

CHALMERS



Mikroplast – ett osynligt hot

Microplastics – an invisible threat

Maria Barklund 930204

Anna Björklund 940314

Tobias Johansson 960923

August Jonsson 950329

Mathias Lennartsson 950714

Anton Norlander 941001

Institutionen för Teknikens ekonomi och
organisation

Avdelningen för Miljösystemanalys

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2019

Kandidatarbete TEKX04-19-06

Abstract

During the last years, the topic of plastic debris in our oceans has been observed in science and reported by media all over the world. The plastic consumption has increased since the start of mass production of plastic in the 1950s. Together with insufficient waste disposal and poor impact assessment it has led to an unsustainable accumulation of plastic in the oceans. Alarming reports state that there will be more plastic than fish in the oceans by year 2050 if nothing is done in the near future. Plastic in the marine environment is life-threatening for marine wildlife and causes wounds, entangling and suffocation for instance. Plastic does also successively degrade to microplastics.

Microplastics has not been highlighted in science until the past five years. Its novelty implicates limited knowledge about its consequences for marine environments, biodiversity and humans. Science show that microplastic is often mistaken for food by smaller organisms, effects as brain damage and behavioral changes has been documented. The plastic particles can transfer upwards in the nutritional chain, resulting in humans ingesting microplastics through food.

The sources and pathways for microplastics are varying, but the majority are land based. This report has mapped two of the largest sources: paint from boat hulls and littering. The purpose of the survey of a material flow analysis for both pathways is to identify problem areas and suggest actions to decrease leakages of microplastics to the ocean. The report also aim to raise knowledge and awareness about microplastics to society.

The report used a system analytical approach to identify what operators the system consists of as well as the interaction between them. The project group performed literature studies, qualitative interviews, observation studies and a poll. The report is defined to focus on the Gothenburg area in Sweden.

The result states problematic areas in both flows leading to diffusion of microplastics to the ocean. It is distinguished that operators within underwater hull paint looks differently at the problem with microplastics, together with lack of communication it results in an unclear distribution of responsibility. Today it is not possible to create a paint without polymers as a binder and therefore it demands actions through the material flow and an evident distribution of responsibilities. Operators within littering consider it to be destructive, but still loads of waste are being tossed or left in the nature and marine areas. Littering seems to be mainly based on behaviour and can be referred to laziness, lack of knowledge and peer pressure. We need behavioral changes to control the problem of microplastics from littering. Individuals need to be held responsible for their litter parallel with structural changes to adjust waste disposal. To reduce the emissions of microplastic actions on several levels is required, preferable upwards in the material flows. To create a basis for decision making more research on the topic is needed.

Sammandrag

Under de senaste åren har problematiken med global plastförorening av haven uppmärksammats genom forskning och media. Konsumtionen av plastprodukter har ökat sedan plast började massproduceras på 1950-talet. Tillsammans med felaktig avfallshantering och dålig konsekvensanalys har det lett till en ohållbar ackumulering av plast i haven. Larmrapporter varnar för att om inget görs kommer det att finnas mer plast än fisk i havet år 2050. Plastföremål i marina miljöer är livsfarligt för djurarter och orsakar bland annat skador, intrassling och kvävning. Plasten bryts dessutom successivt ned till mikroplast. Miljöproblemen med mikroplast har inte uppmärksammats förrän de senaste fem åren och forskningen kring dess konsekvenser för marina miljöer, biodiversitet och människan är begränsade. Hittills visar forskningen att små djur som misstar mikroplast för föda kan få hjärnskador och beteendeförändringar. Plastpartiklarna bioackumuleras uppåt i näringskedjan och medför att människor också får i sig plast via maten.

Det finns flera olika källor till mikroplast i haven och majoriteten härstammar från land. Rapporten kartlägger två stora utsläppskällor av mikroplast till havet: båtbottnfärg och nedskräpning. Syftet med en kartläggning av materialflödena var att identifiera problemområden och ge förslag på åtgärder för att minska utsläppen. Rapporten önskar även att höja kunskapen och medvetenheten kring mikroplast för allmänheten.

