgifterna kommer från Cosmetics Europe, citerade i Amec Foster Wheeler (2017) och avser år 2015.

	EU	Stockholms stad
Invånare	510,28 miljoner	935 619
Mikroplast i produkter som inte är ämnade att sköljas av	540– 1 120 ton per år	0,99 – 2,05 ton per år
Mikroplast med funktionen skrubbande, rengörande eller polerande i produkter ämnade att sköljas av	714 – 793 ton per år	1,31 – 1,45 ton per år
Mikroplast med annan funktion än skrubbande, rengörande eller polerande i produkter ämnade att sköljas av	Ingen tillgänglig data	Ingen tillgänglig data

5.1.2.2 Kunskapsbrist

Det saknas generellt data om hur mycket mikroplast som finns i olika grupper av kosmetiska produkter. Det finns heller ingen tillgänglig information om hur försäljning och användande fördelas mellan olika europeiska länder eller olika grupper av europeiska medborgare. Mikroplast med skrubbande, rengörande eller polerande funktion i produkter ämnade att sköljas av kroppen, är en produktkategori där branschen själv menar att det skett en omfattande utfasning av mikroplast de senaste åren. Det finns dock mycket bristfällig data över i vilken utsträckning detta stämmer. Dessa produkter omfattas av det förbud som träder i kraft 1 juli 2018 i Sverige och man kan förvänta sig en snabb utfasning.

5.1.2.3 Åtgärder

Liksom för tvätt- disk- och rengöringsprodukter skulle man inom Stockholms stad kunna bestämma sig för att inte köpa in kosmetiska produkter som innehåller mikroplast. Det är dock i dagsläget oftast svårt att utifrån den produktinformation som finns tillgänglig i olika databaser avgöra om produkterna innehåller mikroplastpartiklar eller inte. Kemikalieinspektionen kunde konstatera att även om det i produktinformationen står att en produkt innehåller polymerer är det ofta mycket svårt att avgöra om dessa polymerer förekommer i partikelform (Kemikalieinspektionen, 2018).

5.1.3 Industriell produktion och hantering av primärplast

Plast kan delas upp i termoplaster och hårdplaster. Termoplaster karaktäriseras av att de smälter vid upphettning, vilket hårdplaster inte gör. De mest använda plasttyperna enligt branschorganisationen PlasticsEurope är polyeten (PE), polypropen (PP), polyetentereftalat (PET), polyvinylklorid (PVC) och polystyren (PS), alla termoplaster. Dessa fem plasttyper representerar drygt 70 procent av den plast som används inom EU varav PP och PE står för närmare 50 procent (PlasticsEurope, 2017). Vanliga hårdplaster är till exempel polyuretanplast (PUR) och epoxiplast (EP).

Termoplaster som råvara för plastindustrin tillverkas generellt i form av pellets i storleksordningen 2-5 mm, eller i form av pulver, men de kan också innehålla mindre partiklar i form av damm (Moore 2008; Cole m.fl.. 2011). Pellets och pulver kan hamna i miljön via utgående process- och avloppsvatten, men även i samband med lossning, lastning, transport och annan hantering. När råvaran har levererats till plastbearbetare och till tillverkare av slutprodukter kan det vidare förekomma utsläpp av plast, både i form av process- och avloppsvatten och genom nedskräpning.

I Stockholm finns inga plastindustrier som tillverkar råvara i form av primärplast till plastbearbetare och produkttillverkare enligt sökning i Stockholms stads register över verksamheter. De största plastindustrierna i Sverige ligger i Stenungsund; Inovyn, som tillverkar PVC, och Borealis som tillverkar polyeten. En sökning i Svenska MiljörapporteringsPortalen (SMP) på tillståndspliktiga anläggningar i Stockholm med verksamhetskoderna "Gummi- och plastvaror" och "Kemikalier" gav inga resultat. Det finns dock några mindre verksamheter där primärplast hanteras och där stadens tillsyn har noterat att inget spill och inga utsläpp till vatten sker.

5.1.3.1 Kunskapsbrister

Även om det enligt IVLs efterforskningar inte finns någon större industriell produktion och hantering av primärplast i Stockholm är det dock inte uteslutet att det kan finnas mindre, anmälningspliktiga eller ej anmälningspliktiga anläggningar som på något sätt bearbetar plast eller tillverkar plastprodukter, exempelvis grafisk verksamhet som hanterar fotoemulsioner. Dessa anläggningar är svåra att identifiera och eventuella utsläpp av mikroplaster kan vara svåra att kvantifiera.

5.1.3.2 Åtgärder

Vid tillsyn av verksamheter kan det uppmärksammas om verksamheterna på något sätt hanterar eller använder plast i någon form och hur deras förebyggande arbete för att motverka att plast i olika former hamnar i miljön ser ut.

5.1.4 Klottersanering, blästring med plast

Inom staden pågår ingen klottersanering med plastblästring som kommit till IVLs kännedom. Det utesluter inte att enskilda bostadsbolag kan tillämpa metoden för att blästra takytor

5.1.4.1 Kunskapsbrister

I dagsläget saknas kännedom om enskilda bostadsbolag (kommunala eller privata) anlitar entreprenörer som genomför plastblästring av tak eller vid klottersanering.

5.1.4.2 Åtgärder

IVL föreslår att Stockholm stad säkerställer att aktiviteten inte pågår i dagsläget. Ytterligare kunskap kan behöva sammanställas från bostadsbolag inom Stockholms stad om plastblästring används av anlitate entreprenörer i samband med takblästring eller klottersanering. Stockholms stad vet att användning pågår av klotterskydd som innehåller vaxer, som enligt Kemikalieinspektionen (2018) är en av de kemiska produkter som förekommer i störst volym. Kemikalieinspektionen samarbetar med ECHA kring en begränsningsprocess av polymerer för närvarande. Stockholms stad bör bevaka utvecklingen av ev. begränsningar av vaxer i framtiden.

5.2 Oavsiktligt skapad mikroplast

5.2.1 Tvätt av textilier

5.2.1.1 Syntetfibrer från hushållstvätt

Syntetiska textiltfibrer som frigörs i samband med hushållstvätt har visat sig vara en källa till mikroplast i miljön (Browne m.fl., 2011; Magnusson m.fl., 2016). Fibrerna förs med avloppsvattnet till kommunala avloppsreningsverk där flera studier funnit att en majoritet av dem avskiljs till slamfasen (Magnusson och Wahlberg, 2014; Magnusson m.fl., 2016b). Den samlade mängden syntetfibrer i det renade avloppsvatten som släpps ut i recipienten kan dock vara betydande.

Årliga marknadsundersökningar av den globala produktionen av textiltfibrer visar att andelen syntetfibrer ökar från år till år på bekostnad av mängden naturfibrer som t.ex. bomull, silke och ull eller cellulosebaserade regenatfibrer som viskos, modal eller lyocell. År 2017 utgjorde industriellt tillverkade fibrer 70 % av den totala fiberproduktionen (The Fibre Year Consulting, 2017). Av dessa rapporterades 63 % utgöras av syntetiska fibrer och resterande 7 % av cellulosa-fibrer (The Fiber Year Consulting, 2016). Polyester, akryl, nylon and polyolefiner (framför allt polypropen) utgör 98 % av den totala producerade volymen syntetfiber globalt. Polyester är det helt dominerande polymerslaget och också det polymerslag som ökar mest (Schott textiles Inc.

<https://schotttextiles.com>, hämtad 180413).

5.2.1.2 Mängden fibrer som frigörs vid varje tvätt

Mängden syntetiska fibrer som frigörs under tvättprocessen påverkas av en rad olika faktorer så som vilket polymerslag fibrerna består av, hur textilierna är vävda och hur många gånger plagget tvättats tidigare (Tabell 3) (Petersson och Roslund, 2015; Napper och Thompson, 2016). När det gäller skillnad i fiberfrisättning relaterad till hur många gånger ett plagg tidigare blivit tvättat finns det både studier där man funnit att mängden minskar efter första tvätten (Folkö, 2015), och de som visar på högre frisättning efter ett antal tvättar än då plagget var nytt (Hartline m.fl., 2016).

I studier som gjorts av frisättning av fibrer vid tvätt av syntetkläder anges mängden antingen som antal fibrer per kg tvätt eller vikt av fibrer per kg tvätt. Innan data från dessa studier kan användas för att beräkna hur mycket syntetfibrer som släpps ut i Stockholms stad måste dock alla värden omvandlas till vikt av fibrerna. Vid denna omvandling har vi här utgått från att syntetfibrer i textilier har diametern 10-20 µm, vilket är en normal tjocklek, och att den genomsnittliga längden är 1,0 mm. För en fiber av ett polymerslag med densiteten 1 g per cm³ blir då vikten 0,08 – 0,3 µg per fiber. Densiteten varierar stort mellan olika polymerer, men textilbranschen bedömer att närmare 80 % av alla syntetfibrer som producerades 2009 utgjordes av polyester, vilket har densiteten 1,37 g per cm³. Övriga vanliga polymerslag är akryl med densitet 1,16 g per cm³, nylon 1.06 -1.39 g per cm³, och polypropen 0.9 g per cm³. Data över mängden fibrer som går förlorat per tvätt baseras på få studier och varierar stort, även för samma polymerslag. Det är därför inte meningsfullt att göra en detaljerad uppdelning på olika polymerer. Vid beräkningar över mängden fibrer som slits av i samband med hushållstvätt i Stockholms stad har därför satts ett spann mellan det lägsta värde som uppmätts i någon studien, 8 mg per kg tvätt (Napper och Thompson, 2016) och det högsta, 550 mg per kg tvätt (Hartline m.fl., 2016). Från Hartline m.fl. valdes den högsta mängden fibrer som frigjordes vid tvätt av polyester eftersom detta är det dominerande polymerslaget i textilier.

Tabell 3. Frisättning av syntetfibrer vid tvätt av kläder, resultat från vetenskapliga studier.

Antal fibrer per kg tvätt	mg fibrer per kg tvätt	Referens
Polyester: ~83 000	Polyester: 8 - 35*	(Napper och Thompson, 2016)
Akryl: ~121 500	Akryl: 11-44*	
	Polyester: 1:a tvätten: ~160	(Pirc m.fl., 2016)
	Polyester: 2:a-8:e tvätten: ~30	
	Nylon, 1:a tvätten: ~180	(Hartline m.fl., 2016)
	Nylon, 2:a tvätten: ~1770	
	Polyester, 1:a tvätten: ~300	
	Polyester, 2:a tvätten: ~550	

*Vikten är beräknad från antalet fibrer. Beräkningen baseras på fibrer med en diameter på 10-20 µm, vilket är en normal tjocklek för syntetiska textilfibrer, och längden 1000 µm. Detta resulterar i en vikt på 0,3 – 1,26 µg per fiber om densiteten=1 g·cm⁻³. Densitet för polyester =1.37 g·cm⁻³, densitet för akryl=1.16 g·cm⁻³.

5.2.1.3 Mängden tvätt per person och år

Mängden textil som tvättas per person och år i Sverige har baserats på enkätundersökningar från 2004 om tvättvanor i europeiska länder (Pakula och Stamminger, 2009). I Sverige uppskattades att det görs i genomsnitt 140 tvättar i tvättmaskin per hushåll och år. Ett genomsnittligt svenskt hushåll bestod vid tiden för beräkningarna av 1,9 personer vilket innebär 74 tvättar per person och år. Varje tvättomgång uppskattades utgöras av 3-4 kg tvätt vilket skulle betyda att det i svenska hushåll tvättas ca 220-300 kg tvätt per person och år. Baserat på dessa beräkningar skulle det i

Stockholms stad, med 935 619 invånare, frisätts 1-96 ton syntetfibrer per år. Det stora osäkerhetsspannet speglar den stora variationen i mängden fibrer som frisätts vid tvätt i de få studier där detta testats (Tabell 3). En översikt över beräkningarna presenteras i Tabell 4.

Tabell 4. Mängden hushållstvätt i Stockholms stad per år, och mängden syntetfibrer som frigörs härifrån.

Mängd hushållstvätt i Stockholms stad	207 707 – 276 943 ton per år
Andel syntetfibrer i textilier tvättade i hushåll	63 %
Mängd syntetfibrer som slits av textilier vid tvätt	8,9 - 550 mg per kg tvättade textilier
Samlat tillskott av syntetfibrer från hushållstvätt till avloppsvatten i Stockholms stad	1,2 – 96,0 ton per år

5.2.1.4 Syntetfibrer från kommersiella tvätterier

Förutom syntetfibrer från hushållstvätt nås de kommunala avloppsreningsverken av fibrer från kommersiella tvätterier. Data över mängd och typ av tvätt som tas om hand vid olika kommersiella tvätterier i Stockholms stad, tillsammans med en grov uppskattning av hur stor andel som utgörs av syntetiska textilier i respektive verksamhet, presenteras i Tabell 5. Data över verksamheter och tvättmängd har tillhandahållits av Miljöförvaltningen, Stockholms stad.

Tabell 5. Mängden tvätt som tas omhand i kommersiella tvätterier i Stockholms stad per år, samt en grov uppskattning av andelen syntetmaterial.

Verksamhet	Mängd tvätt (2016)	Uppskattad andel syntettextil
Verksamhet A, Entremattor oljemoppar	815,72 ton per år	100 %
Verksamhet B, Entrémattor, trasor från biltvätt	91,2- 114 ton per år	100 %
Verksamhet C, Entrémattor, arbetskläder, handdukar och badlakan.	108 -144 ton per år	80 %
Verksamhet D, Hushållstvätt åt hemtjänsten, arbetskläder, städmoppar	148 ton per år	63 %
Verksamhet E, Lakan och frotté, arbetskläder	3 765 -4 016 ton per år	20 %

Mängden syntetfibrer som frigörs från tvätt från de kommersiella tvätterierna beräknades på samma sätt som för hushållstvätt med data över mängden fibrer som frigörs per kg tvätt tagna från det lägsta respektive högsta värdet i de vetenskapliga studier som presenteras i Tabell 3. Den totala mängden uppskattades vara mellan 0,02 och 1,1 ton per år (Tabell 6).

Tabell 6. Mängden tvätt från kommersiella tvätterier i Stockholms stad per år, och mängden syntetfibrer som frigörs härifrån.

Mängd tvätt från kommersiella tvätterier i Stockholms stad	4 928 – 5 238 ton per år
Andel syntetfibrer i textilier tvättade i kommersiella tvätterier	20-100 %
Mängd syntetfibrer som slits av textilier vid tvätt	8,9 - 550 mg per kg tvättade textilier
Samlat tillskott av syntetfibrer från kommersiella tvätterier till avloppsvatten i Stockholms stad	0,02 – 1,1 ton per år

5.2.1.5 Total mängd textilfibrer från hushåll och kommersiella tvätterier

Den samlade mängden textilier från hushållstvätt och från kommersiella tvätterier i Stockholms stad sammanfattas i Tabell 7.

Tabell 7. Samlade mängden syntetfibrer från hushåll och kommersiella tvätterier.

Tillskott av syntetfibrer från hushållstvätt till avloppsvatten i Stockholms stad	1,2 – 96 ton per år
Tillskott av syntetfibrer från kommersiella tvätterier till avloppsvatten i Stockholms stad	0,02 – 1,1 ton per år
Stockholms stads totala tillskott av syntetfibrer till avloppsvatten	1,2 – 97 ton per år

5.2.1.6 Kunskapsbrister

Jämför man siffror över estimerat utsläpp av syntetfibrer från hushåll och kommersiella tvätterier (Tabell 7) med de mängder man fann vid analys av inkommande vatten till Henriksdals avloppsreningsverk (Tabell 19) finner man att de uppmätta mängderna var avsevärt lägre än de teoretiskt beräknade. Det finns en rad osäkra faktorer, både vad gäller beräkningar och analyser. Framför allt baseras all data på mycket få undersökningar. Detta gäller såväl hur mycket tvätt som tvättas i hushåll och kommersiella tvätterier, hur mycket fibrer som släpps per kg tvätt och mängden fibrer i inkommande vatten till Henriksdal. Data från Henriksdal ger dock en indikation om att utsläppen troligen ligger i nedre delen av det estimerade utsläppsspannet (1,2 – 97 ton).

5.2.1.7 Åtgärder

Det sker en hel del tekniskt utvecklingsarbete för att minska mängden syntetfibrer som går ut i avloppsvatten i samband med tvätt, både i Sverige och internationellt. Det finns pågående forskningsprojekt där man försöker ta fram syntetiska tyger som släpper ifrån sig mindre mängd

mikroplast. Det sker vidare ett utvecklingsarbete för att ta fram filter för tvättmaskiner så att de syntetfibrer som frigörs kan tas om hand redan vid källan.

Stockholms stad kan driva ett informationsarbete gentemot medborgarna om att tvätta mer sällan och i stället vädra kläderna efter användning.

5.2.2 Vägar och däck

Däckslitage har i tidigare studier av källor till mikroplast lyfts upp som den största källan (Sundt m.fl. 2014 och Magnusson m.fl. 2016). Stockholms stad har ett omfattande vägnät, vilket uppgår till totalt 1 655 km (Stockholms stad, 2014). Däck- och vägslitaget beror på en mängd faktorer som däcktyp, vägyta, hastighet, körmönster, väglag, mm.

Vägdamm består i huvudsak av mineraler från slitage av belägningssten och sand, men en viss andel är bitumen, däckgummi och finfördelat material från till exempel pollen, svampsporer, nedmalda växtdelar, fibrer etc. med organiskt ursprung. Medelvärde för den organiska andelen av DL180 (damm mindre än 180 µm per m²) på vägyta var för mätningarna under 2015–2016 i Stockholms stad mellan någon enstaka procent upp till 14 %, utan någon tydlig säsongsvariation (VTI, 2017). Rapporten ger dock ingen information om andelen mikroplast i den organiska fraktionen.

Stockholms stad har infört dubbdäcksförbud på flera gator och dessa däck är i minskande men utgör fortfarande ca 40 % på gatorna vintertid där de får användas (VTI, 2017). Även om dubbdäcken bevisligen leder till ökat vägslitage behöver de inte leda till ökade utsläpp av mikroplast om vägytan inte innehåller polymermodifierad bitumen, vilket projektet definierat som mikroplast. Dubbdäcksförbudet har dock lett till minskad trafik på dessa gator även sommartid, vilket i sig leder till mindre däckslitage (SLB-rapport: 3:2018).

För varje väglänk i Stockholm stad finns uppgift om trafikflöden mätt eller modellerat som årsmedelvardagsdygnstrafik (ÅMVD). Beräkningarna som IVL gjort baseras på Årsmedeldygnstrafiken (ÅDT). ÅDT motsvarar ÅMVD-flödet multiplicerat med faktorn 0,92 (Stockholms stad, trafikkontoret, 2014). Däckslitage för olika fordonsklasser och olika vägtyper samt däckens mikroplastinnehåll har tagits fram i en nyligen publicerad norsk studie (Vogelsang m.fl. 2018), se Tabell 8. I detta uppdrag använde vi däckslitage för personbil och medelvärde tunga fordon på urban väg

Tabell 8. Däckslitage (mg totalt gummi) per vägkilometer för respektive fordonsklass och vägtyp (Vogelsang, C. et al. 2018) (vkm=väggkilometer, SBR = styrenbutadiengummi)

Fordonklass	Alla	Urban	Landsväg	Motorväg
	mg/vkm	mg/vkm	mg/vkm	mg/vkm
Personbil	100	132	85	104
Motorcykel	50	60	39	47
Moped	23	13	9	10
Budbil	140	159	102	125

Lastbil 1 (Lorries)	600	850	546	668
Lastbil 2 (Trucks)	495	658	423	517
Buss	360	415	267	326
Medelvärde tunga fordon		641		
SBR-andel av däckslitaget		60 %		

IVL beräknade däckslitaget per väglänk fördelat per tekniskt avrinningsområde i staden och utifrån detta mikroplastutsläppen som 60% av däckslitaget. Excelberäkningarna för en väglänk redovisas nedan i Tabell 9 för att förtydliga beräkningsmetodiken.

Tabell 9. Exempel på hur mikroplastutsläpp från däck beräknats per väglänk. Beräkningen utgår ifrån en väglänk där ÅDT är 11592 st passerande fordon per dygn, längden på väglänken är 177 m, andelen tunga fordon är 13,75%. Däckslitaget från personbilar (kg/år) i kolumn F beräknas genom följande steg; andelen personbilar av totala ÅDT ($B2*(1-C2)$) multipliceras med årets alla dagar 365, och med däckslitaget för personbilar i urban miljö (132 mg/vkm i tabell 8) omvandlat till kg/vkm med faktorn 1000000 och slutligen multiplicerat med väglängden (m, kolumn E2) omvandlat till km med faktorn 1000. Motsvarande beräkning gjordes för däckslitage från tunga fordon där medelvärdet däckslitaget i urban miljö är 641 mg/vkm (tabell 8). Slutligen beräknas mikroplastemissioner från personbilar respektive tunga fordon som 60% av däckslitaget i kolumn H och I respektive.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Väglänksid	ÅDT	TUNGANDEL	Utloppstyp	Längd [m]	Däckslitage personbilar kg/år	Däckslitage tunga fordon kg/år	Mikroplastemissioner personbilar kg/år	Mikroplastemissioner tunga fordon kg/år
1	11 592	0.1375	Utloppspunkt	177	85	66	51	40
					$=(B2*(1-C2)*365*132/1000000)*(E2/1000)$	$=(B2*C2*365*641/1000000)*(E2/1000)$	$=F2*0.6$	$=G2*0.6$

Avrinningsområdena är kopplade till olika typer av recipienter som belastas av mikroplaster från vägtrafiken, så kallade utloppstyper (mark, reningsverk, utloppspunkt som motsvarar dagvatten med direkt utsläpp till recipient och odefinierad). Det totala däckslitaget och mängden mikroplast som har beräknats i detta uppdrag redovisas i Tabell 10 och fördelningen av belastningen mikroplast per utloppstyp i Tabell 11.

Tabell 10. Beräknat totalt däckslitage och dess mikroplastinnehåll [ton/år]

Totalt däckslitage ton/år 900

Total massa mikroplast från däck ton/år 540
(SBR-andelen utgör 60%)

Tabell 11. Däckslitage fördelat per utloppstyp [ton/år].

Utloppstyp Däckslitage [ton/år]

Dagvatten (till vattenrecipient)* 539

Reningsverk* 223

Mark 72

Odefinierad 65

**Beräknat på avrinningsområde med kombinerat ledningsnät. Alla partiklar som lämnar vägytan når dock inte de olika utloppstyperna då de kan stanna i vägkanten, rensbrunnar, mm.*

En annan källa till mikroplast från vägnätet är slitage av vägfärg (termoplastiskt vägmarkeringsmaterial) som till en mindre del består av mikroplast. Enligt uppgift från Stockholms stads entreprenör EKC läggs årligen, baserat på medelvärde de senaste fyra åren, ut 773 ton termoplastiskt vägmarkeringsmaterial (Nilsson 2018) på Stockholm stads gator. Tillverkaren av vägmarkeringsmaterialet, Geveko Markings, uppger att färgen består 16-22% av bindemedel med sammansättning enligt Tabell 12 nedan. Av det termoplastiska vägmarkeringsmaterialet utgör 2-4% polymer/elastomer (Wallgren 2018).

Tabell 12. Årlig tillförsel av mikroplast i termoplastiskt vägmarkeringsmaterial

Totalt inköpt termoplastiskt vägmarkeringsmaterial årligen 773 ton

Kemisk sammansättning

Harts ("Tackifier"), kan vara av typ esterharts, modifierat esterharts eller C5-harts 10 - 15%

Mjukgörare (plastizicer), kan vara mineralolja eller vegetabiliskolja 2 - 4 %

Vax, kan vara polyetenwax 0 - 1 %

Pigment, kan vara titandioxid 5- 10 %

Glaspärlor 0-50 %

Fyllmedel, kan vara karbonater / silikater 30-80%

Polymer / elastomer, kan vara EVA, PE, PA, SIS, 2 - 4 %

Detta ger årlig tillförsel av mikroplast (polymer/elastomer) 15-30 ton

Eftersom den årliga tillförseln av vägmarkeringsmaterial vanligen beror på ommålning pga slitage antar vi att motsvarande mängder mikroplast som läggs på gatorna årligen också sprids från vägarna. Projektet har inte kunnat hitta uppgifter om hur stor del av vägmarkeringsmaterialet som tas bort när vägbanan byts ut, vilket leder till en överskattning av belastningen på omgivningen. Vi

har dock varit konservativa i vår bedömning av vad som utgör mikroplast i denna beräkning och inte tagit med syntetisk harts, vax eller annan vägfärg än termoplastisk.

En potentiell källa till mikroplast från vägtrafiken är också slitage av vägbana innehållande polymermodifierad bitumen, vilken i projektets definition betraktas som mikroplast. Enligt trafikkontoret i Stockholms stad finns det dock inga eller mycket få vägsträckor i staden där denna typ av vägbeläggning används varför denna källa inte beaktats.

5.2.2.1 Kunskapsbrister

Beräkningarna av mikroplast från däck och vägfärg betraktas som relativt säkra.

Det saknas dock kunskap om i vilken omfattning mikroplaster från däck och vägfärg transporteras från vägen och dess närområde via främst dagvatten; antingen via kombinerade ledningssystem till reningsverk eller via dagvattensystem till utloppspunkter. Partiklar med olika form och densitet kan flyta eller sjunka. Nederbördsintensitet och därmed flödet avgör tillsammans med markanvändning och teknisk infrastruktur hur långt mikroplasterna transporteras. Sett till antalet mikroplastpartiklar från vägtrafiken kan även vindtransport vara av betydelse för mindre partiklar. Eftersom SBR-gummi har högre densitet än vatten hittar vi troligen dessa partiklar i sediment och inte i den fria vattenmassan i sjöar och hav, vilket också bekräftas av Örebro universitets och IVLs mätningar (pers. kom. Anna Kärrman docent miljö kemi 2018 och Kerstin Magnusson doktor marin ekotoxikologi 2018).

5.2.2.2 Åtgärder

Den direkta åtgärden för att minska belastningen av mikroplaster som relateras till trafik är naturligtvis att minska trafikmängden. Genom lägre hastigheter och mjukare körning kan också däckslitaget minska. Stockholms stad genomför 2018 en utredning om effekter av införande av miljözoner för personbilar där spridning av mikroplaster bör utredas som en aspekt. Stockholms stad har infört zoner med förbud mot dubbdäck, vilket minskar slitaget av vägar och partikelhalterna i luften samtidigt som trafikvolymen går ner. Det pågår materialutveckling inriktad på däckslitage, vilken Stockholms stad bör bevaka och eventuellt informera allmänheten om. Biltvättar och hjulvättar är troligen "hotspots" för utsläpp av mikroplaster från vägtrafiken och nuvarande reningssystem vid dessa bör undersökas närmare avseende mikroplaster.

Dagvatten från trafikerade vägar bör ledas till dagvattenrening anpassad för att även avskilja mikro- och makroplaster innan det släpps ut till vattenrecipient. Mätningar avseende mikroplaster i luft och i dagvatten före och efter eventuell dagvattenrening bör genomföras för att förbättra kunskapsläget. Likaså bör mikroplastinnehåll i snö från vägar och i gatusediment undersökas i relation till trafikintensitet och snöhanteringen bör förbättras se sektion 6.1.5.

5.2.3 Konstgräsplaner

Flera internationella och nationella studier visar att konstgräsplaner kan vara en källa till mikroplaster i miljön, främst pga att den gummigranulat (infill) som läggs på planerna för att ge dem önskvärda egenskaper via främst spelare, avrinning och snöhantering försvinner från planerna till omgivningen (Sundt 2014, Magnusson 2016a).

I Stockholms stads kartsikt för konstgräsplaner (2018-04-17) finns det totalt 104 konstgräsplaner för fotboll varav 94 har infill som består av gummigranulat, vanligen av polymertyperna EPDM, TPE eller SBR. Det finns ett ställningstagande på Idrottsförvaltningen på Stockholms stad om att inte längre köpa in granulat till konstgräsplaner tillverkad av gamla bildäck (SBR-gummi) men

materialet finns fortfarande kvar på äldre eller återanvända planer. Europeiska kemikaliemyndigheten ECHA har dock inte funnit något skäl till att avråda personer från att utöva idrott på konstgräs som innehåller återvunnet gummigranulat som fyllningsmaterial. Detta råd baseras på ECHAs utvärdering att det finns en mycket låg grad av oro på grund av exponering för ämnen som finns i granulatet. Detta baseras på evidens som är tillgänglig idag. På grund av osäkerheterna utfärdar dock ECHA flera rekommendationer för att säkerställa att eventuella kvarstående farhågor är undanröjda (ECHA, 2017).

Kemikalieinspektioner² ger följande rekommendationer rörande val av gummigranulat på konstgräsplaner:

- Vi avråder från att använda granulat som innehåller särskilt farliga ämnen.
- Välj så långt det är möjligt alternativa material som inte innehåller särskilt farliga ämnen.
- Oavsett vilket material ni väljer, begär information om innehållet från leverantören.
- Om konstgräsmattan ska anläggas inomhus är det viktigt att se till att lokalen är väl ventilerad.

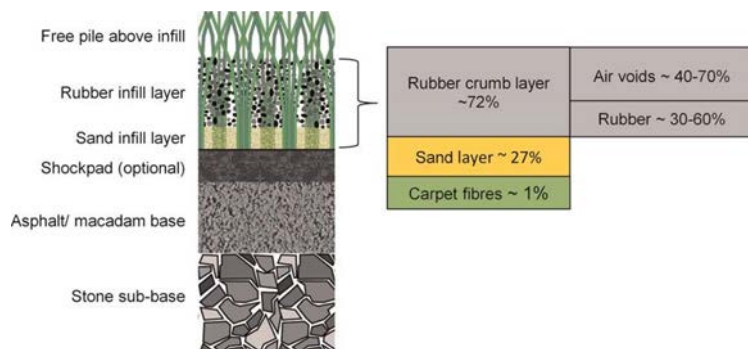
För att uppskatta hur mycket mikroplast som lämnar dessa planer till omgivningen via kläder och skor, snö, dag-/dränvatten, mm undersöktes hur mycket gummigranulat som staden köper in för återfyllnad av planerna årligen. Enligt idrottsförvaltningen (Hans Eriksson, 2018) varierar detta mycket mellan åren och det är inte heller säkert att granulat som köps in ett visst år används detta år. År 2016 köptes 80 ton in medan det 2017 köptes in endast 26 ton. Enligt idrottsförvaltningen är en uppskattning att 50-60 ton infill köps in årligen.

Även om granulaten utgör den största källan till spridning av mikroplaster från konstgräsplaner kan även sviktpad, vanligen i SBR-gummi, och konstgräsfibrerna, ofta i polyeten (PE) eller polypropen (PP), bidra till utsläppen.

Äldre typer av konstgräsplaner där konstgräsfibrerna innehåller sk "wrapping fiber" tappar avsevärda mängder fibrer under användning, upp till 40% under planens livstid motsvarande ca 3.5 ton fibrer och bindningsmaterial (Näätsaari Unisport 2018). Fiberförluster från Stockholms konstgräsplaner har dock inte kunnat kvantifieras av IVL.

I en omfattande studie av 50 st tredje generationens konstgräsplaner med fokus på spelegenskaper i Holland konstateras att infill-lagret (Rubber crumb layer i Figur 1 nedan) kompakteras under spel så att dämpningsegenskapen, Force Reduction, minskade med 10% under en 7-årsperiod medan infilldjupet minskade med 2 mm motsvarande ca 6% kompaktering. Det är dock oklart i studien hur dessa planer sköts och om de fyllt på granulat under denna tid. Studien hävdar dock att genom bra underhåll kan planernas önskade spelegenskaper i stort sett vidmakthållas (Fleming, m.fl. 2015). Vad bra underhåll innebär i form av refill framgår dock inte. Oklart därför hur kompakteringen bidrar till behov av refill på planerna.

² <https://www.kemi.se/hitta-direkt/kemiska-amnen-och-material/konstgrasplaner-och-fallskydd/2018-05-25>



Figur 1 Strukturell uppbyggnad av tredje generationens konstgräsplan (Fleming, et al 2015)

Tabell 13. Information om konstgräsplaner i Stockholms stad från idrottsförvaltningen (Hans Eriksson, 2018).

Antal konstgräsplaner i Stockholm	104 av vilka 94 har gummiinfill
Årliga förluster av mikroplast från konstgräsplaner (ej inkluderande eventuell kompaktering).	50-60 ton
Total yta konstgräsplan i Stockholms stad	464 202 kvm
Genomsnittlig mängd infill kvm/år	0,12

Eftersom det saknas information om hur mycket infill som läggs på de olika planerna antas att 55 ton/år (medelvärde av årlig förlust, Tabell 13 sprids areaviktat över de 94 planerna). GIS-analys ger då att av de mikroplaster från konstgräsplaner som når vattenmiljön kommer 35 % att ledas till reningsverk.



Figur 2. Konstgräsplan (Långbro BP) med gummigranulatfyllning (TPE) (foto: Mikael Olshammar, IVL)

Långt ifrån alla mikroplaster som lämnar en konstgräsplan hamnar i vattenmiljön. Förutom dagvatten och snö är en transportväg för mikroplaster från konstgräsplaner spelarna själva, då det

beroende på material och fuktighet fastnar mikroplast på kläder och skor vid aktiviteter på konstgräsplaner.

I Norge har man gjort en studie med över 12 000 spelare där man undersökt hur mycket gummigranulat som följde med varje spelare i samband med ett speltillfälle (Sjekk kunstgressbanen 2017). De samlade i snitt in 2 ml, motsvarande 0,88 gram, granulat från varje spelare och speltillfälle. Ju fuktigare plan desto mer granulat följde med spelarna medan speltid inte hade någon påvisbar betydelse. I den norska studien beräknades att ca 40 kg granulat lämnade varje plan per år med spelare då man antog att antalet tillfällen med matcher och träningar summerat var totalt 10 gånger fler än enbart matchtillfällen.

Stockholms fotbollsförbund har presenterat beräkningar att mängden granulat som lämnar planen med spelare motsvarar ca 14 kg per 11-mannaplan och år (<http://fotbollsytan.nu/norsk-studie-visar-att-endast-sma-mangder-granulat-foljer-med-spelarna-hem>, 2018-06-13). Ett vanligt mått på en 11-mannaplan i Stockholm är 65*105 meter, vilket innebär ca 8 000 m² konstgräs.

Givet den totala ytan konstgräs med gummigranulat i Stockholms stad, 464 202 m² motsvarar detta 58 st 11-mannaplaner. Fotbollsutövare i Stockholm skulle därmed via kläder och skor få med sig ca 800 kg mikroplast från planerna årligen. Detta hamnar i sin tur i omgivningen, omklädningsrum, i hem och tvättmaskiner.

5.2.3.1 Kunskapsbrister

Vi vet inte hur stor del av återfyllnaden som beror på kompaktering och var de mikroplaster som lämnar planerna tar vägen. Att snöhanteringen är viktig framgår tydligt för alla som varit vid en konstgräsplan vintertid. IVLs egna mätningar, opublicerade, visar att en mindre men betydande mängd av mikroplasterna hamnar i dagvattnet (främst de mindre fraktionerna).

Det saknas information om hur mycket infill som läggs på de olika planerna vilket innebär att vi i beräkningarna har antagit att det läggs på lika stor mängd infill på varje plan. Det stämmer dåligt med verkligheten, där olika mängd infill behöver läggas på olika planer beroende på nyttjandegrad och skötsel. Även fiberförlustarna från olika plantyper behöver kvantifieras. Skillnaderna mellan svenska och norska beräkningar av mängden gummigranulat som lämnar planen med spelare beror delvis på hur många speltillfällen och speltid som inkluderas i beräkningen. Beräkningarna kan förbättras genom bättre kunskap om det,

5.2.3.2 Åtgärder

För att minska utsläppen av mikroplaster från konstgräsplaner finns ett antal åtgärder som redan har initierats eller som är under utveckling. Projektet har sammanställt följande åtgärdsförslag:

- Naturvårdsverkets har startat upp och finansierar en beställargrupp för konstgräs vars huvudman är Sveriges kultur- och fritidschefsförening (SFK). Beställargruppen kan ge stöd vid t ex upphandling. Alla som beställer anläggning, skötsel och underhåll av konstgräsplaner är välkomna att engagera sig i gruppen.
- Tillsyn
- Medvetandegöra och utbilda driftpersonal och utövare.
- Ta fram övergripande strategi för att minska spridningen av granulat, vilket görs av t ex Nacka kommun.
- Varje fotbollsplan och dess omgivningar är unik varför specifika åtgärdsprogram kan vara ett bra alternativ. I åtgärdsprogrammet ingår:

- kantskydd för att minska spridningen av granulat
- borststationer inne på planen.
- säker snöhantering och utrustning som möjliggör rening och återföring av granulat.
- brunnsfilter är en enkel och billig åtgärd
- vid nya planer ställ krav på samlingsbrunn för dag- och dränvatten med stor volym där effektiva filter kan installeras.
- Materialutveckling (nya miljövänliga infillmaterial, granulatfria planer och konstgräs utan "wrapping fiber").
- Vid nyanläggningar av planer bör SvFF "Rekommendationer för anläggning av konstgräsplaner" följas. Projektet tycker dock att rekommendationerna bör kompletteras med ett bottentätskikt för att säkerställa att mikroplaster inte infiltrerar till grundvatten utan leds till en större samlingsbrunn där avskiljning är möjlig.
- Innovationsupphandling syftande till att ta fram nya miljövänliga och funktionella infillmaterial alternativt infillfria konstgräsplaner med motsvarande funktion.

5.2.4 Fallskyddsytor, sport- och lektytor

Fallskyddsgummi gjuts till skillnad från konstgräsplaner på plats till en kompakt matta. Den brukar bestå av två lager gummimaterial där det undre oftast är gjort av återvunna bildäck, SBR, och det övre av nyproducerat material, vanligen EPDM, eftersom den går att färga. De två lagren binds samman med ett lim/bindemedel som normalt består av isocyanater som härdar till polyuretan (Goodpoint, 2016). Tjockleken varierar från 40 mm till 100 mm och skyddar vid fall från 1,3 respektive 3,0 m (Lekplatskonsulten, 2017). Även löparbanor byggs på liknande sätt men med mindre svikt.

Multiplaner, kallade Kulan-planer, ofta med mål för både basket, innebandy och fotboll (Figur 3), innehåller till skillnad från konstgräsplaner vanligen inte gummigranulat utan ytan består antingen av konstgräs med eller utan sand och underliggande sviktpad, gummi som gjuts direkt på asfalt eller plastplattor som monteras ihop s.k. Sportcourt (Unisport, 2018).



Figur 3. Multiplan med konstgräs och sand som underlag vid Johan Skytteskolan (foto: Mikael Olshammar, IVL)

Enligt Stockholms stads kartskikt (2018-03-22) finns det 52 större artificiella utomhusytor med en total yta om totalt 126 402 kvm i staden. Från dessa ytor leds 35 % av dagvattnet till reningsverk.

Utöver dessa ytor har Skolfastigheter i Stockholm AB (SISAB) ca 43 bollplaner och multiplaner med konstgräs varav samtliga är av typen konstgräs med sandfyllning. De har även många mindre ytor med konstgräs eller gummiastfalt (fallskyddsgummi). Senaste inventeringen listar 240 fastigheter där det troligtvis finns utomhusytor av plast och gummi. Det finns ingen sammanställning över vilka arealer det rör sig om och dessa kan variera mycket. Vid Mariehällsskolan finns det t ex hela 700 kvm gummiastfalt och 450 kvm konstgräs medan andra fastigheter har betydligt mindre ytor (Mathias Bartak, SISAB).

Några studier har försökt kvantifiera slitage och utsläpp av mikroplast från denna typ av ytor (Figur 4). I examensarbetet "Är fallskydd och multiplaner en källa till mikroplaster?" (Hörman, 2017) beläggs att fallskydd och i högre grad multiplaner utgör en källa till mikroplaster och att dagvattennätet är en spridningsväg. Det går dock inte utifrån den information som projektet har tillgång till uppskatta den totala mängden mikroplastutsläpp från dessa ytor.



Figur 4. Exempel på slitage på fallskyddsytta, Vivelparken (foto: Mikael Olshammar, IVL)

5.2.4.1 Kunskapsbrister

Det saknas en fullständig sammanställning över hur stora arealer det finns av olika artificiella sport- och lekytor i Stockholm. Det saknas vidare kunskap om hur stora mängder mikroplast som slits från fallskyddsytter och andra artificiella utomhusytor årligen och var det tar vägen, trots att slitage har observerats.

5.2.4.2 Åtgärder

Använd naturliga material som sand och bark som fallskydd där det går istället för gummimaterial och säkerställ gott underhåll av de gummiytor som krävs.

Om ändå konstgräs eller platsgjutet gummi ska användas så bör material- och anläggningskrav ställas för att säkerställa att inte mikroplaster sprids.

5.2.5 Byggnader, infrastruktur, underhålls- och byggnadsarbete

5.2.5.1 Plaströr

Enligt Stockholm Vatten och Avfall (pers. kom. Daniel Petersson) finns det i Stockholms allmänna ledningsnät totalt 870 km plaströr (Tabell 14).

Tabell 14. Längd ledningar i det allmänna ledningsnätet i Stockholms stad.

Dricksvattenledningar och serviser med SVOA 350 km
som ägare.

Avloppsvattenledningar och serviser med SVOA som ägare.	400 km
---	--------

Strumpinfodrad plastledning för avloppsvatten med SVOA som ägare.	120 km
---	--------

Totalt längd	870 km
---------------------	---------------

Enligt läroboken "Ledningsbyggande med plaströrssystem" (NPG, 1999) gäller att generellt har plaströr mycket goda nötningssegenskaper vilket gör PE- och PP-rör lämpliga för pumpning och avledning av slurries. Redovisade nötningstest visar ett slitage på <0,1 mm på ett Ø 200 mm strukturväggör av PVC och PP efter motsvarande 195 år.

För att få en grov uppskattning av vad detta skulle kunna innebära i form av mikroplaster till vattenmiljön antas att alla plastavloppsledningar i Stockholm har Ø 200, slitytan är 100 mm (16% av omkretsen 227 mm) och nötningsdjupet 0,1 mm. Detta ger ett slitage på 5,2 kubikmeter mikroplast och antagande PVC-rör med densitet 1.4 en massa på 7.3 ton under hela tidsperioden eller 37 kg mikroplast per år. Detta ses därmed inte som en källa, vilken är rimlig att åtgärda ur ett mikroplastperspektiv.

5.2.5.2 Nedskräpning från byggarbetsplatser

Byggsektorn använder ca 20 procent av all plast som konsumeras inom EU (PlasticsEurope, 2017), bland annat i form av rör, dörr- och fönsterprofiler och isolering. På byggarbetsplatser hanteras stora mängder material, bland annat i form av plast. Vid nybyggnation kan det uppstå spill och kasserat material på grund av väder och vind, men också stora mängder förpackningsplast, till exempel i form av krymp- och sträckfilm och expanderad polystyren. Vid rivning och ombyggnation genereras plastavfall av olika slag som vid bristande hantering, precis som för avfallet vid nybyggnation, kan leda till nedskräpning och hamna i miljön. Precis som för mer generell nedskräpning är det mycket svårt att uppskatta hur stor mängd plast (både makro och mikro) som kommer från byggarbetsplatser och hamnar i miljön och således också hur stor mängd som sönderdelas till mikroplaster.

5.2.5.3 Kunskapsbrister

Byggsektorn hanterar en stor mängd plast, både i byggnadsmaterial och i emballage. Stora mängder plastavfall genereras vid nybyggnationer och i ombyggnationer. Upplevelsen i uppdragets referensgrupp är att nedskräpningen vid byggarbetsplatser kan vara väldigt olika, men att kvantitativa data över nedskräpning och spridning av mikroplaster på grund av nedskräpning saknas i dagsläget.

Byggnader i sin helhet innehåller plast i olika delar, och diskussioner har förts mellan IVL och Stockholms stad inom detta projekt att bland annat tak- och fönsterfärg eventuellt kan generera mikroplast. Det saknas dock information om hur stora ytor av plasttak som förekommer i Stockholms stad, och det saknas information om innehåll av ev. mikroplast i takfärgen.

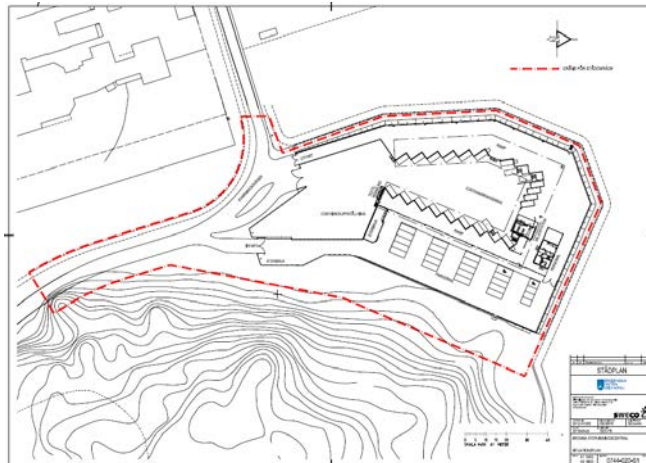
5.2.5.4 Åtgärder

För att motverka nedskräpning på och i anslutning till byggarbetsplatser kan eventuellt arbete som görs inom Stockholm Vatten och Avfall (SVOA) fungera som inspiration. SVOA ställer krav på städning i förfrågningsunderlag för drift av Stockholms återvinningscentraler. Kraven kan skilja sig åt från återvinningscentral till återvinningscentral, men exempel på krav är att (Stockholm Vatten och Avfall, 2018b):

- o Entreprenören, utöver städning på anläggningen, ska ansvara för städning i anläggningens direkta närhet, enligt bifogad städområdeskarta (Figur 5). Skräpet ska dagligen tas bort i samband med öppning och städning av ÅVC.
- o Om avfall tappas från transportfordon utanför området eller blåser från området ska skräpet omgående städas upp.
- o Fulla containrar med vissa avfallsfraktioner ska förvaras täckta med väderskydd.

SVOA har en app som underlättar kontroll av att avtalet följs. I appen kan olika nivåer väljas, alltifrån sju basfrågor för att kontrollera de grundläggande kraven i förfrågningsunderlaget, till en fullskalig kontroll på 50 frågor. I den fullskaliga kontrollen har samtliga krav i förfrågningsunderlaget formulerats till frågor. Uppfyllda krav är belagda med viten.