Rapporten utgår från ett systemanalytiskt angreppssätt för att identifiera vilka aktörer som verkar i systemen och hur dessa påverkar varandra. Datainsamlingen har utförts genom litteraturstudier, kvalitativa intervjuer, kvantitativ enkätundersökning samt orvationsstudier. Studien avgränsas till att huvudsakligen behandla Göteborgsregionen.

Resultatet konstaterar att det finns brister i både flödet av mikroplast från båtbottnfärg och från nedskräpning vilket orsakar stora utsläpp till haven. Utmärkande för båtbottnfärg är att aktörer inom flödet ser på problemet med mikroplast på olika sätt, vilket tillsammans med kommunikationsbrist skapar en otydlig ansvarsfördelning mellan aktörerna. Idag går det inte att tillverka en båtbottnfärg utan polymerer som bindemedel och det krävs därför åtgärder i alla delar av flödet och en tydlig fördelning av ansvar. Gällande nedskräpningsflödet anser däremot samtliga aktörer att nedskräpning är negativt. Trots det sker en omfattande nedskräpning av både natur och marina miljöer. Nedskräpningen beror till stor del på lathet, okunskap och gruppträck och det krävs därför beteendeförändringar hos allmänheten för att få bukt med problemet. Bestämmande aktörer kan arbeta med nudging för att påverka individerna att ta ansvar för sitt skräp men det behövs även strukturella förändringar för en anpassad sophantering.

För att minska utsläppen av mikroplast behöver åtgärder vidtas på flera nivåer, men det är önskvärt att åtgärderna införs så tidigt som möjligt i materialflödet. För att skapa en grund för beslutsfattande myndigheter rekommenderas ytterligare forskning om mikroplastens effekter på människor och djurliv. Med tydliga resultat från forskning finns det grund för lagstiftning och utsläppen av mikroplast kan då strypas i ett tidigt skede.

Ordlista

Abiotisk aktivitet - Icke-levande aktiviteter som påverkar naturen

Antifoulingeffekter - Motverkar beväxning på båtskrov

Biocider - Ett ämne som kan döda levande organismer

Bioackumulering - Haltökning i en levande organism

Biomagnifiering - Koncentrationen av vissa substanser ökar i näringskedjan

Blästring - Rengöringsmetod där man blåser partiklar mot en yta med hjälp av stark gasström

Epoxiharts - En typ av härdplast, alltså en plast som inte går att smälta

Hydrofob - Ämne som repellerar mot vatten

Mineralisering - Nedbrytning av ett ämne till minsta möjliga beståndsdel som oorganiskt material

Nudging - Beteendevetenskaplig metod med syfte att "knuffa"/leda människor i rätt riktning

Polymer - Organiska ämnen som kol bestående av långa kedjeformade molekyler

Spårämne - Ämne som förekommer i liten mängd eller låg koncentration

Spökfiske - Fångst av djur via förlorade redskap

Trofiska nivåer - Olika nivåer i den ekologiska näringskedjan

Vattenbruk - En form av naturbruk där människan odlar organismer i vatten

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Syfte	2
1.2 Avgränsningar	2
2. Plast i hav	1
2.1 Vad är plast?	1
2.1.1 Nedbrytning av plast.....	1
2.1.2 Storleksindelning av plastfraktioner	2
2.2 Globalt perspektiv på plast i haven	3
2.2.1 Ocean garbage patches	3
2.2.2 Flöde och bidrag av plast från olika delar av världen.....	4
2.2.3 De globala målen och Agenda 2030.....	4
2.3 Mänsklig påverkan på marina miljöer	5
2.3.1 Konsekvenser av makroplast.....	5
2.3.2 Forskning och konsekvenser av mikroplast.....	6
2.4 Utsläppskällor till mikroplast i havet	6
2.5 Båtbottenfärg	7
2.5.1 Funktionen hos en båtbottenfärg	8
2.5.2 Självpolerande respektive hård färg	8
2.5.3 Rengöringsmetoder för båtskrov	8
2.6 Nedskräpning	10
2.6.1 Statistik kring nedskräpning	10
2.6.2 Miljöinitiativ från snabbmatsrestauranger	10
2.7 Reglering och lagstiftning	11
2.7.1 Reglering för båtbottenfärg	11
2.7.2 Reglering för nedskräpning	12
2.8 Åtgärder för att hindra spridning av mikroplast	12
2.8.1 Båtbottenfärg	12
2.8.2 Åtgärder för att minska nedskräpning	13
2.8.3 Metoder för städning	13
2.9 Beteende	14
2.9.1 Nudging	15
3. Metod	1
3.1 Litteraturstudie	2
3.2 Datainsamling	2
3.2.1 Intervjuer	2
3.2.2 Observationsstudie	4
3.2.3 Enkätundersökning	4
3.3 Avgränsningar	5
3.3.1. Båtbottenfärg för fritidsbåtar	5
3.3.2 Nedskräpning.....	5
3.4 Analysstrategi	6
4. Resultat	7
4.1 Materialflöde	7
4.1.1 Mikroplast från båtbottenfärg.....	7