En åtgärd för att minska nedskräpningen på byggarbetsplatser i Stockholm skulle kunna vara att utforma krav på städning på och kring byggarbetsplatsen samt ställa krav på hur avfall ska hanteras på byggarbetsplatsen för att förhindra nedskräpning. Kraven kan följas upp vid tillsyn av byggarbetsplatser.



Figur 5. Stadsområdeskarta för Bromma ÅVC
(Källa: Stockholm Vatten och Avfall).

5.2.6 Deponier

I Sverige har deponering som avfallsbehandlingsmetod kraftigt minskat med åren, men förekommer fortfarande för avfall som av olika anledningar är svårbehandlat och varken lämpar sig för materialåtervinning eller energiåtervinning.

Enligt den senaste nationella avfallsstatistiken deponerades 3,3 miljoner ton icke-farligt avfall och 430 000 ton farligt avfall i Sverige år 2012, gruvavfall undantaget. De avfallsslag som främst deponerades var (Naturvårdsverket, 2016):

- Jord
- Avfall från förbränning
- Mineralavfall från bygg och rivning
- Sorteringsrester
- Kemiska rester

Trots deponiförbud mot att deponera organiskt samt utsorterat brännbart avfall kan avfall, enligt bestämmelser i förordning (2001:512) om deponering av avfall, få lov att deponeras om avfallet innehåller mindre än 10 viktprocent TOC (totalt organisk kol) eller mindre än 10 volymprocent brännbart avfall. Dessutom förekommer lokal dispensdeponering om avsättningen till andra behandlingsmetoder är knapp, som till exempel i fallet för fluff (Shredded light fraction, SLF) från fragmentering av uttjänta fordon. Fluff är en problematisk restfraktion bestående av bland annat trä, plast och textil från fordon.

Nedbrytningen av avfall i en deponi sker långsamt och i en anaerob miljö. Frändegård m.fl.. (2013) uppskattar att det finns 2,4 miljoner ton plast i de svenska kommunala deponierna. Plast som har deponerats kan under långt tid brytas ner och potentiellt sönderdelas till mikroplaster. Mikroplasterna kan spridas till miljön via lakvatten från deponin. Lakvatten kan ledas till ett avloppsreningsverk eller släppas ut renat eller orenat till recipient.

Lakvatten bildas när nederbördsvattnet infiltrerar en deponi och vattnet pressas ut genom komprimering (Naturvårdsverket, 2017). Lokala förutsättningar påverkar den producerade lakvattenmängden, till exempel nederbörd, temperatur, nedbrytning, avdunstning, ytaavrinning

och magasinförändringar. Sammansättningen på lakvattnet beror på vilken typ av avfall som har deponerats, deponeringsteknik och vattenmängd (Naturvårdsverket, 2008).

I Stockholm finns inga deponier som tar emot avfall. Dock finns det nio nedlagda deponier:

1. Lövstatipparna
2. Hammarbytippen
3. Johannelundstippen
4. Granholmstippen
5. Tippen vid Stora Skuggan
6. Tippen vid Stora Sköndal
7. Högdalstipparna
8. Vårbergstippen
9. Skrubbatipten

Enligt Stockholms stads avfallsplan har samtliga nio deponier, utom Lövstatipparna, använts som upplag för schaktmassor (Stockholm Vatten och Avfall, 2016). På åtta av deponierna är det därför inte troligt att väsentliga mängder plastavfall har deponerats. På Lövstatipparna, som var i drift mellan 1892 och 1996, har hushållsavfall, avloppsslam och aska från förbränning av hushållsavfall deponerats. Deponin består av tre delar; västra, östra och norra delen. Den västra delen sluttäcktes under senare delen av 1990-talet, den östra delen under 2007-2009 och den norra delen 2009-2010 (Stockholms stad, 2013).

Lakvatten samlas inte upp från Lövstatipparna, men förväntas, åtminstone delvis, rinna ut i Mälaren. Enligt nuvarande kontrollprogram för Lövstadeponierna provtas ytvatten och grundvatten på ett antal platser runt deponin. Mätningar görs dock inte med avseende på mikroplaster.

5.2.6.1 Kunskapsbrister

Det saknas mätdata för mikroplaster i lakvatten från nedlagda deponier i Stockholms stad. Det finns generellt relativt få studier som har undersökt mängden mikroplaster i lakvatten. I ett examensarbete (Eriksson Russo, 2018) visade sig antalet mikroplastpartiklar vara ungefär lika många i referensprovet och i lakvattenprovet, varför det inte gick att avgöra om mikroplastpartiklarna kom från lakvattnet eller inte.

Avfall Sverige genomför för närvarande en studie om mikroplaster i lakvatten från deponier och i avrinningsvatten från avfallsanläggningar i Sverige. Publicering av studien förväntas ske i juni 2018.

5.2.6.2 Åtgärder

Trots brist på data bedöms det inte som sannolikt att Lövstatipparna utgör en stor källa till mikroplast jämfört med andra källor. Om det finns önskan om att öka kunskapen om Lövstatipparnas eventuella bidrag skulle mätningar av mikroplaster i yt- och grundvatten i samband med mätningar enligt kontrollprogrammet kunna utföras.

5.2.7 Biologisk behandling av matavfall

Stockholms stad har som mål att samla in 70 procent av det tillgängliga matavfallet separat till 2020 (Stockholm Vatten och Avfall, 2016). Idag behandlas allt insamlat matavfall genom rötning och går antingen till SRV:s förbehandlings-och biogasanläggning i Gladö kvarn eller till Syvabs anläggning Himmerfjärdsverket i Grödinge, där samrötning sker med avloppsslam (Miljöförvaltningen Stockholm, 2018). Under 2015 samlades det in drygt 16 000 ton matavfall separat i staden. Att samla in 70 procent av tillgängligt matavfall till 2020 motsvarar ungefär 66 000 ton (Stockholm Vatten och Avfall, 2016).

Idag finns det olika system för att samla in matavfall i Stockholm och systemen kan se olika ut från område till område. En del matavfall leds till reningsverk via avloppssystemet från restauranger/hushåll med avfallskvarnar, en del sorteras ut vid källan och läggs i gröna plastpåsar som sorteras ut optiskt och en del sorteras ut vid källan och läggs i papperspåsar för vidare behandling (Miljöförvaltningen Stockholm, 2018).

Insamlat matavfall kan innehålla felsorterat avfall, till exempel plastavfall. Enligt en sammanställning av nationella plockanalyser framgår att ungefär 0,5-5 viktprocent av insamlat matavfall består av plastförpackningar (Avfall Sverige, 2016). Merparten av plastavfallet som finns i matavfallet hamnar inte i rötresten (biogödseln) eftersom matavfallet förbehandlas innan rötning. Syftet med förbehandlingen är att öka biogasutbytet, förbättra röttningsprocessen och kvaliteten på biogödseln så att spridning till åkermark för att ersätta konstgödsel möjliggörs.

I förbehandlingsprocessen kan matavfallet kvarnas till mindre bitar, och både föroreningar samt påsen som matavfallet har samlats in i kan avlägsnas (Bernstad m.fl., 2013). Trots förbehandling kan plast, både som finns bland matavfallet och i form av rester av plastpåsar, hamna i röttningsreaktorn och till slut hamna i rötresten. Hur stor mängd mikroplaster som potentiellt kan finnas i rötresten har inte kunnat tas fram.

Stockholm Vatten och Avfall planerar att bygga en optisk sorteringsanläggning för de hushåll där separat insamling av matavfall av olika skäl inte är möjligt, främst för flerbostadshus i innerstaden. Under 2016 påbörjades förprojektering av anläggningen inklusive utredning av möjligheten att sortera ut förpacknings- och tidningsavfall. Anläggningen planeras i anslutning till Fortums kraftvärmeverk i Högdalen. Byggnationen av den nya anläggningen är tänkt att påbörjas i slutet av 2019 och slutföras under en tvåårsperiod (Stockholm Vatten och Avfall, 2018a). Stockholm Vatten och Avfall har genomfört försök med utsortering av matavfall både i papperspåse och i plastpåse. Det är idag oklart vilken typ av påse som kommer att användas för att samla in matavfall och som kommer att sorteras på den optiska sorteringsanläggningen.

5.2.7.1 Kunskapsbrister

Insamlat matavfall kan innehålla felsorterat avfall, till exempel plastavfall. Majoriteten av det felsorterade plastavfallet, inkluderat matavfallsbäraren, hamnar i rejekt till energiåtervinning när matavfallet förbehandlas innan rötning. Mikroplaster från felsorterat plastavfall och eventuella plastpåsar som matavfallet samlas in i kan dock hamna i rötresten/biogödseln och därmed spridas till åkermark. Det saknas kunskap om hur omfattande problemet är.

5.2.7.2 Åtgärder

Vid val av påse för insamling av matavfall bör det tas hänsyn till i vilken utsträckning olika påsar bidrar till mikroplaster i rötresten/biogödseln. Det kan sannolikt bero på hur det insamlade matavfallet förbehandlas innan rötning. Om möjligt skulle provtagning av mikroplaster kunna

utföras på rötresten/biogödseln vid test av olika påsar. Utredningen om hållbara plastmaterial konstaterar att det i dagsläget finns få (eller inga) plaster som bryts ner i en rötningsprocess. Det finns heller ingen standard som definierar bionedbrytbarhet av en plast i rötningsmiljö (Utredningen om hållbara plastmaterial, 2018). Det finns internationella standarder för så kallade komposterbara plaster som är komposterbara i industriella komposteringsanläggningar, men i Stockholm är matavfallet föremål för rötning och inte kompostering.

5.2.8 Nedskräpning

Enligt 15 kap § 26 miljöbalken får "ingen skräpa ned utomhus på en plats som allmänheten har tillträde eller insyn till." Nedskräpning är när föremål slängs på marken eller i vattenmiljön. Det kan handla om alltifrån små föremål som tuggummi och cigarettfimpar, till större föremål som bilar och båtar. Även om skräpet har hanterats på ett riktigt sätt, som att ha slängts i en papperskorg, kan skräpet hamna i naturen genom att till exempel blåsa från överfulla papperskorgar. Väl på marken kan plastskräpet nå vattenmiljön via olika spridningsvägar; via dagvatten, vind och snöhantering, och på sikt bilda mikroplaster.

I delredovisningen till riksdagens Utredningen om hållbara plastmaterial (2018) konstaterades att de vanligaste plastföremålen i nedskräpningsssammanhang är (utan inbördes ordning):

- o cigarettfimpar,
- o förlorade fiskeredskap,
- o förpackningar för snacks, godis, glass och snabbmat,
- o förpackningsplast från industri och handel inklusive styva plastband,
- o plastbestick och sugrör,
- o plastfragment inklusive fragment från expanderad polystyren,
- o plastkapsyler och lock,
- o plastpåsar samt
- o rep, snören och nätdelar.

I utredningen omnämns vidare en tysk studie som uppskattar att 81-89 procent av den sekundära mikroplasten kommer från nedbrytning av större plastskräp (Utredningen om hållbara plastmaterial, 2018).

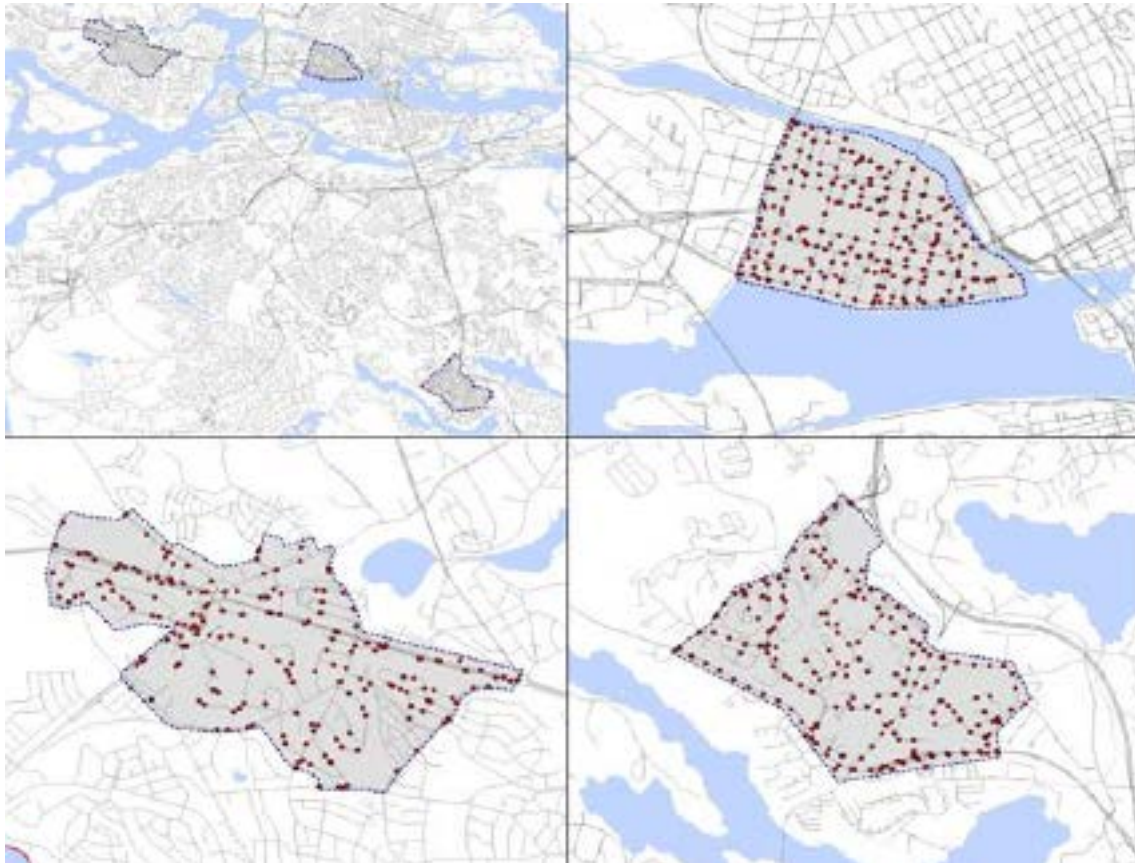
I Håll Sverige Rent årliga *Skräpprapport* konstateras att 70 procent av skräpet (baserat på antal skräpföremål) som hittas längs stränderna runt Kattegatt, Öresund och Östersjön består av plast. Plastfragment är det vanligaste plastskräpet som hittas följt av fimpar, plastpåsar och förpackningar till glass, godis och snabbmat. Strandmätningarna som genomförs tyder på att det mesta av skräpet i Östersjön kommer från landbaserade källor och inte från havsbaserade källor som till exempel sjöfart (Håll Sverige Rent, 2018a).

I Stockholm mäts skräp varje år, bland annat i stadsmiljön. Metoden som används sedan 2008 för mätningar i stadsmiljön (större tätorter med mer än 20 000 invånare) har tagits fram av Håll Sverige Rent och Statistiska centralbyrån (SCB). Mätningarna görs av kommunen, men Håll Sverige Rent och Statisticon, som samarbetet numera sker med, beräknar och sammanställer resultaten. Det som mäts är antal skräp per tio kvadratmeter.

Syftet med skräpmätningar i stadsmiljö är att mäta antalet skräpföremål på trottoarer, gågator samt gång- och cykelbanor, i de mest centrala delarna av tätorten. Urval av mätpunkter sker slumpmässigt

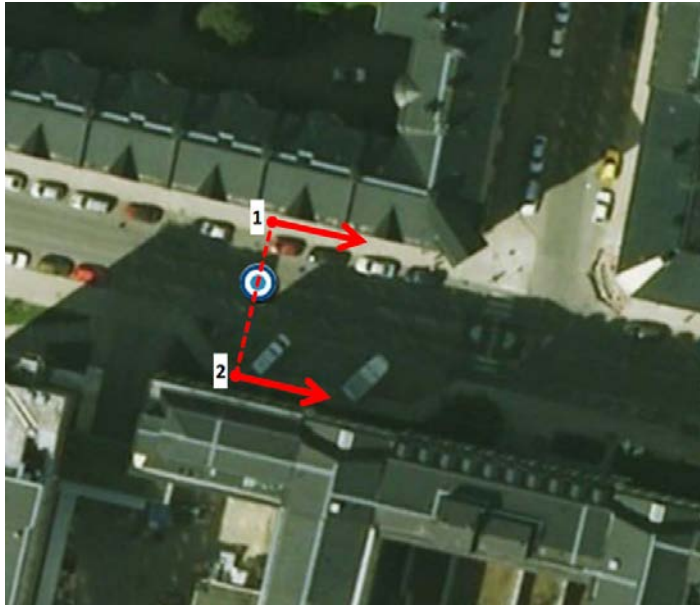
från Nationella vägdatabasen (NVDB) som underhålls och administreras av Trafikverket. Kommunen avgränsar, tillsammans med Håll Sverige Rent och Statisticon, de områden som är aktuella för en skräpmätning. Statisticon tar fram koordinatpunkter. Till varje koordinatpunkt hör en fem meter lång trottoarsträcka av varierande bredd, en på varje sida om vägen (Håll Sverige Rent och SCB, 2014).

Under 2017 gjordes skräpmätningar på 577 punkter i Stockholm, vilket utgör den så kallade ramen. Mätområdet avgränsades till stadsdelarna Kungsholmen (184 punkter), Bromma (200 punkter) och Farsta (193 punkter) (Figur 6) (Håll Sverige Rent och SCB, 2017).



Figur 6. Koordinatpunkter på Kungsholmen, Farsta och Bromma.
Källa: (Håll Sverige Rent och SCB, 2017).

Ordningen på koordinatpunkterna delas ut slumpmässigt. Om möjligt undersöks alltid båda trottoarytorna (mätytorna) vid en vald koordinatpunkt, se Figur 7. Mätningen börjar 15 cm ut i körbanan för att kunna inkludera skräp som samlas vid trottoarkanten och slutar vid ett naturligt, permanent hinder som går enda ner till marken, till exempel en husvägg eller en rabatt. När en mätning gjorts på den ena sidan trottoaren gör arbetsgruppen en mätning på liknande sätt på den motsatta trottoaren. Startpunkten ska ligga mitt emot startpunkten för den första mätningen (Håll Sverige Rent och SCB, 2014).



Figur 7. Skräpmätning vid en koordinatpunkt.

Källa: (Håll Sverige Rent och SCB, 2014).

Skräpet som hittas vid varje punkt räknas och kategoriseras enligt:

- o Plast
- o Papper/kartong
- o Glas
- o Metall
- o Organiskt
- o Annat

Plast sorteras i sju underkategorier:

- o Godis-/snacks-/glassförpackning
- o Mat-/dryckesförpackningar/Mugg
- o Plastflaska, pant
- o Plastpåse
- o Snusdosa
- o Cellofan från cigarettpaket
- o Plast, övrigt

Cigarettfimpar kategoriseras under "Annat" (Håll Sverige Rent och SCB, 2014).

Under 2017 hittades i genomsnitt 0,56 skräp i form av plast per 10 m² inom mätområdet i Stockholm (de tre stadsdelarna). Det genomsnittliga antalet skräpföremål totalt var 4,97 per 10 m² (Håll Sverige Rent och SCB, 2017). Det genomsnittliga antalet skräp som hittades per 10 m² i de kommuner som 2017 mätte skräp i stadsmiljö (ca 10 st) var 5,09. Det genomsnittliga antalet plastskräp per 10 m² var 0,38 (Håll Sverige Rent, 2018b).

I Tabell 15 presenteras antalet plastskräp som hittades inom mätområdet i Stockholm i mätningar genomförda 2011-2017. Från och med år 2017 har mjukplast och hårdplast slagits ihop till en

kategori, plast. I tabellen har antalet plastskräp i form av mjukplast och hårdplast summerats för att få det totala antalet plastskräp för åren 2011-2016.

Tabell 15. Resultat över genomsnittligt antal plastskräpper 10 m² från skräpmätningar i stadsmiljö i Stockholm 2011-2017 (Håll Sverige Rent och SCB, 2017).

År	Genomsnittligt antal plastskräp inom mätområdet
2011	0,38
2012	0,35
2013	0,36
2014	0,30
2015	0,32
2016	0,34
2017	0,56

Väder och städning inverkar på resultaten från skräpmätningarna. För att ta hänsyn till dessa två faktorer sker undersökningen under ett antal veckor och fördelat över veckodagarna för att den naturliga vädervariationen för tidsperioden ska täckas in. Genom att mätpunkterna undersöks i slumpmässig ordning minskar risken att det städas på närliggande mätpunkter samtidigt (Håll Sverige Rent och SCB, 2014).

5.2.8.1 Svårigheter att använda befintlig metod för att uppskatta nedskräpningen i Stockholm

En bedömning av den totala mängden skräp i Stockholm hade kunnat ligga till grund för en uppskattning av hur stor mängd mikroplaster som potentiellt kan bildas från plastskräpet. Resultaten från skräpmätningarna med nuvarande metod kan dock inte användas för ett sådant syfte. Resultaten kan däremot användas för att studera utvecklingen över tid, till exempel för att se över placeringen av papperskorgar och askkoppar, följa upp nedskräpningsmål i den lokala avfallsplanen och som underlag för kampanjer.

Syftet med skräpmätningarna enligt SCB är att bevaka skräpnivåerna i ett väldigt avgränsat område under en specifik period. Resultatet ger en skattning på skräpmängder per 10 m² i just det området, i det här fallet Farsta, Bromma eller Kungsholmen. Resultaten är en ögonblicksbild av hur mycket skräp som förekommer en vanlig dag. Det går inte att statistiskt skala upp resultaten till hela Stockholm. Dessutom mäts endast antalet skräp och inte skräpets vikt. Inom en skräpkategori kan massan per skräp variera i mycket hög utsträckning (SCB, 2018). En alternativ metod för att mäta skräp presenteras under åtgärder.

5.2.8.2 Nedskräpning från återvinningsstationer

Förutom den mer generella nedskräpningen sker nedskräpning i samband med att avfall hanteras. I Stockholm finns till exempel 248 obemannade återvinningsstationer som tillhandahålls av

Förpacknings- och tidningsinsamlingen (FTI) där allmänheten kan lämna uttjänta förpackningar och tidningar (FTI, 2018a). Återvinningsstationerna placeras generellt i anslutning till bostadsområden, vid butiker eller vid bensinstationer. Vid överfulla behållare eller dumpning av avfall som inte hör hemma på återvinningsstationerna riskerar skräpet att blåsa bort från återvinningsstationerna och hamna i miljön.

FTI har uppmärksammat att kostnaderna för att städa återvinningsstationer på grund av dumpat grovavfall och verksamhetsavfall har blivit högre under senare år. Städpersonalen rapporterar vid varje städning hur nedskräpad en återvinningsstation är på en fyrgradig skala och protokollför hur stor mängd grovavfall och verksamhetsavfall som har städats bort. På så sätt genereras en bild av var problemen med nedskräpning är som störst. Åtgärder som vidtas är till exempel förbättrad belysning, tydligare skyltar och montering av kameraattrapper. Ibland får FTI tips från allmänheten som har sett ett visst företag dumpa avfall vid stationerna och kontaktar miljöförvaltningen i den aktuella kommunen så att de kan kontrollera att företaget i fråga har ett kommunalt avfallsabonnemang (Krohn, 2018).

FTI har tillsammans med 19 kommuner, i ett projekt som kallas "Ren återvinning", testat ytterligare olika åtgärder för att minska nedskräpningen vid återvinningsstationer, bland annat i samarbete med Stockholm. Åtgärder som har testats är till exempel att ha värdar på plats på återvinningsstationerna och på så sätt göra de bemannade (FTI, 2018b).