4.1.2 Mikroplastflöde från plastprodukter i kanalen	8
4.2 Bidrag från de två flödena	9
4.3 Kunskap och attityd om mikroplast och båtottenfärg	10
4.3.1 Färgproducenter	10
4.3.2 Organisationer inom offentlig sektor	10
4.3.3 Båtagare	11
4.3.4 Ansvarsfördelning	12
4.4 Kunskap och attityd om mikroplast från nedskräpning	12
4.5 Hantering och åtgärder	13
4.5.1 Båtottenfärg	13
4.5.2 Nedskräpning	15
5. Analys	18
5.1 Problemformulering	18
5.1.1 De olika aktörernas problem	18
5.1.2 Ansvarsfördelning och reglering för båtottenfärg	19
5.1.3 Ansvarsfördelning och reglering för nedskräpning	19
5.2 Kunskap och medvetenhet om mikroplast och dess effekter	20
5.3 Förändrad hantering och åtgärdsförslag för att minska flödet av mikroplast	20
5.3.1 Hamnarnas infrastruktur	21
5.3.2 Färg och underhåll	21
5.3.3 Snabbmatsrestauranger	21
5.3.4 Städning och flytande papperskorgar	22
5.3.5 Informationsinsatser	22
6. Diskussion	23
6.1 Metod Studien har använt en systemteoretisk utgångspunkt för de två flödena. Nedan diskuteras för- och nackdelar med metodiken för datainsamlingen som bestod av litteraturstudier, intervjuer, observationsstudier och en enkätundersökning.	23
6.1.1 Systemteoretisk utgångspunkt	23
6.1.2 Litteraturstudie	23
6.1.3 Intervjuer	24
6.1.4 Observationer	24
6.1.5 Enkätundersökning	25
6.2 Syfte och frågeställningar	25
6.3 Avgränsningar	25
6.3.1 Val av flöden	25
6.3.2 Geografiskt område	25
6.4 Resultat	26
7. Slutsats	27
8. Referenser	27
Bilagor	36

1. Inledning

Haven täcker 70 % av planeten och enligt FN är över tre miljarder människor beroende av den marina och kustnära biologiska mångfalden för sin försörjning (Globala målen, u.å). Problemet med plast i marina miljöer är omfattande och komplext. Landbaserad plast bidrar till nedskräpningen av hela havet, oavsett var den sker (SOU M 2017:06). Plast återfinns i olika former såsom PET-flaskor, plastpåsar, fiskeredskap och matförpackningar.

För djur kan plastföremål medföra digra konsekvenser som t. ex. drunkning, skador, försämrad jakt- eller flyktförmåga och kvävning. I en studie av Secretariat of Convention on Biological Diversity (CBD) från 2012 klargjordes att 663 arter påverkas av marint skräp via intag, intrassling eller s.k. spökfiske. Spökfiske innebär att förlorade fiskeredskap driver omkring eller sitter fast på botten och fångar fisk utan att fångsten tas omhand (Dykarna, u.å). Av det marina skräpet bestod så mycket som 80 % av plast (CBD, 2012).