Att ha värdar på återvinningstationer testades också för 15 år sedan då pensionerade poliser bevakade ett antal återvinningsstationer under en period. Syftet var att få bukt med nedskräpningen av grovavfall och verksamhetsavfall på återvinningsstationerna. Bemanningen gjorde att nedskräpningen minskade. Pensionerade poliser användes för att de är vana vid att hantera och konfrontera människor (Krohn, 2018).

I försöket med värdar som genomfördes under maj 2017 på en återvinningsstation i Huddinge och i Stockholm var resultatet inte lika markant som för 15 år sedan. Två pensionerade poliser bemannade återvinningsstationerna mellan kl 8-17, och vid ett par tillfällen från kl 8-20, under fem dagar för att komma tillrätta med nedskräpningen. I projektet kom man fram till att nedskräpningen av grovavfall och verksamhetsavfall främst sker nattetid, när återvinningsstationerna i detta fall inte var bemannade. FTI har vid något tillfälle hyrt in bevakningsbolag som suttit och bevakat återvinningsstationer från husvagnar på natten. Det har gett resultat, men är mycket kostsamt (Krohn, 2018).

Enligt arbetsgruppen inom Stockholms stad som arbetar med mikroplaster finns det också problem med dumpning av avfall i industriområden.

5.2.8.3 Kunskapsbrister

Nedskräpning är generellt svårt att kvantifiera och det går inte att göra med nuvarande metod för mätning av skräp i stadsmiljö. Även om skräpmängden skulle kunna kvantifieras är nästa utmaning att bedöma hur stor andel av skräpet som hamnar i miljön.

5.2.8.4 Åtgärder

I Stockholm finns mål om att nedskräpningen i stadsmiljön ska minska. Det framgår av Stockholms stads avfallsplan. Befintliga åtgärder består bland annat av att öka städningen och att med kampanjer och kommunikation förändra medborgarnas attityd och beteende beträffande nedskräpning. Nya insamlingssystem provas och städning sker när människor ser (Stockholm Vatten och Avfall, 2016).

Naturvårdsverket har tagit fram en vägledning för kommuner som heter "Strategiskt arbete för minskad nedskräpning" (Naturvårdsverket, 2013). I vägledningen lyfts ett antal framgångsfaktorer för kommunernas strategiska arbete för att minska nedskräpning fram, till exempel att:

- tydligt peka ut var ansvaret att driva nedskräpningsfrågan ligger
- samarbeta över förvaltningsgränser
- ha politisk förankring i kommunen för det strategiska arbetet
- långsiktigt avsätta medel för arbetet mot nedskräpning
- mål och åtgärder sätts upp och att dessa följs upp kontinuerligt
- ha en samlad plan för hur arbetet mot nedskräpningen ska bedrivas

Håll Sverige Rent menar att skräpplockaraktiviteter, att ha olika typer av informationskampanjer, att se till så att infrastrukturen vad gäller papperskorgar är god, att på olika sätt försöka minska konsumtionen av plast som tenderar att bidra till nedskräpning samt "nudging" kan leda till minskad nedskräpning (Håll Sverige Rent, 2018c). I vissa städer väljer man att inte städa under fem dagar per år för att uppmärksamma hur skräpigt det blir.

Att förhindra nedskräpning är komplext och två huvudsakliga strategier för att minska nedskräpningen kan identifieras:

1. Åtgärder som kan förebygga nedskräpning

Vi vet att de huvudsakliga skräpföremålen av plast som förekommer i nedskräpningssammanhang bland annat är cigarettfimpar, förpackningar för snacks, godis, glass och snabbmat, förpackningsplast från industri och handel, plastbestick och sugrör, plastfragment inklusive fragment från expanderad polystyren (frigolit), plastkapsyler och lock samt plastpåsar (delredovisning från SOU 2017:06). Ett sätt att motverka uppkomsten av skräp är att försöka minska konsumtionen av produkter som framförallt är benägna att hamna i miljön, till exempel genom samarbete med olika näringsidkare i kommunen.

EU-kommissionen har föreslagit att vissa engångsprodukter av plast ska begränsas för att minska den marina nedskräpningen. Kommissionen föreslår bland annat att tops, bestick, tallrikar, sugrör, omrörare och ballongpinnar av plast ska förbjudas på den europeiska marknaden. Vidare ska medlemsländerna enligt förslaget begränsa konsumtionen av engångsförpackningar av plast till mat och kaffe. Förslaget ska nu gå till beslut i EU-parlamentet och rådet (EU-kommissionen, 2018).

Ett annat sätt som kan förebygga nedskräpning är att säkerställa att det finns en välfungerande infrastruktur för insamling av skräp och att underlätta för medborgarna "att göra rätt" genom att se över tillgången på offentliga papperskorgar, utforma papperskorgar för att hindra att skräp blåser iväg eller plockas upp av fåglar samt se över tömningsrutiner. I Stockholm har Trafikkontoret på många platser till exempel köpt in i så kallade "Big Bellies", en typ av papperskorg som komprimerar avfallet.

Förpackningsavfall ska enligt förordning (2014:073) om producentansvar för förpackningar och enligt 15 kap miljöbalken lämnas i producenternas system, det vill säga källsorteras. I stadsmiljön finns det inte alltid källsorteringsmöjligheter lättillgängligt utan i papperskorgarna slängs det blandat skräp till energiåtervinning. Källsorteringsmöjligheter på allmän plats kan vara ett sätt att motverka nedskräpning och samtidigt möjliggöra materialåtervinning av en del av det som samlas in. Trafikkontoret i Stockholm ska som en åtgärd i avfallsplanen i högre utsträckning erbjuda källsortering i offentlig miljö samt byta ut befintliga papperskorgar mot papperskorgar med integrerade askkoppar (Stockholm Vatten och Avfall, 2016).

"Nudging", som är en metod inom beteendevetenskapen, handlar om att försöka ge en vänlig knuff i rätt riktning istället för att begränsa valfriheten eller ge monetära incitament (Göteborgs Stad, 2018). En kommun som har testat nudging är Göteborg. Under sommaren 2017 testades två olika nudge-koncept på åtta spårvagnshållplatser för att förhindra att cigarettfimpar hamnar på marken istället för i askkopporna. Man ville dra uppmärksamhet till askkopporna. Ett koncept bestod av en "duvskylt" (Figur 8) med ett humoristiskt inslag och med en "go' gubbe" som en igenkänningsbar visuell symbol för det önskvärda beteendet: att fimpa rätt. Orange färg användes för att harmonisera med färgen som Göteborgs Stad använder i sitt arbete mot nedskräpning.

Det andra konceptet bestod av två olika markdekaler för att inbjuda till att lämna fimpen i askkoppen (Figur 8). Resultaten visade att betydligt fler fimpar hamnade i askkopporna med nudge-koncepten än vad det normalt gör. Det konstaterades att det är effektivt att göra askkopporna synliga istället för att låta dem smälta in i miljön (Göteborgs Stad, 2018).



Figur 8. Nudging i Göteborg. Källa: Göteborgs Stad.

2. Åtgärder när skräpet väl har hamnat på marken

När plastskräpet väl har hamnat på marken eller i vattnet är det en fråga om att städa upp skräp på gator, torg och andra allmänna platser. Det har kommunen ansvar för att göra inom detaljplanlagt område. Städning av allmän plats kan i teorin göras hela tiden, men är en kostnadsfråga och en prioriteringsfråga i den kommunala budgeten.

Det kan vara klokt att titta på andra kommuners arbete för att minska nedskräpningen. Det finns många goda exempel i landet att ta del av. Kanske har någon kommun provat en åtgärd som inte visade sig fungera som önskat eller som har fungerat oväntat bra. Sådan information är bra att känna till för att undvika att göra samma misstag eller testa åtgärder som erfarenheter visar inte fungerar. En svårighet kan dock vara att följa upp huruvida insatser har haft effekt eller inte.

För skräp som har hamnat i vattnet finns så kallade "Seabins" som kan fånga ungefär 1,5 kg flytande skräp om dagen, till exempel i hamnar. Havssoptunnan suger upp vatten som passerar genom korgen med hjälp av en pump. Vattnet går igenom korgen och skräpet fångas i en påse som kan innehålla upp till 20 kg skräp (The Seabin Project, 2018). Havssoptunnorna ska ha testats i Helsingfors, Åbo och Vasa under 2017 som första försök i Nordeuropa (Yle, 2017), men några resultat har inte hittats.

5.2.8.5 Anpassad metod för att mäta skräp i Stockholm

Den befintliga metoden för att mäta skräp i stadsmiljö skulle kunna anpassas för att uppskatta den totala mängden skräp inom ett valt mätområde i Stockholm, till exempel det befintliga mätområdet på Kungsholmen, i Bromma och i Farsta.

Ett angreppssätt är att städa det aktuella mätområdet, om möjligt inom nuvarande rutiner för renhållningen, för att därefter låta bli att städa under en viss tidsperiod. Den valda tidsperioden skulle kunna vara ett antal dagar, en vecka eller liknande, beroende på hur nedskräpat området normalt blir och behovet av städning. Genom att undvika att städa under en viss tid går det att konstatera hur stor mängd skräp som har uppkommit inom tidsperioden, med reservation för att skräp kan ha förflyttats med vind och regn. Därefter räknas antalet skräp inom mätområdet och kategoriseras enligt befintlig metod, med tillägg att skräpet plockas upp och vägs. På så sätt uppskattas den totala mängden generat skräp under en viss tidsperiod uppdelat på de olika skräpkategorierna.

Den här typen av anpassad skräpmätning skulle förslagsvis kunna genomföras under maj och augusti. Två observationer skulle möjliggöra att den uppkomna skräpmängden kan skalas upp på sommarmånaderna.

Även om den totala skräpmängden under en viss tidsperiod kan uppskattas genom en omarbetning av befintlig metod för skräpmätning i stadsmiljö kvarstår problematiken att bedöma hur stor andel av skräpmängden som hade kunnat hamna i miljön om skräpet inte hade plockats upp. För det krävs grova antaganden, till exempel att 10, 20, 30 eller 40 procent av den uppkomna mängden hamnar i miljön. Även om det är svårt att avgöra vilket antagande som ligger närmast sanningen skapas en uppfattning om vilka mängder det skulle kunna röra sig om.

Om Stockholms stad har önskemål om att utveckla befintlig mätmetod för att kunna uppskatta den totala mängden skräp behöver en mer detaljerad utveckling av mätmetoden som har sin grund i ovanstående beskrivning göras.

5.3 Direkta utsläpp från källor i marin- och sötvattenmiljö

5.3.1 Båtbottenfärger

5.3.1.1 Färgtyper och användningsområden

Färger som används inom sjöfarts- och fritidsbåtssektorn har föreslagits bidra till förekomsten av mikroplaster (Lassen m.fl. 2015). Det handlar både om färger som används som ytskydd för att motverka slitage och korrosion (särskilt inom kommersiell sjöfart) (OECD 2009) samt från båtbottenfärger (antifouling) som används för att skydda skrovet mot påväxt av vattenlevande organismer (OECD 2005). Färgpartiklar lossnar från skrovytan både genom slitage vid användning

men också vid underhållsarbete där skrovet tvättas, skrapas och målas. Färgpartiklarna hamnar med stor sannolikhet i vattnet då underhåll av fartyg och fritidsbåtar främst görs i nära anslutning till vatten.

Vilka komponenter i färgerna som kan bidra till mikroplaster har varit omdiskuterat samt i vilken omfattning de lossnar från färgen vid användning och underhåll (Sundt m.fl.. 2014, Lassen m.fl. 2015). Hittills har fokus kring miljöpåverkan av båtfärger legat på frisättning av biocider, dvs. de giftiga ämnen (ex. kopparoxid) som tillsätts i färgen för att förhindra att organismer sätter sig fast (OECD 2005). Detta gäller även undersökningar av båtuppläggningsplatser och utsläpp från spolplattor. Däremot saknas information om plastpartiklars förekomst och spridning från båtottenfärger. I en dansk rapport om källor till marin mikroplast betraktades hydrolys och nedbrytning av båtottenfärger som en trolig källa till utsläpp av mikroplast (Lassen m.fl.. 2015).

Fokus i denna del av rapporten har lagts på spridning av mikroplast från underhållsarbete av båtar snarare än på läckage från båtskrov i vattnet vid användning. Detta beror på att det delvis saknas information om hur mycket mikroplast som frisätts från skrov vid användning samt att det finns väldigt många olika typer av färger med olika egenskaper där en generalisering är svår. Enligt OECD (2005) är det främst biociderna som läcker från båtottenfärgen, medan färgmatrisen som lakats ut främst försvinner vid rengöring av skrovet. Dock finns inga data tillgängliga för att styrka detta påstående. Tidigare beräkningar av förekomster av mikroplast har utgått ifrån nationell försäljningsstatistik av biocider, men här utgår vi istället från båtbeståndet i Stockholm och nationell enkätdata om underhållsvanor.

5.3.1.2 Färgers egenskaper och plastinnehåll

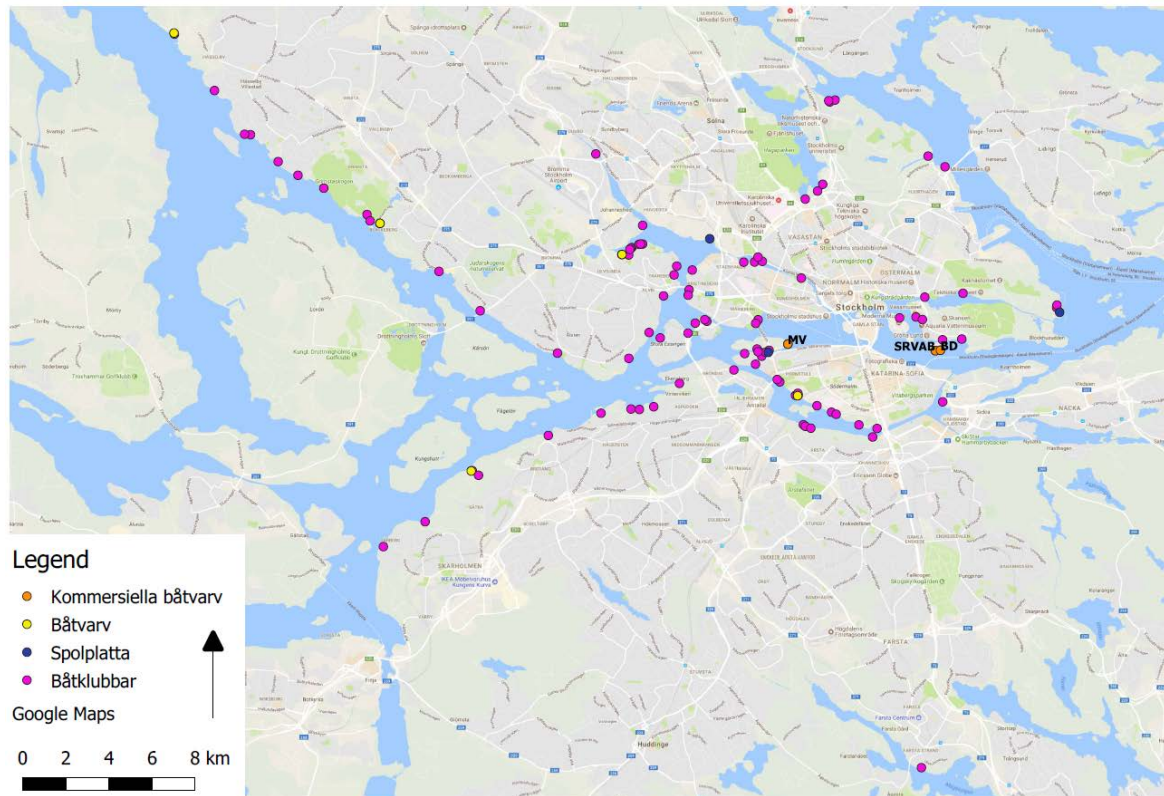
Det finns många olika typer av färger som används i underhåll av fritidsbåtar och fartyg. Sundt m.fl.. (2014) noterade att flera polymerer användes i båtottenfärger, men enligt färgindustrin är de främst närvarande i icke-partikulära former och bildandet av mikroplast borde därmed vara försumbart. Detta har dock inte undersökts närmare ännu, då OECDs rapporter hittills endast fokuserar på biocider. Polymerer används som bindemedel (färgmatris) i färgfilmen och utgör ofta 5-20 vikt% av färgen (Naturvårdsverket 2017). Generellt innehåller fartygsfärger mer potentiella mikroplastkomponenter (akrylater mm) än fritidsbåtsfärger (Boero Group 2018), troligen då de kräver längre hållbarhet mot slitage för längre underhållsperioder. Fritidsbåtsfärger innehåller istället oftast naturhartser (kolofonium) som bindemedel (vilket utgör ca 5-20% av färgen), men även mindre mängder syntetiska hartser (ex. akrylater och klorpolymerer) som kan bidra till mikroplaster (5 % enligt färgproducenten Boero Group 2018; ca 6% för antifouling färger för fritidsbåtar och 10% för fartygsfärger enligt statistik från Kemikalieinspektionen 2018; 10-50% enligt Lassen m.fl. 2015). I våra beräkningar har följande uppskattade värden använts: 5-10 vikt-% plastinnehåll i fritidsbåtsfärger och 10-20 vikt-% plastinnehåll i fartygsfärger. Vad gäller ytskyddsfärger, används olika typer av plast, där polyuretan och epoxibeläggningar är vanliga, men även vinyl, lacker och andra, men uppgifter om exakt plastinnehåll i färgerna saknas (OECD 2009).

5.3.2 Fritidsbåtar inom Stockholms stad

Det finns 89 båtklubbar med drygt 8 900 fritidsbåtar inom Stockholms stad samt fem varvsföreningar för fritidsbåtar (Miljöförvaltningen, Stockholms Stad, 2018, Figur 9). Antalet båtar per småbåtshamn är i genomsnitt 106, men varierar mellan 20 och 300 båtar. De flesta båtklubbar ligger i anslutning till eller nära Mälaren. Drygt 50 småbåtshamnar har tillgång till egna uppställningsplatser och totalt finns 7 011 antal uppställningsplatser inom Stockholms stad inklusive fritidsbåtsvarven. De flesta båtklubbar arrenderar marken av Stockholms stad genom

Idrottsnämnden med undantag för de klubbar som arrenderar mark från Kungliga Djurgårdens Förvaltning. Det förekommer även båtägare som inte är med i någon båtklubb utan tar hem båten på en båttrailer. Miljöförvaltningen saknar information om den miljöfarliga verksamhet som bedrivs på båtklubbar som inte har någon uppläggningsplats (enligt Rönnow 2018). Det finns inte heller någon information om huruvida båtägare som tar hem sin båt underhåller den och om några utsläpp finns förknippade med detta.

Båtvarv & Båtklubbar Stockholms Stad



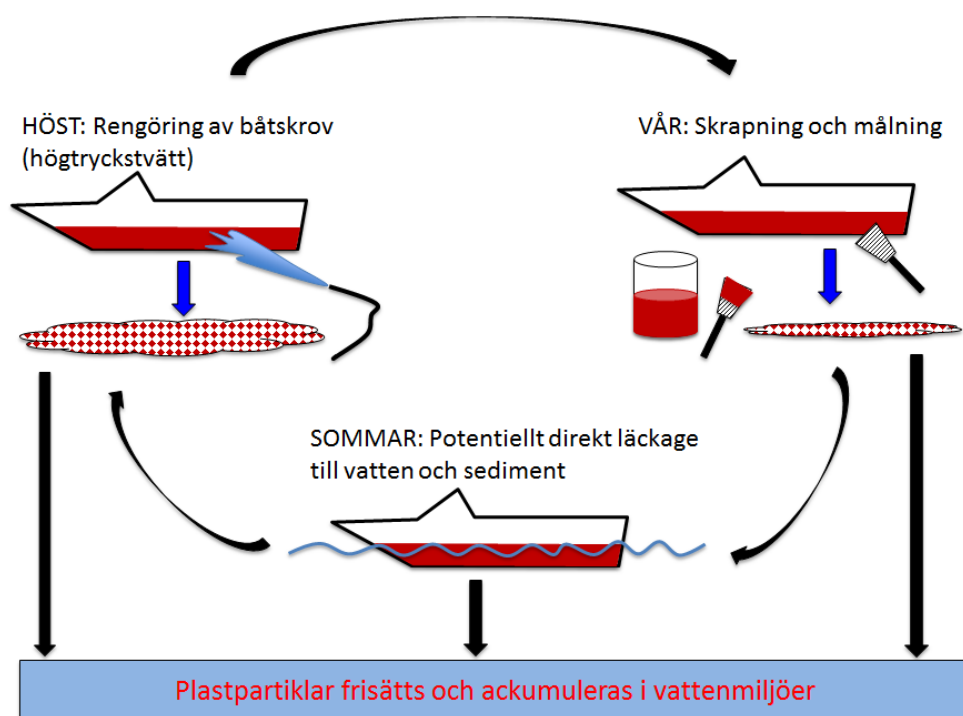
Figur 9. Båtvarv och båtklubbar i Stockholms stad.

Underhåll av fritidsbåtar

Enligt Båtlivsundersökningen 2015 sköter 87 % av alla svenska båtägare underhållet på sin egen båt själva. De flesta rengör, skrapar och målar om sin båt årligen. Sedan länge görs allt underhåll på uppställningsplatsen och i de flesta fall utan att skydda marken under båten vilket medför att höga halter av giftiga ämnen har hittats i marken vid många uppläggningsplatser samt i sediment i hamnarna (Eklund & Eklund 2011, Lagerström m.fl. 2016; Miljöförvaltningen Stockholms Stad 2018, Figur 10). Hur mycket av partiklarna som stannar kvar i marken, och hur mycket som följer med avrinnande vatten ut i närliggande vattenområden är dock inte känt. I områden där marken är täckt av asfalt eller betong sker troligen en större transport av partiklar direkt till havet jämfört med jord/grustäckta områden. I samband med uppmärksammandet av denna källa till förorening har intresset ökat för att använda skyddsutrustning vid underhållsarbete. Idag har de flesta fritidsbåtsklubbar i Stockholm en miljöpolicy eller miljöregler som beskriver vikten av att alltid täcka marken innan underhållsarbete, men efterlevnaden av dessa regler är dock ännu okänt. Tillsyn görs i begränsad omfattning och har då visat på delvis bristfälligt miljöarbete kopplat till underhållsarbetet (Rönnow 2018). Viktigt att notera är att biocidfärger är förbjudna i sötvatten

(inklusive Mälaren) sedan många år tillbaka, men undersökningar av båtskrov visar på höga halter av giftiga metaller och tennorganiska föreningar, trots förbudet (Rönnow 2018).