Plastföremål bryts successivt ned till mindre plastbitar och så småningom bildas mikroplast. Mikroplast definieras vanligtvis som plastbitar mindre än fem millimeter (Naturvårdsverket, 2019a). Nedbrytningen sker mycket långsamt och således ackumuleras plastmängden i haven så länge tillförseln från land fortsätter (IVL, 2017). Mikroplast är ett relativt nytt forskningsområde och det finns betydande kunskapsluckor kring mängden som finns i våra hav (IVL, 2017). En studie på mikroplast i haven visar att endast 1 % befinner sig på vattenytan och det råder stor osäkerhet kring resterande 99 %. De kan t.ex. finnas i bottensediment, i marina organismer eller ha ackumulerats på stränder (Van Sebille et al., 2015).

Med utgångspunkt i omfattningen och ovissheten kring mikroplaster i havet initierades denna rapport av avdelningen för Miljösystemanalys på Chalmers. Projektgruppen har utifrån avdelningens uppgiftsbeskrivning utarbetat ett syfte och en problemformulering som tycks relevant för studien. Rapportens omfattning har begränsats utifrån tid, resurser och mängden forskning inom området. Slutligen kom den att behandla två källor av mikroplaster till havet: mikroplast från båtottenfärg och mikroplast från nedskräpning. Rapporten är begränsad till Göteborgsregionen.

Vissa flöden av mikroplast är kartlagda, andra har man mindre information om, men även dessa flöden bidrar direkt eller indirekt, t. ex. båtottenfärg och nedskräpning.

1.1 Syfte

Rapportens syfte är att kartlägga flödet av mikroplast till havet från båtbottnfärg och nedskräpning. Syftet är också att inventera den kunskap som finns och inom varje flöde belysa aktörernas förståelse av mikroplast som miljöproblem och föreslå åtgärder för att minska utsläppen av mikroplast till haven. Som hjälp till att svara på syftet används följande frågeställningar:

- Hur uppfattar de olika aktörerna problemet med mikroplaster?
- Hur stor är medvetenheten kring mikroplast och dess potentiella risker idag?
- Vilka typer av åtgärder skulle bidra till att minska spridningen av mikroplast?

1.2 Avgränsningar

Studiens syfte att kartlägga flöden som bidrar till mikroplast i havet har avgränsats till två olika flöden; nedskräpning och båtbottnfärg. Arbetet har delvis olika avgränsningar som skiljer sig åt mellan de olika flödena. Dessa behandlas därför i viss mån separat.

2. Plast i hav

Följande kapitel presenterar inledningsvis plast som material och hur det successivt bryts ned till mikroplast. Därefter presenteras den globala konsumtionen, mänsklig påverkan på marina miljöer, utsläppskällor till mikroplast, reglering och lagstiftning samt åtgärder för att hindra spridning av mikroplast.

2.1 Vad är plast?

Plast är ett lätt, slitstarkt och billigt material som idag är integrerat i de flesta människors vardag. Det återfinns idag i allt från fordon och produkter till läkemedel och kläder (Ryan, et.al, 2009). Plast består av polymerer som är uppbyggda av åtskilliga kolföreningar bundna till varandra i en lång kedjestruktur. Strukturen ger plasten dess karaktäristiska egenskaper som hårdhet, motståndskraft, bärighet och låg densitet (Kemikalieinspektionen, 2018). Råolja och naturgas är de vanligaste ämnena för tillverkning av plast. För att förändra plastens egenskaper och skapa en specifik karaktär används olika tillsatser, additiv, vilket gör det till ett mycket mångsidigt material. Additiven kan bestå av mjukgörande ämnen, flamskyddsmedel och färg. Plastens karaktäristiska egenskaper i kombination med dessa ger den många olika användningsområden (Kemikalieinspektionen, 2018).

De praktiska egenskaperna hos plast har hjälpt till att förbättra livskvaliteten för människor och hjälpt till att föra den tekniska utvecklingen framåt (Håll Sverige Rent, 2014; Tekniska museet, 2018b). Plast har bidragit till ett mer hållbart samhälle genom att t.ex. mat skyddas i plastförpackningar, vilket minskar svinn. Genom plastens låga vikt kan energi sparas vid tillverkning och transport (SOU M 2017:06).