Riktlinjer för marinor togs fram 2012 (Havs och vattenmyndigheten 2015) och många kommuner och båtklubbar i Stockholmsområdet arbetar idag aktivt för att minska utsläppen av miljöfarligt avfall från båtunderhåll. I riktlinjerna står att alla båtar målade med bottenfärg måste rengöras på speciella ytor med filtrering av vattnet (spolplattor). Trots detta finns endast tre spolplattor i bruk inom Stockholms stad (Heleneborgs båtklubb, DMK Djurgårdens Motorbåtsklubb och Vikingarnas Segelsällskap) där totalt ca 250 båtar tvättas årligen. Däremot finns det 14 spolplattor i närområden inom Stockholm Län (Länsstyrelsen Stockholm). Samtliga spolplattor har reningsanläggningar installerade men i Heleneborgs båtklubb har de valt att skicka allt spolvatten till industriell rening då relativt höga halter av koppar har uppmätts i vattnet när "externa" båtar rengjordes på plattan. Då det har varit omdiskuterat hur bra filtreringen av spolvattnet fungerar (vad gäller biocider) och svårigheten med att uppskatta verkliga koncentrationer, samt att många båtägare fortsätter att måla med biocidfärg så länge som spolplattor med rening finns tillgängligt (enligt Carl Rönnow, Miljöförvaltningen, pers. komm.), har utvecklingen av nya spolplattor stannat av. Spolplattor kan, i bästa fall, om reningen fungerar, minska spridningen av miljögifter vid tvätt men de ses tyvärr ofta som en "universallösning". Spridningen av miljögifter till mark, sediment och vatten när båten skrapas och slipas samt när båten är sjösatt förbises ofta med motivet att det finns en spolplatta. Dessutom är spolplattor i stort sett endast tillgängliga för den egna båtklubben då det innebär mycket logistik att lyfta upp båten och tvätta.



Figur 10. Potentiella spridningsvägar för båtfärgpartiklar sker främst genom undermåligt skydd av omgivningen vid underhåll av båtskrov, där högtryckstvätt, skrapning och målning leder till att partiklar och färgflagor frisätts. Det saknas ännu kunskap om hur mycket plastpartiklar frisätts i vattnet vid användning.

I stället har kommunerna i Stockholms län fokuserat på att få båtägare som huvudsakligen har sin båt i sötvatten att avlägsna biocidfärger helt och hållet, vilket kan göras genom e x. blästring eller med färgborttagningsmedel och då under kontrollerade former för att minimera spridning till omgivningen. Det är alltid upp till "verksamhetsutövaren", i detta fall båtägaren, att se till att

tillräckligt skydd används så att både hälsa och miljö skyddas. Medvetenheten om färgernas innehåll och farlighet har ökat markant i och med Stockholms tillsynsarbete under de senaste åren och Transportstyrelsen tillsammans med Stockholms stad bedriver ett intensivt arbete med att informera om hur sanering båtunderhåll ska utföras för att minimera spridningen av färgpartiklar.

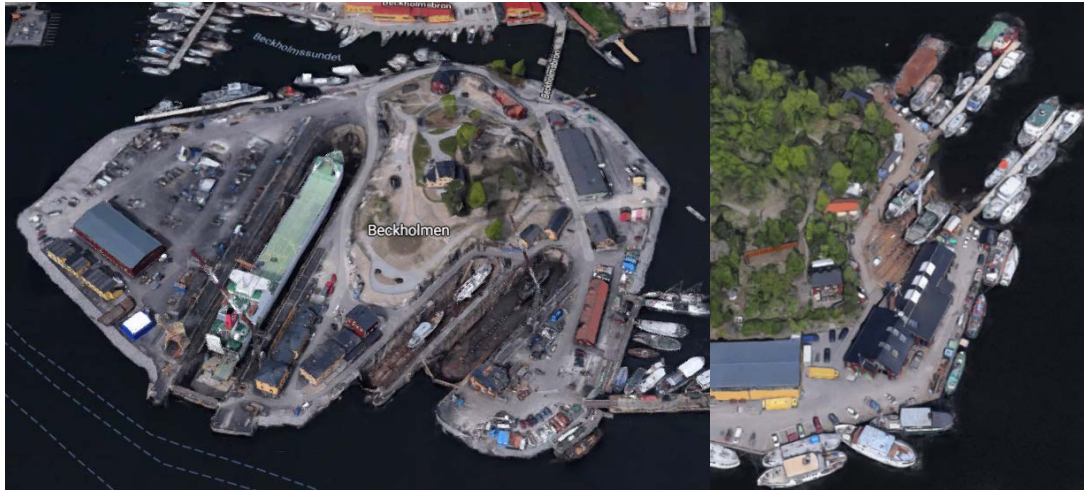
Borsttvättar har utvecklats för att hålla påväxten borta genom tvättning av skrovet liggande i vattnet. Det finns inga stationära borsttvättar med uppsamlingsbassänger inom Stockholms stad, men det ligger totalt 13 borsttvättar i närområdet/skärgården och fler är planerade. Det är ännu inte väl dokumenterat om och i så fall hur mycket plastpartiklar som kommer ut från en borsttvättanläggning, men om merparten av båtarna hålls skrovrena eller enbart målas med hård bottenfärg (t ex epoxi) och sedan tvättas i borsttvätt så minskar sannolikt mikroplastbelastningen sannolikt avsevärt jämfört med om båten målas med traditionell biocidfärg och skrapas/slipas årligen. Det finns dessutom olika typer av borsttvättar där en del har slutna system och andra mer öppna system där den slutna varianten är att föredra. Det är också viktigt att enbart skrovrena båtar eller båtar målade med hård färg tvättas.

5.3.3 Kommersiella fartyg och skärgårdsbåtar

Stockholm ligger vid vattnet och transporter av både passagerare och gods sker dagligen med båt. Årligen anlöper drygt 3 600 färjor, kryssningsfartyg, lastfartyg och skärgårdsbåtar till kajerna runt staden (Winnes & Parsmo 2018). Passagerartrafiken till Stockholms Skärgård är uppdelad på ett 50-tal rederier med totalt ca 150 fartyg. Dessutom finns en rad fartygs- och skeppsföreningar som har ett stort antal fritidsfartyg (>300) i och kring Stockholm. Många av dessa färjor och fartyg med hemmahamn i Stockholm genomgår underhåll i något av de tre kommersiella varven i Stockholm. De flesta fartyg har ett underhållsintervall på 3-5 år.

Underhåll av fartyg på varv

Det finns tre större varv inom Stockholms Stad, där Stockholm Reparationsvarv (SRVAB) är det största med ca 50 större fartyg som dockas per år (Figur 11). På SRVAB genomförs blästring av fartygsskrov med sand och vatten, och de sprayar en vattendimma över för att minska spridning av partiklar vid underhållsarbetet (Oldén, Stockholms Miljöförvaltning 2018). Allt synligt avfall sopas upp och tas om hand. Efter att en storskalig sanering av marken på Beckholmen som genomfördes 2011-2012, installerades sedan ett par år tillbaka ett reningssystem med filter på dockornas utgående vatten till dagvattenbrunnar (Röberg 2018, pers. komm). Dock finns inga data tillgängliga på hur effektiva dessa filter är för att undvika utsläpp av partiklar till omgivande vattenmiljöer, men arbetet är under utveckling och optimering behövs fortfarande då nuvarande filtersystem sätter igen för snabbt (Röberg 2018, pers. komm.). Även Mälarvarvet och Beckholmens Dockförening klassas som varv enligt Stockholms Stad. På Mälarvarvet genomförs ca 60 reparationer per år. Där finns ingen docka, utan en slip som mindre fartyg kan halas upp på. Där genomförs vattenblästring och vattnet samlas då upp i en ränna från vilket det går genom en filteranläggning innan det återförs till havet. Dock finns ingen skyddsanordning för att minska spridning av eventuella partiklar med vinden till närområdet. Vid Beckholmens Dockförening görs drygt 30 underhållsarbeten per år. I denna docka görs inga blästringsarbeten eller sprutmålning och färgrester från underhålls-arbetet sopas upp innan dockan vattenfylls igen. I dagsläget har de ingen reningsanläggning på utgående vatten från dockan. Dockportarna är inte helt täta och vatten som läcker in pumpas ut utan rening. När fartyg dockat in och dockportarna stängts pumpas vattnet ut utan föregående rening.



Figur 11. De större varven på Beckholmen (t.v.) och Mälarvarvet (t.h.) (källa: Google Maps)

5.3.4 Potentiella utsläpp av mikroplaster från fritidsbåtar i Stockholms stad

Då det till stor del saknas data för att kunna beräkna hur mycket mikroplast som frigörs från båtbottnfärger vid användning, så har vi istället gjort beräkningen utifrån hur mycket som potentiellt skulle kunna släppas ut vid underhållsarbete, baserat på de data vi har om färgers uppbyggnad och antagandet att alla fritidsbåtar underhålls årligen, samt antagandet att uppsamlingen av färgrester från underhåll är undermålig eller saknas.

För fritidsbåtar har vi räknat ut hur mycket båtbottnfärg som målas på samtliga fritidsbåtar i Stockholms båtklubbar baserat på en genomsnittlig färgvolym för fritidsbåtar (OECD 2005) samt uppskattat plastinnehåll (5-10%). Baserat på 20 tillåtna båtbottnfärger för Östkusten (Sverige) på Kemikalieinspektions hemsida 2018, har en genomsnittlig procentsats av plastkomponenter uppskattats till 6 vikt%, men kontakt med färgproducenter samt tidigare publikationer som nämner även något högre andel ledde till att det valda intervallet använts. Sedan har vi antagit att 10-50 vikt% av båtbottnfärgen försvinner årligen vid underhåll, även om detta kan vara relativt högt räknat och variera mellan olika underhållsmetoder och färger (Lassen m.fl. 2015). Resultaten av beräkningen finns i Tabell 16. Totalt uppskattas att 157-1565 kg plastkomponenter frisätts från fritidsbåtar vid underhåll per år, men hur mycket som kommer ut i naturen beror på underhållsmetoden som båtägaren väljer eller har tillgång till. Den stora spridningen i uppskattningen beror på osäkerheten, dels av mängden plastkomponenter som färgerna innehåller (5-10 %), dels på uppskattade mängd färg som lossnar vid underhåll (10-50 %). Dessutom saknas kunskap om hur stor del av detta som frigörs i form av mikroplaster. Sannolikheten är dock stor att även större partiklar bryts ner med tiden och bidrar till mikroplastförekomsterna.

Tabell 16. Uppskattat plastinnehåll är baserat på genomsnittligt plastinnehåll (av främst polyakrylater, klorpolymerer samt alkyder) i 20 båtbottnfärger för fritidsbåtar som finns i KEMIs produktregister och som är tillåtna på svenska ostkusten (Örskär-Trelleborg) 2018 (och även på västkusten).

Fritidsbåtar		Källa/info
Antal fritidsbåtshamnar	84	Stockholms stad
Antal båtar	8944	Stockholms stad
Antal uppställningsplatser	7011	inkl båtklubbar & mindre varv
Färg målad per båt (L)/säsong	2.5L (3.5kg)	OECD (2005)
Underhållsintervall	årligen	Båtlivsundersökningen 2015
Plastinnehåll i färgen (vikt%) (totalt 10-20% bindemedel)	5-10%	Kemikalieinspektionen 2016, Boero Group
Uppskattad plast som avges under färgens livslängd	10-50%	Lassen m.fl. 2015
Mängden plast i färgen som målas på båtskrov i Stockholm per år*	1565-3130 kg	*om alla båtar målas årligen
Mängd plast som lossnar från skroven vid underhåll (10-50%) per år**	157-1565 kg	Baserat på Lassen m.fl. 2015 samt övrig information ovan från Stlm Stad

5.3.5 Potentiella utsläpp av mikroplaster från kommersiell sjöfart i Stockholms Stad

Enligt OECD (2009) är uppskattningen att cirka 6 % av ytskyddsfärgen på fartyg hamnar i havet under färgens livslängd. I denna uppskattning ingår spill vid målning, slitage under användning samt utsläpp vid underhåll och slipning. Dessutom förväntas 5 % spridas till mark på varvet. Dessa faktorer förutsätter emellertid en 90%-ig effektivitet vid spraymålning och blästring, vilket rapporten föreslår är representativt för europeiska varv. Vad gäller båtbottnfärger så föreslår OECD (2005) att ca 30 % av färgen lossnar vid underhåll, och detta har använts i beräkningen här. Baserat på information från varven samt ett antagande om frisättning av färgpartiklar enligt ovan (11 % från ytskyddsfärger och 30% från båtbottnfärger) och ett plastinnehåll i färgen på 10-20 %, så landar den totala uppskattningen av plastpartiklar på totalt ca 512-1025 kg per år från underhållsarbetet i de större varven (Tabell 18). Då det saknas information om mängden ytskyddsfärg som används vid två av varven, är totala mängden färg som används troligen något underskattad.

Tabell 17. Underhåll inom sjöfart. Uppskattat plastinnehåll är baserat på genomsnittligt plastinnehåll (av främst polyakrylater, klorpolymerer samt alkyder) i 15 fartygsfärger (antifouling) som finns i KEMIs produktregister och som kan användas i svenska vatten.

Varv för kommersiella och större fartyg	Stockholms Reparationsvarv (SRVAB)	Mälarvarvet	Beckholms Dockförening
Antal reparationer per år (2017)	~50 (fartyg 15-150m)	60 (yrkestrafik och privata båtar)	33
Färgåtgång (L) per fartyg vid målning (AF + ytskydd)	200 L + 60 L	10 L	10 L (antagande)
Uppskattat plastinnehåll i fartygsfärg (Kemikalieinspektionen 2018*, Boero Group färgproducent)	10-20%	10-20%	10-20%
Uppskattad färg som frisätts vid underhåll av fartyg	(11% ytfärger, 30% AF färger)	(11% ytfärger, 30% AF färger)	(11% ytfärger, 30% AF färger)
Underhållsintervall	Ca var 3-5:e år	Ca var 3-5:e år	Ca var 3-5:e år
Underhållsaktiviteter	Blästring med sand och vatten, målning	Vattenblästring, målning	Ingen blästring eller sprutmålning tillåten
Reningssystem på utgående vatten	Ja. Installerat filter på utgående vatten från dockan till dagvattenbrunnar	Ja. Reningsanläggning som tar upp tungmetaller (torvbaserad)	Nej. Ingen reningsanläggning. Färgrester sopas upp.
Uppskattad mängd färg som målas vid underhållsarbete i varven inom Stockholms stad	18200 kg/år	900 kg/år	495 kg/år
Uppskattad mängd plast som potentiellt frisätts till omgivningen vid underhåll (om rening saknas).	466-932 kg	30-60 kg	16-33 kg

5.3.6 Kunskapsbrister

Vad gäller båtbottnfärger, saknas det information om hur mycket plastpartiklar som läcker ut från ett båtskrov under tiden den befinner sig i vattnet, eftersom allt arbete hittills enbart har fokuserat på biocidläckaget (OECD 2005). Även om uppskattningar av tiden som fartyg och fritidsbåtar befinner sig i vattnen kring Stockholm kan göras (för fartyg, se exempelvis Winnes och Parsmo 2018), är det i dagsläget omöjligt att uppskatta hur mycket plastpartiklar som frisätts, eftersom data

saknas på hur färgerna frisätts och hur båtarna används. Den stora variationen av olika typer av färger med olika matriser och frisättningssegenskaper försvårar möjligheten att dra några generella slutsatser. En annan fråga berör hur slitaget av färgen förändras med tiden. I dagsläget genomförs generellt årligt underhåll av båten där delar eller hela båtskrovet målas om. Om man istället i framtiden väljer hårda biocidfria färger är det möjligt att färre partiklar frisätts. Hur dessa hårda färger påverkas av högtryckstvätt och hur det kan bidra till mikroplastpartiklar återstår dock att undersöka.

Lite är känt om den faktiska storleksfördelningen av partiklar som kommer av båtskrov och deras öde. Partiklarna eller de enskilda polymererna kan vara i nano- eller mikroskalan, plasten som kommer från slitaget av båtbottnfärger är antagligen mindre än mikroplast och kan också vara utformade för att hydrolysera. Här krävs fler studier för att klargöra vilka typer av partiklar som frisätts från båtar och i vilken omfattning det faktiskt sker. En vetenskaplig undersökning av mikroplaster i vattnet i fritidsbåtshamnar genomfördes nyligen av Göteborgs Universitet på uppdrag åt Havs- och Vattenmyndigheten och kommer att publiceras under juni 2018. Resultaten från den rapporten kan eventuellt bidra med fler åtgärdsförslag för att minska spridningen av mikroplaster i fritidsbåtshamnar. Dock har ingen hittills kvantifierat mängden mikroplaster som frisätts från färgerna vid underhåll eller hur de har ackumulerats i jordlager eller sediment.

5.3.7 Åtgärder

Utsläpp av mikroplaster från båtbottnfärg identifierades ursprungligen som en av de större källorna av utsläpp av mikroplast i Sverige (Magnusson m.fl. 2016). Naturvårdsverket gjorde senare en bedömning att utsläppen var betydligt mindre, men att det fortfarande bidrog till mikroplastförekomster (Naturvårdsverket 2017). Även om båtbottnfärg sannolikt står för en relativt liten del av de totala mikroplastutsläppen i Sverige, har Havs- och vattenmyndigheten och Naturvårdsverket bedömt att det ändå finns skäl att arbeta för att minska dessa utsläpp. Detta både för att det finns risk för att mikroplaster ackumuleras vid platser för båtunderhåll och för att färgflagorna och plastpartiklarna från skrov och underhållsverktyg sprids direkt till havet. Dessutom innehåller båtbottnfärgerna ofta giftiga ämnen som i sig är en anledning att minska utsläppen.

Fritidsbåtar

En av de absolut viktigaste åtgärderna för att minska spridningen av färgrester från båtunderhåll är en aktiv tillsyn som upplyser om riskerna med allt båtunderhåll och som vidtar åtgärder om reglerna om att miljön ska skyddas inte följs. Detta skulle innebära att en intensifierad tillsynsinsats görs under vår och höst när båtägarna arbetar med båtarna.

I Stockholm ligger stort fokus idag på att fasa ut användningen av giftiga båtbottnfärger och avlägsna gamla färglager (målet är "biocidfria skrov till 2020"). Däremot saknas en djupare diskussion kring vilka underhållsmetoder som kan vara lämpliga att tillåta även i framtiden för att undvika läckage av mikroplaster och färgflagor, även när biocidfärgerna har fasats ut. Det är troligt att underhåll med högtryckstvätt kommer att förbli vanligt men det saknas information om hur denna metod påverkar färgfilmen. För de båtklubbar som ligger utåt Östersjön till användningen av biocidfärger troligen fortsätta, trots att det finns biocidfria alternativ som har visat sig fungera mycket bra (ex borsttvättar och skrovdukar) (CHANGE 2018). Här krävs fortsatt arbete och information om hur underhållet av båtar kan göras mer miljövänligt, genom att minska spridningen av partiklar och biocider från färgrester.

Att se över möjligheter till att stötta förbättringar av infrastrukturen i båtklubbarna kunde vara ett sätt att minska risken för framtida spridning av mikroplaster. Till exempel genom att erbjuda möjligheter till finansiering/bidrag för att köpa in e.g. industridammsugare med passande båtskrapor som kan fånga upp färgflagor utan risk att vinden drar med sig partiklar och färgflagor vid underhåll. Det finns även andra miljöinnovationer som fokuserar på att återvinna allt högtrycksvatten, kan vara värda att utvärdera vidare. Genom att se över möjligheter att underlätta för båtklubbar att erbjuda fler båtplatser på trailer/land, minskar behovet för rengöring av skrov och slitage på färgytan. En viktig del i arbetet är att öka tillsynen på båtklubbarna samt informationskampanjer för att se till att klubbarnas medlemmar förstår varför regler och miljöpolicy dokument har tagits fram.

Ett annat problem är att det idag saknas standardiserade metoder för att kvantifiera mikroplaster i vattenprover från spolplattor mm. Detta gör det svårt för producenter att förbättra sina reningstekniker eftersom de inte vet hur väl filtren tar upp partiklar i dagsläget. Ett alternativ är också att utvärdera möjligheten att samla in allt vatten från spolplattan och skicka till industriell rening, så som Heleneborgs båtklubb har gjort, även om det medför en del ökade kostnader. Forskning pågår för att ta fram standardiserade metoder för att mäta mikroplaster.

Kommersiell sjöfart

Trots att miljöarbetet har intensifierats vid de tre kommersiella varven i Stockholm under de senaste åren finns möjligheter att följa upp miljöarbetet inom de kommersiella varven för att säkerställa att installerade reningssystem fungerar på SRVAB och Mälarvarvet, ex. genom regelbundna mätningar av utgående vatten. Vad gäller Mälarvarvet, bör rutinerna kring uppsamling av färgpartiklar under slipning ses över för att säkerställa att inte partiklarna sprids utanför slipens område med vinden. På Beckholmens Dockförening saknas i dagsläget rening på det utgående vattnet. Här bör man se över olika lösningar för att minska risken för utsläpp av färgrester till omgivande vattenområde. Genom att sopa försvinner en del material men andra tekniker krävs för att fånga upp mikroplaster effektivt.

5.3.8 Andra möjliga mikroplastkällor kopplade till båtverksamhet

Plastskräp och plastprodukter som bojar och rep gjorda av polyester, polypropen, polyamid och nylon, kommer med tiden att brytas ner till mikroplast när de ligger vid vattnet. Partiklar från sådana produkter har identifierats i vattenprover (Norén m.fl., 2014). Lite är dock känt om nedbrytningshastigheten och i vilken utsträckning detta påverkar produkterna, innan de kasseras. En inventering av mängden plastutrustning som används i havet och hur de slits skulle vara värdefullt för att bedöma betydelsen av denna källa till mikroplaster. I dagsläget saknas information om hur mycket sådant material som används inom Stockholms stad, och har således inte kunnat kvantifieras. Bojar i Sverige är vanligen gjorda av mindre spröda material än polystyren, såsom PVC som inte lätt skadas genom nötning. Även flytbryggor med flytblock av polystyren kan potentiellt bidra till frisättning av mikroplaster, men många tillverkare satsar på system där flytblocket har en skyddande hölje av hårdplast som skyddar mot slitage. Åtgärder för dessa källor inkluderar att ersätta tampar och rep oftare för att minska slitaget och spridningen av mikroplaster samt att överväga ökad användning av hampa eller andra naturmaterial som redan finns på marknaden.

5.4 Sammanfattning av källor till mikroplast i Stockholms stad

De största källorna till mikroplast som har kvantifierats är väg- och däckslitage, tvätt av syntetfibrer, och konstgräsplaner, men även nedskräpning på allmänna ytor och i byggprocessen bedöms vara stora källor till mikroplast trots att de inte kan kvantifieras. Osäkerheterna baseras på expertbedömningar dels av de indata som har använts till beräkningarna och dels av den relativa storleken av ej kvantifierbara källor. Spridningsvägarna avgör tillsammans med källornas storlek hur stor påverkan respektive källa kan ha på miljön, vilket diskuteras vidare i kommande avsnitt.

Även om det finns osäkerheter i en stor del av data som utgör underlag för de olika källorna till mikroplast, har flera källor kunnat kvantifieras för Stockholms stad. Information och data som tillhandahållits av Stockholms stad har här varit till stor hjälp. I Tabell 18 nedan redovisas tillförseln av mikroplast från samtliga källor som tagits upp i rapporten. Här presenteras också en bedömning av de olika källornas storlek, samt en gradering av osäkerheten i de underliggande data för bedömning av respektive källa.

Tabell 18. Sammanfattning av källor till mikroplast. Kvantifierad belastning anges där det varit möjligt. Kvalitativ bedömning anges med intervallen Liten (ca <5 ton/år), Medel (ca 5- 100 ton/år), Stor (ca >100 ton/år). Osäkerhetsbedömning av respektive källas omfattning anges med prickar; grön=liten, gul=medelstor, röd=stor osäkerhet.

Källa	Belastning mikroplast [ton/år]	Kvalitativ bedömning av källans storlek	Osäkerhet
Däckslitage	540	Stor	
Nedskräpning,	ej kvantifierbar	Stor	
Byggnader och byggprocessen,	ej kvantifierbar (nedskräpning, plasttak) 0,037 (plaströr slitage)	Medel	
Tvätt av syntetfiber	1,2 - 96 (hushåll) 0,02 - 1,1 (kommersiell)	Medel	
Konstgräsplaner och liknande aktivitetsytor	50-60	Medel	
Vägfärg	15-30	Medel	
Kosmetiska produkter	0,99 – 2,05 (ej för avsköljning) 1,31 – 1,45 (avsköljningsprodukter)	Liten	
Båtbottenfärger (fritidsbåtar resp. fartyg)	0,16 – 1,57 resp. 0,51 -1,03	Liten	
Tvätt- disk – och rengöringsprodukter	0,348 – 0,367	Liten	
Deponier	ej kvantifierbar	Liten	

Biologiskt avfall	ej kvantifierbar	Liten	
Lekplatser, skolor och förskolegårdar	ej kvantifierbar	Liten	
Klottersanering,	0*	Liten	
Industriell produktion och hantering av primärplast,	0*	Liten	

*Enligt IVLs kännedom är detta inte en källa till mikroplast i Stockholms stad

6 Spridningsvägar av mikroplast

6.1 Transport från landbaserade källor

Utsläpp från källorna som har beskrivits i ovan avsnitt, transporteras vidare antingen direkt till recipienterna, eller via någon spridningsväg. De huvudsakliga spridningsvägarna som beskrivs nedan är avloppsvatten, avloppsslam, dagvatten, snöhantering, deposition från luft. Utöver dessa beskrivs sandsopning och sandupptag som en spridningsväg. I Figur 12 illustreras vilka källors utsläpp som transporteras via vilken spridningsväg och vilka recipienter som spridningsvägarna leder till.

Källa	Spridningsväg		Recipient
Matavfall	Rötning biogödsel		Jordbruksmark
Däckslitage och vägfärg	IN avloppsreningsverk	Slam avloppsreningsverk	Jordbruksmark
Nedskräpning		UT avloppsreningsverk	Gruvdeponi
Byggnader och byggprocessen			Vattenförekomster
Konstgräsplaner och liknande aktivitetsytor			
Tvätt av syntetfiber	Dagvatten		
Kosmetiska produkter			
Tvätt- disk – och rengöringsprodukter	Snöhantering		
Däckslitage och vägfärg,			
Nedskräpning,			
Byggnader och byggprocessen,			
Konstgräsplaner och liknande aktivitetsytor,			
Däckslitage, vägfärg, konstgräsplaner			

Deponier	Lakvatten	
Båtbottenfärger (fritidsbåtar resp. fartyg)	Direkta utsläpp	
Däckslitage och vägfärg	Luft deposition	
		Tillbaka till mark, dagvatten, avloppsreningsverk

Figur 12. Illustration över källor, spridningsvägar och recipienter.

6.1.1 Utsläpp från kommunala avloppsreningsverk (KARV)

Kommunala avloppsreningsverk, KARV, i Stockholm tar emot avloppsvatten från hushåll, butiker, kontor etc., och även dagvatten och avloppsvatten från industrier. Stockholms stads avloppsledningsnät är utbyggt med såväl kombinerat (där dagvatten och spillvatten rinner i samma ledning) som duplicerat system (separata ledningar för dagvatten respektive spillvatten). Den totala längden spillvattenförande ledningar är 1 533 km och inom duplicerade områden finns 831 km dagvattenledningar (Stockholm Vatten och Avfall; Miljörapport 2016). Avloppsvattnets ursprung har stor effekt på förekomst och karaktär av mikroplastpartiklarna.

De flesta plastpartiklarna i inkommande avloppsvatten avskiljs från vattnet i avloppsreningsverken och släpps därför inte ut i recipienterna (Magnusson och Wahlberg 2014, Magnusson och Norén 2014). Stockholm har två avloppsreningsverk Henriksdal och Bromma som tillämpar mekanisk, kemisk och biologisk rening samt extra kvävereduktion. I reningsverk som är utrustade med biologisk och kemisk behandling av avloppsvatten, har reningseffektiviteten (= andelen partiklar som fanns i avloppsslammet) uppmätts till >98% för partiklar > 300 µm och ~ 90 % för partiklar > 20 µm beräknat på *antalet* partiklar. Omräknat till reningseffektiviteten baserat på vikt av partiklar visade sig ge liknande resultat: ~ 98% för mikroplast > 300 µm och ~ 85% när partiklar ned till 20 µm inkluderas. I reningsverk med endast mekanisk behandling har retentionen av mikroplast visat sig vara försumbar (Magnusson m. fl. 2016b). Med reservation för viss osäkerhet i reningseffektiviteten så har intervallet 80-98 % rening använts i beräkningarna.

Beräkningar av mängden mikroplast-partiklar från dominerande primära källor i avloppsvatten från hushåll och kommersiell tvätt i Stockholms stad redovisas i respektive avsnitt i kapitel 3; Mikroplast i tvätt- disk- och rengöringsprodukter, kosmetiska produkter, och tvätt av textilier. Belastningen i inkommande avloppsvatten har beräknats med hjälp av statistik över populationen i Stockholm och summeras i Tabell 19. Mängden mikroplast som härstammar från kosmetiska och kemiska produkter samt tvätt av textilier, har beräknats baserat på dagens användning av mikroplast i kosmetiska produkter innan ett förbud mot användning av mikroplast i kosmetiska produkter avsedda för avsköljning har trätt i kraft. Det finns ännu inga tillförlitliga uppgifter om innehåll av mikroplast i dagvatten eller industriellt avloppsvatten som behandlas i avloppsreningsverk. Totalt bidrar populationen i Stockholm till en belastning med utgående avloppsvatten på maximalt 20 ton mikroplaster årligen (Tabell 19).

Tabell 19. Summering av bidrag från hushåll och kommersiell tvätt från Tabell 5, Tabell 6 och Tabell 7 till totalt inkommande avloppsvatten och beräknade resultat av totalt utgående avloppsvatten i Stockholms avloppsreningsverk.

Totalt IN Stockholm

Min

Max

hushållstvätt ton per år:	1	96
kommersiell tvätt ton per år:	0,02	1,1
tvätt- disk- och rengöringsprodukter ton per år:	0,3	0,4
kosmetiska produkter ton per år:	2,3	3,5
Summa mikroplaster IN ton per år	3,62	101
Reningsgrad %:	98	80
	Min [ton]	Max [ton]
Totalt UT Avloppsvatten	0,07	20

Motsvarande beräkningar av mängden mikroplast i inkommande avloppsvatten från vägar och däck samt konstgräsplaner är väldigt osäkra. Det beror på att det är osäkert hur stor del av mikroplasterna som hamnar i dagvattnet från dessa källor och även hur stor del som fastnar i ledningssystemet. Vi har här ändå räknat den maximala mängden mikroplaster som kan transporteras i avloppsvattnet till avloppsreningsverket för de ytor som är anslutna till kombinerade ledningsnät. Belastningen i inkommande avloppsvatten från däckslitage blev 223 ton/år och 3,7-7,4 ton/år från vägfärg (ca 25% av totala mängden beräknas gå till avloppsreningsverk, analogt med fördelning av däckslitage enligt Tabell 11), och från konstgräsplaner 19 ton/år. Motsvarande mängder i utgående avloppsvatten med (80-98% rening) skulle vara maximalt vara 2,8-28 ton från däckslitage samt maximalt 0,38-3,8 ton från konstgräsplaner (Tabell 20).

Tabell 20. Totalt inkommande avloppsvatten och beräknade resultat av totalt utgående avloppsvatten i Stockholms avloppsreningsverk.

Totalt IN avloppsvatten	Min	Max
Däckslitage [ton/år]	223	223
Vägfärg [ton/år]	3,7	7,4
Konstgräsplaner [ton/år]	19	19
Reningsgrad %	98	80
Totalt UT Avloppsvatten [ton/år]	Min [ton/år]	Max [ton/år]
Däckslitage och vägfärg	2,8	28
Konstgräsplaner	0,38	3,8

Mängden mikroplast från hushåll och kommersiell tvätt som släpps ut från de enskilda avloppsreningsverken Henriksdal respektive Bromma avloppsreningsverk har beräknats genom att vikta total utgående mängd mikroplaster i Stockholm med total population i Stockholm år 2016 och antal anslutna till respektive avloppsreningsverk år 2016. Totalt antal anslutna personer (1 184 632 personer, SVOA 2017) överstiger populationen i Stockholm (935 619 personer, SCB officiell statistik) eftersom vissa kranskommuner är helt eller delvis anslutna till Stockholms avloppsreningsverk därför blir totala summan mikroplaster större i Tabell 21 än i Tabell 19. Beräkningarna visar att från dagens (år 2016) användning av kemiska och kosmetiska produkter samt tvätt av textilier släpps maximalt 18 ton mikroplaster ut med renat avloppsvatten från Henriksdal och 8 ton mikroplaster från Bromma årligen (Tabell 21).

Tabell 21. Beräknad mängd mikroplast av bidrag från hushåll och kommersiell tvätt som släpps ut från Henriksdals respektive Bromma avloppsreningsverk.

Avloppsreningsverk	Min [ton]	Max [ton]
Henriksdal UT	0,07	18
Bromma UT	0,03	8

Siffrorna som presenteras för avloppsvatten bygger på antagandet att allt avloppsvatten passerar genom rörsystem och ARV med tillräcklig hydraulisk kapacitet och väl fungerande kemisk och biologisk behandling. Detta är emellertid inte alltid fallet. Vid bräddningar överförs obehandlat eller måttligt behandlat avloppsvatten till recipienterna, vilket kan uppstå till exempel i samband med kraftiga regnfall eller pumphaveri, så kommer utsläppet av mikroplast temporärt att vara högre (se avsnitt Dagvatten och bräddningar).

6.1.1.1 Jämförelser med uppmätta data

Det är troligt att hushållstvätt och de kommersiella tvätterierna är de viktigaste källorna till syntetfibrer i avloppsvatten, men att beräknad mängd kan vara överskattad. År 2014 analyserades mängden syntetiska fibrer i inkommande avloppsvatten till Henriksdals avloppsreningsverk och den genomsnittliga koncentrationen från tre mätillfällen var 31 250 fibrer per m³ avloppsvatten (Tabell 22) (Magnusson and Wahlberg, 2014). Genomsnittligt flöde av avloppsvattnet till Henriksdal vid de tre provtillfällena var 11 520 m³ per timme. Om fibrerna antas ha samma diameter och densitet som i beräkningar för hushållstvätt och kommersiella tvätterier (fiberdiameter 10 – 20 µm, densitet 1,37 g per cm³) innebär det att vattnet innehöll 2,5 – 9,8 mg syntetfibrer per m³ eller 0,250 – 0,990 ton syntetfibrer per år. Vid tidpunkten för mätningarna var verket dimensionerat för 700 000 personekvivalenter, och vi gör uppskattningen att det också var 700 000 personer anslutna till det. Omräknat till det aktuella invånarantalet i Stockholm, 935 619 personer, skulle det bli 0,330 – 1,325 ton syntetfibrer per år (Tabell 22). Det är betydligt lägre än högsta beräknad mängd i inkommande avloppsvatten (1,02-97,1 ton/år,), vilket indikerar att mängden mikroplast som belastar inkommande avloppsvatten ifrån hushållstvätt och kommersiell tvätt troligen är närmare den lägsta beräknade belastningen än den högsta.

Tabell 22. Mängden syntetfibrer i inkommande avloppsvatten till kommunala avloppsreningsverk (KARV).

Antal syntetfibrer i inkommande vatten till ARV 31 250 fibrer per m³

Vikt av syntetfibrer i inkommande avloppsvatten till ARV¹ 2,5 – 9,8 mg per m³

Årligt inflöde av syntetfibrer via avloppsvatten till Henriksdal 0,250 – 0,990 ton per år
(700 000 personekvivalenter)²

Beräknat tillskott av mikroplast till avloppsvatten till 0,330 – 1,325 ton per år
avloppsreningsverk från hela Stockholms stad (935 619 inv.)

¹ Vikten är omräknad från antalet fibrer där lågt resp. högt värde baserat på att fibrernas diameter är antingen 10 µm eller 20 µm.

² Från Magnusson and Wahlberg, 2014.

6.1.1.2 Kunskapsbrister

Den enda tillgängliga data om mikroplast i avloppsvatten från kommunala avloppsreningsverk är bidraget från hushåll och verksamheter som producerar grått och svart vatten (butiker, kontor, idrottsanläggningar etc.) samt utomhusaktiviteter från vägtrafik och konstgräsplaner. Uppgifterna om mikroplast från kosmetiska och kemiska produkter måste betraktas som ganska tillförlitliga, medan uppgifter om bidraget från tvätt är mindre säkra. Trots stora osäkerheter indikerar resultaten att tvätt av textilier i synnerhet kan bidra mycket till mikroplast i avloppsvatten och ytterligare forskning skulle behövas för att säkrare kunna kvantifiera den källan. Husdamm har inte inkluderats i denna studie och är troligen en mindre källa, men ytterligare forskning är önskvärd.

6.1.1.3 Åtgärder

Screeningar vid nordiska och tyska avloppsreningsverk (Magnusson m fl., 2016; Magnusson och Wahlberg, 2014; Minton m fl., 2014; Norén m fl., 2016) har visat att reningsverk redan idag renar bort 95-100 % av antalet mikroplastpartiklar större än 300 µm från vattenfasen och mellan 70 till 99 % av partiklar större än 20 µm. På grund av de stora flödena är avloppsreningsverkens utgående vatten ändå en betydelsefull transportväg för mikroplast till havet. En återkommande miljöövervakning i avloppsvatten kan ge värdefull information om trender av mängder mikroplast som sprids i miljön.

En effektivare avskiljning i avloppsvattenreningen planeras i Stockholms stad genom att införa MembranBioReaktor (MBR) i Henriksdal och föra över avloppsvatten i en tunnel så att Bromma reningsverk kan stängas. Den absoluta merparten av partiklarna har överförts till slamfasen redan innan eventuella efterbehandlingar som skivfilter eller MBR. I de fall som efterbehandlingssteg finns bidrar de dock till ytterligare rening. Tester vid Hammarby Sjöstadsvärk av IVL Svenska Miljöinstitutet och Stockholm Vatten och Avfall inom det pågående MBR-pilotprojektet visade att MBR-processen avlägsnade mest mikroplaster av alla jämförda reningstekniker. Med en nominell porstorlek på 0,04 µm i de använda membranerna kan samtliga mikroplaster som faller inom den vanliga definitionen (partiklar mellan 1 µm och 5 mm) renas bort från avloppsvattnet.

6.1.2 Spridning av mikroplast från tvätt av textilier, samt kosmetiska och kemiska produkter via avloppsslam

Den stora andelen mikroplast som renas bort i avloppsreningsverken, hamnar i avloppsslammet. Slam från Henriksdals avloppsreningsverk används till att täcka gruvdeponin i Aitik, medan slam från Bromma avloppsreningsverk används till spridning på jordbruksmark. De mängder mikroplast som kan följa med slammet är beräknade med intervall beroende på osäkerheten i reningseffektiviteten i avloppsreningsverket (80-98%). Mängden mikroplast i slam som härstammar från kosmetiska och kemiska produkter samt tvätt av textilier, har beräknats baserat dels på dagens användning av mikroplast i kosmetiska produkter (inkl. kosmetiska produkter) och dels på potentiell mängd då ett förbud mot användning av mikroplast i kosmetiska produkter trätt i kraft (exkl. kosmetiska produkter). Dagens användning av mikroplast och tvätt av textilier ger upphov till mellan 3,2-72 ton mikroplast i slam från Henriksdal och 1,3-30 ton mikroplast i slam från Bromma varje år (Tabell 23). Den största mängden härstammar från tvätt av textilier. Kunskapen om effekter och eventuell transport av mikroplaster som sprids med slammet i miljön är väldigt begränsad idag enligt IVLs kännedom.

Tabell 23. Beräknad mängd mikroplast i slam från Henriksdal respektive Bromma avloppsreningsverk årligen (ton/år).

	Mikroplast i slam (Min, ton)	Mikroplast i slam (Max, ton)
Henriksdal UT	3,2	72
Bromma UT	1,3	30

6.1.2.1 Kunskapsbrister

Det skulle behövas fler studier för att undersöka eventuell transport av mikroplaster från jordbruksmark och undersöka om slam som läggs på gruvdeponi bidrar till spridning av mikroplaster till vattenmiljön. Det saknas vidare kunskap om eventuella effekter av mikroplaster i jordbruksmark, på marklevande organismer och vattenlevande organismer, endast ett fåtal studier finns i dagsläget som tyder på att det kan ske upptag i organismer (Horton m.fl. 2017). Ett flertal större forskningsprojekt pågår just nu, t.ex. BASEMAN, PLASTTOX, MICROPOLL, som bland annat syftar till att undersöka effekter på organismer.

6.1.2.2 Åtgärder

En effektivare avskiljning i avloppsvattenreningen planeras i Stockholms stad genom att införa MBR i Henriksdal och föra över avloppsvatten i en tunnel så att Bromma reningsverk kan stängas. Effektivare avskiljning innebär att halten mikroplast ökar i slammet från Henriksdal. Alla slamhanteringsmetoder som inkluderar användning av slam på mark medför därmed en spridning av dessa plastpartiklar och det finns ingen metod som kan avskilja plastpartiklar från slammet på ett kostnadseffektivt sätt. Den enda metoden som kan förstöra mikroplaster i slammet är en termisk behandling av slammet vilket innebär att slammet hettas upp så att mikroplasterna bryts ner.

6.1.3 Dagvatten

Dagvatten bildas när nederbörd som regn eller smältande snö rinner av hårdgjorda ytor. Eftersom dessa typer av ytor hindrar vattnet från att infiltrera i marken är det i stor utsträckning arealen hårdgjorda ytor som reglerar volymen och kvaliteten på dagvatten som avrinner i ett visst område.

Traditionellt har huvudfokus i dagvattenhantering varit att bortleda oönskat vatten i staden och förhindra översvämningar. Under 2000-talet har medvetenheten ökat om att dagvatten även är en transportväg för föroreningar, inklusive antropogena partiklar, till vattendrag, sjöar och hav. Dagvatten är därmed en viktig transportväg för mikroplast i den urbana miljön från, t.ex. vägar, konstgräsytor, bygg- och underhållsarbete, plastskräp, mm. Extrema nederbördsepisoder ökar inte bara volymerna dagvatten, de ökar också krafterna genom vilka mikropartiklar tvättas bort från belagda ytor, båda faktorer som leder till att fler mikroplasters transporteras med dagvattnet.

Dagvatten avleds antingen till det spillvattenförande avloppssystemet och behandlas i avloppsreningsverk (kombinerat system) eller i separata dagvattenrör (duplikatsystem) till recipient med eller utan föregående dagvattenrening.

Enligt SVOAs GIS-skikt över de tekniska avrinningsområdena i Stockholms stad, är 33% av stadens ytor kopplade till reningsverk.

SVOA har också gett projektet tillgång till GIS-skikt som beskriver stadens dagvattenanläggningar och tillrinningsområden till dessa. Dessa visar att av ytorna som inte är kopplade till reningsverk är 17 km² anslutna till någon form av dagvattenrening, motsvarande 14% av dessa ytor.

Ett examensarbete rörande avskiljning av mikroplast i dagvattendammar och våtmarker (Jönsson, 2016) visar på hög avskiljning, 90-100 %, för mikroplast >20 µm i denna typ av anläggningar.

Det finns mycket begränsad kunskap om mikroplast i dagvatten och det är inte möjligt att beräkna mängden mikroplast som transporteras i dagvatten baserat på utsläpp från olika källor. Projektet har därför gjort en grov uppskattning baserad på den genomsnittliga totala volymen dagvatten som årligen genereras i Stockholm enligt underlagsberäkningar i (Olshammar et al. 2015b). I en studie av koncentrationen mikroplast i dagvatten inkommande till några dagvattenanläggningar anges ett spann på 4-10 mikroplastpartiklar per liter (Jönsson 2016). Denna koncentration antas gälla även för dagvatten inom Stockholms stad. I brist på lokala mätningar tycker vi att detta antagande är rimligt för att få någon idé om vilka mängder det rör sig om, se Tabell 24.

Tabell 24. Mängden mikroplast i dagvatten i Stockholms stad. Uppgifterna är baserade på schabloner för partiklar 20-300 µm (Jönsson 2016).

Area Stockholms stad	189	km ²
Specifik avrinning	5.7	l/s, km ²
Uppmätt koncentration mikropaster i dagvatten	4 000 till 10 000	antal/m ³

(Jönsson R, 2016)

Total belastning mikroplast via dagvatten i Stockholms stad	136 *10 ⁹ till 340*10 ⁹	antal/år
Vikt av mikroplastutsläpp via dagvatten (antagande medeldiameter 300 µm och densitet 1 kg per dm³)		
Volymen av en partikel med diameter 300 mikrometer	1.4*10 ⁻¹¹	m ³
Volymen av samtliga partiklar	1.9 till 4.8	m ³ /år
Massan av mikroplastpartiklar i dagvatten	1.9 till 4.8	ton/år

Denna överslagsberäkning visar därmed att betydligt mindre mängder mikroplaster transporteras via dagvatten än vad uppströms källor indikerar, vilket skulle betyda att en liten del av mikroplasterna når vattenmiljön via dagvatten. Detta är dock en mycket skakig beräkning som enbart baseras på inkommande mikroplaster i ett storleksintervall och provtagningen utfördes tidsproportionellt och inte flödesproportionellt, vilket är viktigt när man analyserar föroreningar i dagvatten, då erfarenhet visar att den största belastningen av föroreningar via dagvatten uppkommer vid häftiga regn, sk first flush-effekter.

6.1.3.1 Kunskapsbrister

Det saknas kunskap om hur stor mängd och vilken typ av mikroplaster från vägar och däckslitage som sprids via dagvatten och bräddningar till recipienter och till avloppsreningsverk. Sedimentation kan ske av vissa former, storleks- och densitetsfraktioner vid lågt flöde vilka skulle kunna mobiliseras vid högre flöden. Klimatförändringens effekter på eventuell transport i ledningsnätet är oklart i dagsläget. För att uppskatta hur mycket mikroplastpartiklar som når ytvatten via dagvatten från olika källor krävs fler mätningar som beskriver partikelsammansättning och koncentrationer i dagvatten från olika urbana markanvändningsklasser. Det pågående VINNOVA-projektet Grön Nano har studerat detta men ännu inte publicerat några resultat. IVL föreslår därför att denna typ av undersökningar genomförs även i Stockholm för att få bättre och mer lokalt kunskapsunderlag.

6.1.3.2 Åtgärder

Lite är känt hur bra nuvarande dagvattenreningsanläggningar är på att avskilja mikroplast, men eftersom mikroplastpartiklar från främst bildäck och konstgräsytor har högre densitet än vatten är troligen avskiljningen god i dammar, våtmarker och skärmbassänger där volymen är tillräckligt stor för att sedimentering ska hinna äga rum. I ett examensarbete (Jönsson, 2016) har avskiljningen av mikroplast i dagvattendammar och anlagda våtmarker uppskattats till 90-100%, sett till antal.

IVL kommer inom Vinnova-projektet Grön Nano utvärdera olika nya dagvattenreningsanläggningars effektivitet avseende mikroplast, men ännu finns inget publicerat. Inom EU BONUS-projektet MICROPOLL håller IVL på och utvärderar olika typer av bräddvattenreningsutrustning för mikroplast.

De tekniker som kommer utvärderas är:

- Filtrering (Ultrafiltrering och Membranfiltrering)
- Utökad sedimentering

- Naturliga och konstruerade dammar och våtmarker
- Utjämningsbassänger

Viktiga designaspekter är kapacitet, starttid, drifttid, underhåll och utrymme.

En viktig aspekt att beakta är makroplast. Om reningsanläggningarna effektivt avskiljer makroplast minskas effektiv källan till sekundära mikroplaster i vattenmiljön. Slammet från anläggningarna bör då omhändertas så att det inte kan sprida mikroplaster till miljön.

6.1.4 Bräddningar

Bräddningar av avloppsvatten varierar mycket mellan olika år beroende på nederbördens storlek och intensitet. År 2016 var ett relativt "torrt" år, då det bräddade ca 297 000 m³ på ledningsnätet, varav den största volymen bräddade till olika delrecipienter i Mälaren och liknande volym bräddade till recipienter i Saltsjön (Tabell 25). Till små sjöar sker en mindre volym bräddning. Bräddad volym under år 2016 var ca 30 % lägre än under perioden år 2006-2015 då det bräddade 433 000 m³ i medeltal per år på ledningsnätet i Stockholm (SVOA 2016). I beräkningarna av mängd mikroplast som kan spridas via bräddning används medelvärde bräddad volym per år; 433 000 m³.

Tabell 25. Bräddningar (m³) på ledningsnätet år 2016, miljörapport 2016 (SVOA 2017).

Recipient	Summering m ³	Huvudområde	Summa m ³
01 Lövstafjärden			
02 Karlshäll	640		
03 Nockebysund	8 300		
04 Fittjaviken/Vårbyfjärden			
07 Klubbenområdet	110 000		
08 Ulvsundasjön*12	2 800		
09 Tranebergsområdet	1 600		
10 Riddarfjärden	24 000		
11 Karlbergskanalen**13	27 000		
12 Årstaviken m.fl.	1 500	Mälaren	~176 000
13 Hammarby sjö	6 500		
14 Hamnbassängen Väst	4 700		
15 Hamnbassängen Öst	90 000		
16 Nybroviken/Ladugårdsviken	4 200		
17 Djurgårdsbrunnsviken	-		
18 Lilla Värtan	14 000		
19 Brunnsviken	1 400	Saltsjön	~121 000
21 Bällstaån	-		
24 Judarn	300		
25 Lillsjön	-		
28 Långsjön	540		
30 Magelungen	10		
31 Drevviken	-	Småsjöar	~850
Totalt			~297 000

Avseende år 2012 genomfördes en utredning om bräddningar i Stockholm som bland annat redovisade hur stor volym som utgjorde spillvatten av total bräddad volym (Sweco 2014). År 2012 var ett relativt "blött" år då det bräddade 650 tusen m³, varav 59,2 tusen m³ utgjorde spillvatten, d.v.s. ca 9 % av bräddad volym. Även andelen spillvatten kan variera mellan olika år, men uppgiften 9 % används för att beräkna mängd mikroplast som kan spridas till recipienter i denna rapport i brist på andra uppgifter.

Ytterligare bräddning sker i bräddningspunkter vid Henriksdal (Tabell 26). Totalt bräddade 12 000 m³ orenat avloppsvatten i bräddningspunkterna vid Henriksdal år 2016, medan 3946 000 m³ genomgick någon form av rening (Tabell 26). Bräddvattnet i bräddningspunkten "UTLUT31 blandvatten" (bräddad volym 510 000 m³ år 2016) utgörs delvis av enbart mekaniskt/kemiskt renat avloppsvatten vilket ger sämre rening med avseende på mikroplast i jämförelse med biologisk rening och sandfilter. Eftersom det är oklart hur stor del som har genomgått biologisk rening så inkluderas hela volymen, 510 000 m³, med 50 % rening. Även i dessa bräddpunkter antas att enbart 9% av bräddvolymen består av spillvatten i brist på andra uppgifter.

Tabell 26. Bräddningspunkter vid Henriksdal, volymer bräddning år 2016 och reningssteg som dessa volymer genomgår (SVOA 2017, C. Wahlgren pers. kommentar)

Bräddningspunkter (namn enligt SVOA 2017)	Rening	Volym (1000 m ³)
Södermalmstunneln	helt orenat avloppsvatten	9
Station 15	helt orenat avloppsvatten	1
Sickla	helt orenat avloppsvatten	2
UTLUT31 biorenat	mekanisk/kemisk och biologisk rening (ej sandfilter)	21
UTLUT31 blandvatten	blandning mekaniskt/kemiskt renat med biologiskt renat avloppsvatten	510
Henriksdal	mekaniskt/kemiskt renat och sedan sandfilter (förbigång biologisk rening)	3230
Bromma	mekaniskt/kemiskt renat och sedan sandfilter (förbigång biologisk rening)	185

Beräkning av bräddad mängd mikroplaster från orenat avloppsvatten på ledningsnätet har baserats på bräddad volym under medelperioden 2006-2015 av total volym renat avloppsvatten 2016 (SVOA 2017) och andel spillvatten i bräddvatten från bräddutredningen 2012 (Sweco 2014), samt maximal mängd mikroplaster från hushåll och kommersiell tvätt i inkommande avloppsvatten enligt dagens (101 ton år 2016) produktanvändning och tvätt av textilier. Beräknad bräddad mängd mikroplaster är 0.028 ton per år och 0.068 ton per år bräddad mängd som genomgått någon form av rening (Tabell 27).

Tabell 27. Indata och beräknad mängd mikroplast från hushåll och kommersiell tvätt som sprids via bräddning av orenat avloppsvatten i Stockholms stad. (SVOA 2017, Sweco 2014)

Indata	Värde	Enhet
Total volym renat avloppsvatten Henriksdal 2016	93 400	1 000 m ³
Total volym renat avloppsvatten Bromma 2016	46 000	1 000 m ³
Summa total volym renat avloppsvatten 2016	139 400	1 000 m³
Bräddad volym på ledningsnätet medelperiod 2006-2015	433	1 000 m ³
Bräddad volym med rening vid Henriksdal (80-98% rening)	3946	1 000 m ³
UTLUT31 biorenat (80-98% rening)	21	1 000 m ³
Bräddad volym "UTLUT31 blandvatten" vid Henriksdal (50% rening)	510	1 000 m ³
Andel spillvatten 2012 i bräddvatten	9	%
Max mikroplast orenat bräddning	0,028	Ton
Max mikroplast delvis renat bräddvatten	0,068	Ton

6.1.4.1 Kunskapsbrister

Liksom för dagvatten, saknas kunskap om hur stor mängd och vilken typ av mikroplaster från vägar och däckslitage som sprids via bräddningar till recipienter. Klimatförändringens effekter på eventuell transport i ledningsnätet är oklart i dagsläget.

6.1.4.2 Åtgärder

Bräddning är en relativt liten källa till mikroplast till ytvattenförekomsterna i Stockholm, men med den globala uppvärmningen förväntas nederbörd i Skandinavien öka och dagvattnets inverkan kan därmed förväntas öka om inte förvaltningsstrategier implementeras. Det mest effektiva sättet att undvika bräddningar av avloppsvatten är att hantera dagvatten separat i dubbla system och se till att avloppssystemen är väl underhållna (täta) och att dränerings- och takvatten är anslutna till dagvattensystem. Genom att införa bräddvattenrening kan dessa utsläpp reduceras. Stockholms stad har under våren 2018 fått klartecken att arbeta vidare enligt planen med att dra avloppsvatten i ledningar från Bromma till Henriksdal, vilket kommer att bidra till minskade bräddningar genom bättre tätade ledningar och högre kapacitet.

6.1.5 Snöhantering

Stockholms stad har dispens via länsstyrelsen att vid behov dumpa upp till 800 000 m³ snö i Mälaren och Saltsjön på fastigheterna Kungsholmen 2:8, Norrmalm 3:42, Södermalm 10:34 samt

Ladugårdsgärdet 1:40 i Stockholms stad (beslut 566-20539-2016) . För dumpningen gäller följande villkor:

- Snömassorna ska ha lokalt ursprung, d.v.s. från Stockholms stads vinterväghållning.
- Dumpning får ske vid stora snöfall och när behov uppstår för att klara säkerhet och framkomlighet för samhällsnyttiga funktioner.
- Dumpning bör ske av företrädesvis nyfallen snö för att minska föroreningsrisken.
- Synligt skräp på marken ska avlägsnas innan snöröjning och dumpning sker.
- Om oljespill eller liknande sker ska omedelbara saneringsåtgärder utföras.
- Tippningstillfällena ska dokumenteras med datum, volym och från vilket område snön kommer. Dokumentationen ska sammanställas och sparas under 5 år.
- Tippning och kontroll av miljöpåverkan ska ske enligt kontrollprogram.
- Snö från de ytor där föroreningshalten kan förväntas vara som högst ska i första hand lagras på land.
- Tillfällig lagring av snö ska ske på platser där snön inte förorenas ytterligare.

Behovet att dumpa snö varierar mycket mellan åren, se Tabell 28 nedan.

Tabell 28- Tippade snömängder i kubikmeter 2009-2017 (Mail från Trafikkontoret, 2018):

Vinter	2016/2017	2015/2016	2014/2015	2013/2014	2012/2013
Norrmälarstrand	70 156	0	8 714	0	118 965
Värtan	90 089	0	16 411	0	147 368
Stadsgården	114 184	0	28 965	0	192 481
Blasieholmen	98 908	0	0	0	140 025
Totalt	373 337	0	54 090	0	598 839

Den mesta snön som inte kan ligga kvar i strängar eller lokalt, transporteras till landupplag i ytterstaden. Inga speciella krav på rening eller kontroll av smältvatten från dessa deponier finns.

6.1.5.1 Kunskapsbrister

IVL genomför inom VINNOVA-projektet Grön Nano mikroplastanalyser i urban snö, men det finns ännu inga publicerade resultat varför projektet i dagsläget inte kan kvantifiera denna transportväg. Förslagsvis undersöks snö som går till dumpning avseende mikroplast och tekniker för snörening utvärderas.

6.1.5.2 Åtgärder

Genom dumpning av snö tillförs vattenmiljön mikroplast och andra föroreningar i snön okontrollerat. Detta bör undvikas både genom att smältvatten från landdeponier renas innan det leds till recipient och genom att den snö som trots allt måste dumpas renas innan dumpning. I Oslo har de haft en snöreningсанläggning, vilken dock drevs av diesel, och det bör gå att utveckla en sådan för Stockholm som drivs med lågvärdig spillvärme.

6.1.6 Gatustädning/sandupptag

Svevia har i Stockholm upphandlats för att städa gatorna i områdena:

- Kungsholmen
- Östermalm
- Spånga-Tensta
- Rinkeby-Kista
- Enskede-Årsta- Vantör och del av Älvsjö

På dessa områden tar de årligen upp ca 8-10 000 ton sand. Väldigt lite går på deponi, mestadels återanvänds i vägbyggen, bullervallar, ledningsarbeten mm. Provtagning under flera år av sanden visar enligt Svevia att den inte innehåller något som hindrar användning.

Den andra entreprenören, PEAB, som Stockholm upphandlat för gatustädning av sand har ansvar för områden:

- Norrmalm
- Södermalm
- Hässelby/Vällingby
- Skärholmen, Hägersten/Liljeholmen

De har under våren 2018 sopat upp ca 10 000 ton sand från Stockholms gator. Sand från City och Västerort sorterar de själva och gör ny sand av medan sand från söderort körs till annan entreprenör som sorterar den och gör ny sand av. Inget går på deponi.

Stockholm stad använder ca 20 000-50 000 ton halkmaterial en normal vinter (Spångberg 2013, Bjerking 2012). Det innebär att det kan vara ett stort svinn av halkmaterial med potentiellt innehåll av mikroplast, eftersom maximalt ca 20 000 ton totalt samlas upp,

6.1.6.1 Kunskapsbrister

IVL håller på uppdrag av trafikkontoret i Göteborg på och analyserar mikroplastinnehåll i gatusand men det finns ännu inga publicerade resultat så IVL kan i dagsläget inte kvantifiera denna transportväg.

6.1.6.2 Åtgärder

Förslagsvis undersöks även gatusand i Stockholm avseende mikroplast och tekniken för sortering och återanvändning av sand utvärderas.

6.1.7 Nedfall (deposition) från luft

Små partiklar som bildas av vägtrafiken sprids även till luft och rapporteras vanligen uttryckt som halter PM10 och PM2,5 i luft, vilket motsvarar partiklar i storlek 10 och 2,5 mikrometer. Total emission av PM10 från vägtrafiken till luft i Stockholms stad rapporteras regelbundet av SLB och var år 2013; 590 ton per år. SLB håller precis på att sammanställa en ny rapport som avser år 2016. Den kommer att visa på 565 ton PM10 från vägtrafiken år 2016 och kommer att publiceras inom kort (Pers. kommentar Michael Norman SLB). Det är en liten överskattning då dubbdäckandelen i emissionsdatabasen är 50 % i innerstaden och 60 % utanför innerstaden. I verkligheten för 2016 så var det närmare 55 % utanför staden och 40-45 % i innerstaden (Källa: Östra Sveriges luftvårdförbunds emissionsdatabas).

Ett nordiskt samarbetsprojekt kallat NORTRIP har utvecklat en emissionsmodell för PM10. Denby m.fl. (2013) har publicerat resultat från modellkörningar som visar att ca 6-9% av PM10 emissionerna från vägtrafiken på Hornsgatan under 2006-2011 var däckslitage. Michael Norman, SLB, har kompletterat detta arbete med att köra modellen fram till och med år 2016 och fann då att däckslitage på Hornsgatan var mellan 6-7 % av vägtrafikens PM10 emissioner under perioden 2012-2016. Michael Norman påpekar vidare att detta gäller på Hornsgatan där det är en relativt liten del tung trafik (~5 %). Den tunga trafiken har större emissioner av däckslitage jämfört med den lätta, så på andra vägar är siffran högre. Det innebär att de totala beräknade emissionerna av däckslitage till luft från Stockholms stad troligen är underskattade. Enligt indata till NORTRIP modellen så är PM2.5 delen av däckslitage 10 % av PM10 delen (Michael Norman, SLB). Vi har vidare ansatt att andelen mikroplast är 60% av däckslitage enligt resonemang i avsnitt om vägar och däckslitage. Depositionen av däckslitage från luftburna partiklar från Stockholms stad har från ovan indata beräknats till 22-26 ton/år (Tabell 29)

Vindtransport av lokala PM10-partiklar i luften sker bara inom en radie på mellan 1- och 10-tals km (pers. kommentar Christer Johansson, Miljöförvaltningen). I Sverige dominerar västliga vindar vilket innebär att man kan förvänta sig att lokalt däckslitage som sprids som PM10 i luften deponeras delvis eller helt tillbaka på ytor i Stockholm stad, eller på recipienter som Mälaren och Östersjön. Vi har här antagit att depositionen av PM10 och PM2,5 är lika stor som emissionen (förenklat antagande föreslaget av Michael Norman). Vi kan inte beräkna fördelningen av depositionen på olika typer av ytor inom ramen för det här projektet, och kan därmed inte beskriva hur stor andel av depositionen som går direkt till vattenrecipienter och hur stor andel av depositionen som går tillbaka till Stockholms stads ytor (som leder till mark, odefinierat, avloppsreningsverk eller dagvatten). Därför har vi antagit att det totala däckslitage helt fördelas till utloppstyperna mark, odefinierat, avloppsreningsverk och dagvatten (enligt Tabell 11), trots att 22-26 ton/år av däckslitage alltså transporteras via luften.

Tabell 29. Indata, antaganden och beräknat resultat av emissioner av däckslitage till PM10 och PM 2.5 till luft år 2016, samt beräknad deposition av mikroplast från luft (ton/år) i Stockholms stad år 2016.

Data	Värde	Enhet
Total emission av PM10 år 2016	565	ton/år
Antagande	deposition=emission	
Andel däckslitage av total emission	6-7	%
Andel däckslitage i PM2,5 av PM10	10	%
Andel mikroplast i däckslitage	60	%
Mikroplast i deposition från luft totalt Stockholms stad	22-26	ton/år

Det är oklart om långväga lufttransport innehåller mikroplast i PM10 vilket skulle kunna vara ytterligare en källa till mikroplast i Stockholms stad. Dris m.fl. (2016) redovisade mätningar av mikroplast i deposition från luft i Frankrike. De visade att syntetiska fibrer utgjorde den största andelen av mikroplasterna i proverna, vilket indikerar att även andra källor än väg- och däckslitage eventuellt orsakar spridning av mikroplaster via luft.

6.1.7.1 Kunskapsbrister

Det saknas kunskap om långväga transporterat PM10 innehåller mikroplast i dagsläget och om det finns andra betydande källor till mikroplast i luft än vägtrafik.

6.1.7.2 Åtgärder

Åtgärder för att minska belastning från källan vägar och däckslitage ger miljövinster även för spridningsvägen luft. Utredning om effekter av miljözoner för personbilar som genomförs inom Stockholms stad 2018 är en intressant åtgärd som bör inkludera även spridning av mikroplaster. Stockholms stad har infört flera åtgärder för att minska partikelmängden i luften i innerstan, bland annat trängselskatt och dubbdäcksförbud på tre gator; Hornsgatan, Fleminggatan och del av Kungsgatan. Dubbdäcksförbudet har visat sig även ge en minskning av totala mängden trafik på speciellt Hornsgatan, som har bestått efter att förbudet har införts (SLB analys 2018). Trängselskatt gav också effekt, men trafiken i Stockholm har fortsatt att öka totalt för hela regionen trots begränsande åtgärder och ökningen följer till stor del av befolkningsökningen (Stockholms trafikkontor 2018). Helhetsperspektiv behövs vid bedömning av möjliga åtgärder av vägtrafikens påverkan där spridning av mikroplaster är en av aspekterna.

Sammanfattande diskussion och slutsatser om källor, spridningsvägar och åtgärder

Av de kvantifierbara källorna och spridningsvägarna har däckslitage beräknats vara den största källan som passerar genom spridningsvägarna dagvatten, slam, och avloppsvatten, men nedskräpning har kvalitativt bedömts vara en av de största källorna till mikroplast i miljön som också transporteras via dagvatten, slam och avloppsvatten (Tabell 30). Nedskräpning under byggprocessen har vi också bedömt vara en medelstor källa till dagvatten, avloppsvatten och slam, men det är stor osäkerhet i den bedömningen. Ytterligare stora källor var tvätt i hushåll som sprider syntetiska fibrer från slitage av textilier via avloppsvatten och slam, samt konstgräsplaner som transporteras via dagvatten, slam och avloppsvatten. Mängderna som har beräknats i detta uppdrag bedöms dock som relativt osäkra och troligen överskattade eftersom t.ex. kompaktering av konstgräsplanerna varit svår att uppskatta och studier av uppmätta mängder av syntetiska fibrer i inkommande avloppsvatten är jämförbara med de lägsta beräknade mängderna i detta uppdrag. Kunskapsbrister för varje källa och spridningsväg beskrivs i respektive avsnitt. Vägfärg var ytterligare en källa som beräknats vara medelstor på grund av relativt stor inköpt mängd

vägfärg i Stockholms stad i jämförelse med inköpt mängd som användes i beräkningar på nationell nivå (Magnusson m.fl. 2016b).

Tabell 30 Sammanfattning av spridningsvägarna till mikroplast. Kvantifierad belastning anges där det varit möjligt. Kvalitativ bedömning anges med intervallen Liten (ca<5 ton/år), Medel (ca 5- 100 ton/år), Stor (ca >100 ton/år). Osäkerhetsbedömning av spridningsvägens kvantifiering och/eller kvalitativa storleksbedömning anges med prickar ; grön=liten, gul=medelstor, röd=stor osäkerhet.

Spridningsväg	Källa	Belastning mikroplast genom spridningsvägen [ton/år]	Kvalitativ bedömning av källans/spridningsvägens storlek	Osäkerhet
Dagvatten	Däckslitage	324	Stor	
	Nedskräpning,	Ej kvantifierbar	Stor	
	Byggnader och byggprocessen	Ej kvantifierbar	Medel	
	Konstgräsplaner	32	Medel	
	Vägfärg	9 - 18	Medel	
	Fallskyddsytor och andra artificiella sport- och lekytor	Ej kvantifierbar	Liten	
Slam avloppsreningsverk	Däckslitage	107-131	Stor	
	Nedskräpning	Ej kvantifierbar		
	Byggnader och byggprocessen	Ej kvantifierbar		
	Tvätt av syntetfiber	0,8-95		
	Konstgräsplaner och liknande aktivitetsytor	15-19		
	Vägfärg	3-7,3		
	Kosmetiska produkter	1,8-3,4		
	Tvätt- disk – och rengöringsprodukter	0,3-0,4		
	Fallskyddsytor och andra artificiella sport- och lekytor	Ej kvantifierbar		
UT avloppsreningsverk	Däckslitage	2,7-27	Medel	

	Nedskräpning	Ej kvantifierbar		
	Byggnader och byggprocessen	Ej kvantifierbar		
	Tvätt av syntetfiber,	0,02-19		
	Konstgräsplaner och liknande aktivitetsytor	0,38-3,8		
	Vägfärg	0,07-1,5		
	Kosmetiska produkter	0,05-0,7		
	Tvätt- disk – och rengöringsprodukter	0,01-0,1		
	Fallskyddsytor och andra artificiella sport- och lekytor	Ej kvantifierbar		
Direkta utsläpp	Båtbottenfärger (fritidsbåtar resp. fartyg)	0,16 – 1,57 resp. 0,55 - 1,03	Liten	
Jordbruksmark	Biologiskt avfall	ej kvantifierbar	Liten	
Lakvatten	Deponier	ej kvantifierbar	Liten	
Deposition luft	Däckslitage	22-26	Medel	
Snöhantering	Däckslitage, Nedskräpning, vägfärg, konstgräsplaner, fallskyddsytor och andra artificiella sport- och lekytor	ej kvantifierbar	Medel	

Naturligtvis behöver spridning av mikroplaster åtgärdas vid källorna genom uppströmsarbete, men det behövs även åtgärder för att begränsa spridningsvägarna av mikroplast som skapar "barriärer" till skydd för miljön, t.ex. genom att införa reningssteg där det saknas idag. Det finns dock fortfarande kunskapsluckor om hur effektiva vissa reningstekniker kan vara, vilket beskrivits i avsnitten vid respektive spridningsväg. De mest kostnadseffektiva åtgärderna bedöms möjliga att genomföra på nedskräpning. Inom uppdragets workshop med referensgruppen klassades också nedskräpning som den viktigaste källan att åtgärda (Figur 13).

Stockholms stad har rådighet över vissa källor och spridningsvägar där åtgärder kan genomföras, t.ex. konstgräsplaner, avloppsvattenrening, dagvattenrening etc., medan andra källor inte helt kan styras av Stockholms stad, t.ex. trafikmängd, hushållens produktanvändning och tvätt av textilier

Vissa källor är mycket osäkra eller har varit omöjliga att kvantifiera inom ramen för det här projektet, men bedöms vara en risk för stor spridning av mikroplast, t.ex. nedskräpning (av medborgare och besökare i Stockholms stad), samt nedskräpning vid byggarbetsplatser. Det finns ett behov av att samla in större kunskap t.ex. genom förbättrade och utökade skräpmätningar, men det finns samtidigt behov av att genomföra åtgärder trots att man saknar kunskap om källans exakta storlek. Mikroplaster är en förorening i miljön som är mycket långlivad så riskerna för påverkan i miljön är stor och åtgärder är därför relevanta att genomföra, trots att effekterna på organismer på land och i vattenmiljön inte är helt utredda.

De åtgärder som föreslagits beskrivs i nedan tabeller utifrån kategorierna kommunikation (inkl. samverkan, tillsyn, upphandling och reglering, Tabell 31), mätningar och utökad kunskap (Tabell 32), samt tekniska lösningar (Tabell 33) på kort sikt till år 2019 och på lång sikt, år 2020 till 2024, vilket är i fas med tidsramarna för Stockholms stads kommande handlingsplan. Kommunikation kan ofta vara en både enkel och en relativt billig åtgärd.

Kort sikt-2019	Kommunikation/samverkan/ tillsyn/ upphandling/reglering
	Informera medborgarna om att tvätta mer sällan och i stället vädra kläderna efter användning
	Delta i/bevaka naturvårdsverkets beställargrupp för konstgräs
	Medvetandegöra och utbilda (ex Konstgräsdagen 2016)
	Strategi för att minska plastsvinnet vid konstgräsplaner (ex. Nacka kommun)
	Specifika åtgärdsprogram för varje konstgräsplan

Lång sikt 2020-2024	Information till fotbollsutövare och föräldrar
	Minska konsumtionen av skräpgenererande produkter, t.ex. genom samarbete med näringsidkare
	Miljösamverkan Stockholms Län har som mål: alla båtskrov biocidfria till 2020 – viktigt att behålla god underhållspraxis även efteråt (för att undvika utsläpp av mikroplaster mm)
	Utökad tillsyn och uppföljning av underhållsmetoder inom båtclubbar (endast 3% av båtarna använder spolplattor idag - hur gör resten?)
	Nudging för att minska nedskräpning
	Kommunikation/samverkan/ tillsyn/ upphandling/reglering
	Ersätta kemiska produkter och genom upphandling, se till att produkter innehållande mikroplast inte handlas upp inom Stockholms stads verksamheter/förvaltningar
	Kommunicera till medborgare om nya material & tekniska lösningar för att minska spridning av syntetiska fibrer
	Utökat dubbdäcksförbud och trafikbegränsande åtgärder utifrån helhetsperspektiv på effekter
	Utforma krav på städning på och kring byggarbetsplatsen samt ställa krav på hur avfall ska hanteras på byggarbetsplatsen för att förhindra nedskräpning. Låt uppfyllande av ställda krav bli föremål för tillsyn.

Tabell 32. Förslag på åtgärder inom mätningar och utökad kunskap på kort sikt till 2019 och på lång sikt 2020-2024.

Kort sikt-2019	Mätningar & utökad kunskap
	Fler undersökningar behöver genomföras för att kvantifiera hur mycket mikroplast som transporteras via dagvatten, var dessa partiklar hamnar och vilka negativa effekter de har i miljön
	Bevaka: - Forskningsprojekt där man försöker ta fram syntetiska tyger som släpper ifrån sig mindre mängd mikroplast. - Utvecklingsarbete; pågår/har gjorts för att ta fram mikroplast-filter för tvättmaskiner; tvättpåsar, filter, boll,
	Bevaka/genomför mätningar och kunskap om hushållstvätt hur stor mängd syntetfibrer som sprids, när det sprids och hur man kan åtgärda spridning
	Inkludera mikroplaster i utredning om effekter av miljözoner för personbilar
	Analysera dumpad snö och uppsopad gatusand på mikroplast
	Anpassa/utveckla nuvarande metod för att mäta skräp i stadsmiljö för att uppskatta den totala mängden skräp inom ett valt mätområde.
	Inventera vilka arealer sport- och lektyr det rörs sig om och status på dessa>skötselbehov.
	Eventuell mätning av mikroplaster i yt- och grundvatten runt Lövstatipparna inom ramen för kontrollprogrammet
	Vid tillsyn av verksamheter kan det uppmärksammas om verksamheterna på något sätt hanterar eller använder plast i någon form
	En ny studie som kommer publiceras av HAV under våren 2018 har undersökt mikroplast i fritidsbåtshamn på västkusten – bidrar med ny kunskap i frågan?
	Uppföljning av undersökningar av nya reningssystem som har installerats på Stockholms Reparationsvarv samt reningssystemen på de andra varven
	Utökad och återkommande miljöövervakning i avloppsvatten kan visa på effekter av åtgärder vid källan
	Utökad miljöövervakning av effekter av mikroplaster vid slamspridning

Lång sikt 2020-2024	Mätningar & utökad kunskap
	Följ utvärdering av olika nya dagvattenreningsanläggningars effektivitet avseende mikroplast
	Långsiktiga mätningar av mängder och spridning i miljön samt effekter av mikroplaster i miljön.

Tabell 33. Förslag på åtgärder inom tekniska lösningar på kort sikt till 2019 och på lång sikt 2020-2024.

Kort sikt-2019	Tekniska lösningar
	Högfrekvent gatustädning
	Säkerställ god hantering av gatusediment/sopvatten.
	Inför borststationer vid konstgräsplaner
	Säker snöhantering och utrustning som möjliggör rening och återföring av granulat.
	Använd naturliga material som sand och bark på sport- och lekytor där det går istället för gummimaterial och säkerställ gott underhåll av de gummiytor som krävs.
	Se över och investera i infrastrukturen för insamling av skräp.
	Ökad städning av allmän plats för att minska nedskräpning
Lång sikt 2020-2024	Tekniska lösningar
	Dagvatten bör inte släppas till recipient utan föregående rening genom tex damm eller våtmark som en studie visat har bra effekt på avskiljning av mikroplast
	Dagvattenanläggningarna måste skötas och sedimentet hanteras på ett sätt att inte mikroplasterna kommer ut i samhället igen.
	Viktigt att dagvattenreningsanläggningarna även stoppar makroplast som senare kan komma att ge upphov till mikroplast.
	Inför brunnfilter vid konstgräsplaner (helst en samlingsbrunn med större volym).
	Smältvatten från landdeponier renas innan det leds till recipient. Undvik snödumpning
	Inför snöreningsteknik
	Inför teknik för sortering och återanvändning av sand.
	Inför effektiv dagvattenrening som även avskiljer mikroplaster
	Mindre däckslitage (på sikt självkörande bilar)
	Materialutveckling (granulfria planer)
	Om konstgräs eller platsgjutet gummi ska användas på sport- och lekytor så bör material- och anläggningskrav ställas för att säkerställa att inte mikroplaster sprids.
	Vid val av påse för insamling av matavfall till den nya optiska sorteringsanläggningen som planeras bör det tas hänsyn till mikroplastaspekten.
	Bromma avloppsreningsverk läggs ner
	Henriksdal inför membranfiltrering (MBR)
	Brommatunnel - minskar bräddningar

Kvalitativa bedömningar och kvantifieringar har genomförts av källor och spridningsvägar där det har varit möjligt. Eftersom det saknas kunskap, information och data för ett flertal betydande källor och spridningsvägar presenteras också en uppskattning av osäkerheten i de beräkningar som gjorts. Gränserna för bedömningen av storleksfördelningen i Tabell 30 har ingen egentlig vetenskaplig grund, utan används enbart för att illustrera och gruppera källorna och spridningsvägarna i storleksklasser. Mikroplaster är en väldigt persistent miljöförorening och alla källor och spridningsvägar bör begränsas. Det är dock intressant att veta vilka som är de största källorna och spridningsvägarna, eftersom åtgärder av dessa kan ge stor effekt i form av minskad

spridning av mikroplaster till miljön. Bedömningen av storleken av mängden mikroplaster som transporteras med dagvatten visas uppdelad på olika källor, medan bedömningen av storleken av mängden mikroplast som transporteras med avloppsvatten och slam visas samlat för alla bidragande källor (Tabell 30). Vi valde att presentera resultaten på det sättet, eftersom dagvatten har många utsläppspunkter som kan karakteriseras av de källor som har bidragit till varje enskild utsläppspunkt. Avloppsvatten och slam får däremot ett samlat och omblandat bidrag av alla de källor som finns i avloppsvattnet och de har en gemensam utsläppspunkt från avloppsreningsverket. Osäkerheterna baseras på expertbedömningar dels av de indata som har använts till beräkningarna och dels av den relativa storleken av ej kvantifierbara källor och spridningsvägar. Fördelningen av gränserna för utsläppsmängder och osäkerheten i bedömningen kan vidareutvecklas genom att tillämpa statistiska metoder som inte rymdes inom ramen för detta projekt.

Det kan även saknas källor som inte inkluderats i bedömningarna i denna rapport. Under den avslutande workshopen för detta projekt, nämndes användning av plastpluggar vid bergsprängning som en potentiell källa till mikroplast. Vi har även nämnt att syntetiska fibrer har visats kunna transporteras via luft vilket vi inte har kvantifierat eller inkluderat i den kvalitativa bedömningen av olika källor och spridningsvägar. Vi har vidare inte inkluderat eventuella bidrag av mikroplaster från tak- och fönsterfärg.

Slutsatser från det här projektet är att vi har:

- kunnat ta fram relativa storlekar av de källor och spridningsvägar som vi har bedömt vara de största i Stockholms stad och,
- föreslagit åtgärder på kort och lång sikt som kommer att ge effekt på spridning av mikroplaster i miljön, men vi har
- fortsatt brist på kunskap och data så att olika källor och spridningsvägar både överskattats och underskattats.

Referenser

Amec Foster Wheeler, (2017). Intentionally added microplastics in products. Final report. Report for the European Commission (DG Environment).

Avfall Sverige (2016). Vad slänger hushållen i soppsåsen? Nationell sammanställning av plockanalyser av hushållens mat- och restavfall. Rapport 2016:28.

Bernstad, A., L. Malmquist, J. Truedsson and L. la Cour Jansen (2013). Need for improvements in physical pretreatment of source-separated household food waste. Waste Management 33: 746-754.

Bjerking (2012) Utvärdering av sopsand för återanvändning. Trafikkontoret, Stockholms stad. Uppdrag nr. 11U20137. <https://insynsverige.se/documentHandler.ashx?did=1713117>

Boero 2018. Pers. komm. med Mauro Legrotttaglie, Manager R&D, färgproducenten Boero Group Inc.

Brandmyr, E. Hartman, C (2018). Lakvatten som spridningskälla för mikroplast. Examensarbete i miljövetenskap. Lunds universitet.

Browne, M.A., Crump, P., Niven, S.J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T. and Thompson, R. (2011). "Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: Sources and Sinks". Environmental Science and Technology. Vol. 45 pp. 9175-9179

Cole, M., P. Lindeque, C. Halsband and T. S. Galloway (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. Marine Pollution Bulletin 62(12): 2588-2597.

Denby B.R., Sundvor I., Johansson C., Pirjola L., Ketzel M., Norman M., Kupiainen K., Gustafsson M., Blomqvist G., Omstedt G. (2013) A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 1: Road dust loading and suspension modelling. Atmospheric Environment 77 (2013) pp. 283-300.

CHANGE 2018. Strand, H, Soler, C., Dahlström, M. (eds). Changing leisure boat antifouling practice in the Baltic Sea. Results from the BONUS CHANGE project. ISBN: 978-91-87-869-14-3

ECHA, Rapport enligt bilaga XV - En utvärdering av de möjliga hälsoriskerna av återvunnet gummigranulat som används som utfyllnad i konstgräsplaner, 28 februari 2017.

Eklund, D. and B. Eklund (2011). Förorening av båtuppläggningsplatser – en sammanställning av utförda undersökningar i svenska kustkommuner, Institutet för tillämpad miljöforskning, Stockholm Universitet. ITM rapport 208.

Eriksson Russo, V (2018). Förekomst av mikroplast i behandlat lakvatten från svenska avfallsanläggningar med deponier. Examensarbete i miljö- och vattenteknik. Geocentrum, Uppsala.

EU-kommissionen (2018). Single-use plastics: New EU rules to reduce marine litter. Pressmeddelande 2018-05.28.

Eunomia, (2016). Study to support the development of measures to combat a range of marine litter sources. Report for European Commission DG Environment.

Fleming, P. R., Forrester, S. E., & McLaren, N. J. (2015). Understanding the effects of decompaction maintenance on the infill state and play performance of third-generation artificial grass pitches. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part P, Journal of Sports Engineering and Technology, 229(3), 169–182. <http://doi.org/10.1177/1754337114566480>

Folkö, A., (2015). Quantification and characterization of fibers emitted from common synthetic materials during washing. Stockholms universitet.

Frändegård, P., K. Joakim, N. Svensson and M. Eklund (2013). Resource and Climate Implications of Landfill Mining A Case Study of Sweden. Journal of Industrial Ecology 17(5): 742-755.

FTI (2018a). Hitta en återvinningsstation. <http://www.ftiab.se/173.html>

FTI (2018b). Åtgärder som testas. <http://www.ftiab.se/2237.html>

Goodpoint AB. 2016. Fallskyddsgummi och konstgräs - en kunskapssammanställning. <http://foretag.stockholm.se/PageFiles/1243700/Fallskyddsgummi%20och%20konstgr%C3%A4s%20Goodpoint%20inkl%20bilagor.pdf> Hämtad 2018-05-18

Göteborg Stad (2018). Slutrapport: Kan nudging minska antalet fimpar på Göteborgs gator? Teststudie sommaren 2017.

Hartline, N.L., Bruce, N.J., Karba, S.N., Ruff, E.O., Sonar, S.U. and Holden, P.A. (2016). "Microfiber masses recovered from conventional machine washing of new or aged garments". Environmental Science and Technology. Vol. 50 pp. 11532-11538

Havs- och vattenmyndigheten (2015). Båtbottentvättning av fritidsbåtar - Riktlinjer, reviderad upplaga 2015.

Horton A.A, Walton A, Spurgeon D. J. Lahive E., Svendsen C.(2017) Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. Science of The Total Environment Volume 586, 15 May 2017, Pages 127-141.

Håll Sverige Rent (2018a). Skräpprapporten 2018.
http://www.hsr.se/sites/default/files/skrapprapport_2018_.pdf

Håll Sverige Rent (2018b). Snitt för antalet skräp i stadsmiljön.
<http://www.hsr.se/fakta/statistikportal/skrapmatningar-i-stadsmiljo/snitt-antal-skrap-2009-2015>

Håll Sverige Rent (2018c). Vad kan vi göra åt nedskräpningen?
<http://www.hsr.se/fakta/skrapprapport-2016/vad-kan-vi-gora-nedskrapningen>

Håll Sverige Rent och SCB (2014). Manual för skräpmätningar i gatumiljö.

Håll Sverige Rent och SCB (2017). Skräpfacit, nedskräpning i gatumiljö, Stockholm.

Hörman, J. (2017). Är fallskydd och multiplaner en källa till mikroplaster? Examensarbete Lunds universitet.

Jönsson, R. (2016). Mikroplast i dagvatten och spillvatten - Avskiljning i dagvattendammar och anlagda våtmarker, Examensarbete Uppsala universitet

Kemikalieinspektionen, (2018). Mikroplast i kosmetiska produkter och andra kemiska produkter. Rapport från ett regeringsuppdrag. Tapport 2/18.

Krohn, Ulla (2019). Personlig kommunikation med Ulla Krohn, FTI AB.

Lekplatskonsulten. 2017. <http://www.lekplatskonsulten.se/arkitekt> hämtad 2018-05-18

Lagerström M., Norling M., Eklund, B. 2016. Metal contamination at recreational boatyards linked to the use of antifouling paints—investigation of soil and sediment with a field portable XRF. Environ Sci Pollut Res 23:10146–10157

Lassen, C., Foss Hansen, S., Magnusson, K., Norén, F., Bloch Hartmann, N.I., Rehne Jensen, P., Gissel Nielsen, T. and Brinch, A., (2015). Microplastics -Occurrence, effects and sources of releases to the environment in Denmark. Environmental project No. 1793. Danish Ministry of the Environment–Environmental Protection Agency (Denmark), p. 204.

Magnusson, K., Eliasson, K., Fråne, A., Haikonen, K., Hultén, J., Olshammar, M., Stadmark, J. and Voisin, A., 2017. Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment. Rapport C 183. IVL Svenska Miljöinstitutet.

Magnusson, K., Jörundsdóttir, H., Norén, F., Lloyd, H., Talvitie, J. and Setälä, O., (2016b). Microlitter in sewage treatment systems. A Nordic perspective on waste water treatment plants as pathways for microscopic anthropogenic particles to marine systems. p. 56.

Magnusson, K. and Wahlberg, C., (2014). Mikroskopiska skräppartiklar i vatten från avloppsreningsverk (Microscopic litter particles in water from WWTPs) in Swedish. IVL Swedish Environmental Research Institute, p. 30.

Miljöförvaltningen Stockholms Stad 2018. Undersökning av parkmark och båtuppläggningsplatser. Dnr 2018-1491.

Moore, C. J. (2008). Synthetic polymers in the marine environment: A rapidly increasing, long-term threat. *Environmental Research* 108(2): 131-139.

Napper, I.E. and Thompson, R.C. (2016). "Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions". *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 112 pp. 39-45

Naturvårdsverket (2016). Avfall i Sverige 2014.

<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6727-4.pdf?pid=18783>

Naturvårdsverket, (2008). Lakvatten från deponier, Naturvårdsverket. Rapport 8306.

Naturvårdsverket, (2017). Mikroplaster Redovisning av regeringsuppdrag om källor till mikroplaster och förslag på åtgärder för minskade utsläpp i Sverige. Rapport: 6772. ISBN 978-91-620-6772-4.

Naturvårdsverket (2013). Strategiskt arbete för att minska nedskräpning. Vägledning till kommuner. Rapport 6551.

Norén, F., K. Norén and K. Magnusson (2014). Marint mikroskopiskt skräp. Undersökning längs svenska västkusten 2013 & 2014. Länsstyrelsen rapporter. Göteborg: 23. IVL-rapport 2014:52.

NPG (1999). Ledningsbyggande med plaströrssystem. Lärobok

OECD (2005). OECD series on emission scenario documents. Number 13. Emission Scenario Document on antifouling products.

OECD (2009). OECD series on emission scenario documents. Number 22. Emission scenario documents on coating industry (Paints, Lacquers and Varnishes).

Olshammar M., J. Mietala and M. Ek (2015b) Underlagsrapport för C-anläggningar och dagvatten till FUT-rapporteringen 2011, SMED-rapport Nr. 165.

Pakula, C. and Stamminger, R. (2009). "Electricity and water consumption for laundry washing by washing machine worldwide". *Energy Efficiency*. Vol. 3; 365-383

Petersson, H. and Roslund, S. (2015). "Tvättemission: En undersökning av polyesterplagg fiberutsläpp vid hushållstvättning. Kandidatuppsats, institutionen Textil och mode. Borås: Textilhögskolan, Högskolan i Borås. ". Kandidatuppsats, institutionen Textil och mode. Borås: Textilhögskolan, Högskolan i Borås. . pp. <http://hb.diva-portal.org/smash/get/diva2:8204982041/FULLTEXT82001.pdf>

Pirc, U., Vidmar, M., Mozer, A. and Kržan, S. (2016). "Emissions of microplastic fibers from microfiber fleece during domestic washing". Environmental science and pollution research international. Vol. 23 pp. 22206–22211

PlasticsEurope (2017). Plastics - the facts 2017.

Rönnow 2018. Tillsyn av båtklubbar 2017. Miljöförvaltningen Stockholms Stad. Årsrapport - Båtklubbar 2018-2810. 11 sidor.

SCB (2018). Personlig kommunikation med Alexander Dimberg.

Schott textiles Inc.
<https://schotttextiles.com>, (2018-04-13).

SLB analys (2018) Luften i Stockholm. Årsrapport 2017. SLB-rapport: 3:2018

Spångberg (2013) Hantering av sopsand. En översyn av miljöaspekter kring hantering av sopsand. Miljöförvaltningen, Stockholms stad. <https://insynsverige.se/documentHandler.ashx?did=1713116>

Stockholms Trafikkontor (2018). Stockholms Trafikutveckling motorfordon 2017, 2018-04-19. Motorfordonsmätningar 2017

Stockholms stad (2013). Kontrollprogram Lövsta gamla deponiområde Hässelby Villastad 36:1.

Stockholms stad, miljöförvaltningen (2018). PM om biologisk behandling av matavfall.

Stockholms stad, trafikkontoret (2014). Trafikflöden Stockholm framtagna av WSP för Trafikkontoret 2016.

Stockholm Vatten och Avfall (2016). Avfallsplan för Stockholm 2017-2020.

Stockholm Vatten och Avfall (2018a). Högdalens sorteringsanläggning.
<http://www.stockholmvattenochavfall.se/avfall-och-atervinning/utvecklingsprojekt/hogdalens-sorteringsanlaggning/>.

Stockholm Vatten och Avfall (2018b). Personlig kommunikation med Lotta Claesson.

Sundt, P., Schulze, P.-E. and Syversen, F., (2014). Sources of microplastic pollution to the marine environment. Mepex for the Norwegian Environment Agency (Miljødirektoratet), p. 86.

The Seabin Project (2018). <http://seabinproject.com/>

Sjekk kunstgressbanen - Rapport fra undersøkelser om svinn av gummigranulat fra kunstgressbaner, gjennomført av over 12 000 elever og spillere høsten 2017
https://www.miljolare.no/innsendt/oppslag/1486/5af04d407fd75/rapport_forskningskampanjen_2017.pdf

The Fiber Year Consulting, (2016). The fibre year 2016. Worlds survey on textiles and nonwovens. Issue 16, May 2016. <https://www.textilemedia.com/assets/report-pdfs/TFY2016-sample-pages.pdf> nerladdad 2018-03-22.

The Fibre Year Consulting, (2017). The Fiber Year 2017, World Survey on Textiles & Nonwovens. Issue 17, May 2017.

Unisport (2018) Underlag till multisportplaner och näridrottsplatser
<https://www.unisport.com/sv/underlag-till-multisport-och-naridrottsplatser> (2018-05-18)

Utredningen om hållbara plastmaterial (2018). Nedskräpning och nedbrytning av plast i miljön. Delredovisning från Utredningen om hållbara plastmaterial (M 2017:06). Stockholm. Miljödepartementet.

VTI rapport 928. Driftåtgärder mot PM10 i Stockholm
Utvärdering av vintersäsongen 2015–2016 (2017)

Vogelsang, C., Lusher, A. L., Dadkhah, M. E., Sundvor, I., Umar, M., Ranneklev, S. B., ... & Meland, S. (2018). Microplastics in road dust—characteristics, pathways and measures.

Winnes, H. och Parsmo, 2018. Emissioner från fartyg i Stockholm 2017. Rapport U 5950. IVL Svenska Miljöinstitutet

Yle (2017). Soptunnor i havet till hamnar i Helsingfors, Vasa och Åbo.
<https://svenska.yle.fi/artikel/2017/05/09/soptunnor-i-havet-till-hamnar-i-helsingfors-vasa-och-abo>