2.1.1 Nedbrytning av plast

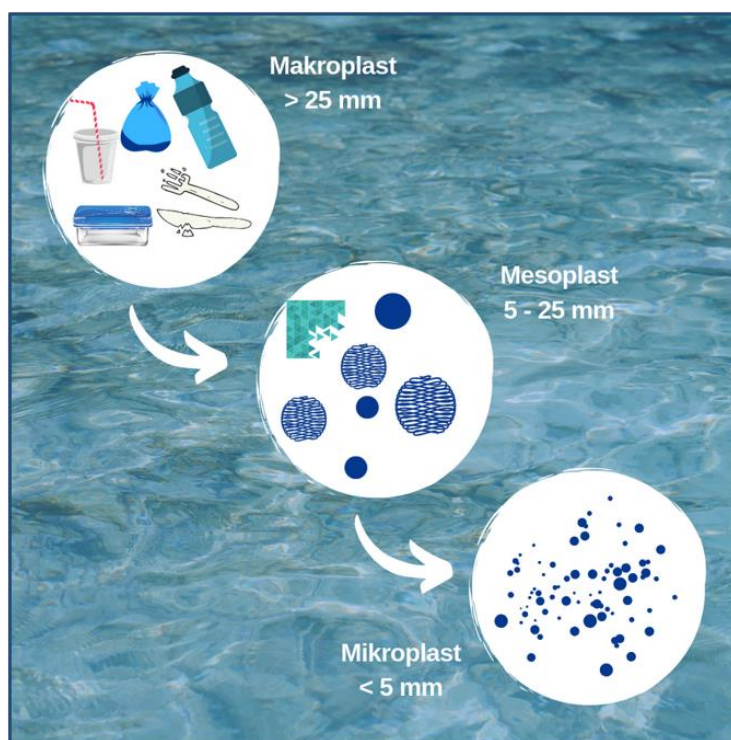
Nedbrytning av plast i havet sker till följd av miljöfaktorer som solens UV-strålning, temperaturförändringar, mekanisk nedbrytning, biologisk aktivitet eller på grund av kemiska förhållanden (SOU M 2017:06). Enligt Statens Offentliga Utredningar (M 2017:06) existerar det inte någon typ av plast som helt och hållet bryts ned i naturlig miljö. Nedbrytningen av plast är en långsam och irreversibel process som kan delas in i två olika processer: fragmentering och mineralisering.

I fragmenteringsprocessen förändras polymerens sammansättning och den bryts ned till mindre bitar. Kemisk nedbrytningen sker då solens UV-strålning klyver polymerens bindningar, vatten kan då lättare reagera med polymererna vilket resulterar i att plasten blir skör och lättare bryts ned. Fragmentering ökar med höga syrenivåer och temperaturer men också vid mekanisk nedbrytning som olika förslitningsaktiviteter, exempelvis när plast sköljs mot stenar och stränder av vågorna (SOU M 2017:06). De flesta plaster i marin miljö fragmenteras delvis och sjunker sedan till botten sedimentet där nedbrytningen avtar kraftigt (SOU M 2017:06). Omkring 40 % av all producerad plast har högre densitet än vatten och sjunker följaktligen i marina miljöer (Lebreton et. al., 2018).

Den andra processen i nedbrytningen är mineralisering där plasten bryts ned till molekyler utan onaturliga rester. Detta kräver särskilda miljöförhållanden och är resultatet av abiotisk aktivitet som sker med hjälp av mikroorganismer (SOU M 2017:06). Dåliga förhållanden för nedbrytning resulterar i att plastföremål som observerats på djupa havsbottnar har varit nästan helt bevarade (Pham et al. 2014; UNEP, 2015). För komplett nedbrytning krävs hög temperatur och plasten bryts ned till metan, koldioxid, vatten. Även plast som klassas som bionedbrytbar måste under längre tid utsättas för temperaturer över 50 grader celsius för att mineraliseras. Detta sker nästan uteslutande i industriella komposteringsenheter och aldrig i havet (UNEP, 2015).

2.1.2 Storleksindelning av plastfraktioner

Plastavfall återfinns i olika storlekar och delas huvudsakligen in i tre storleksgrupper: makro-, meso- och mikroplast. Det finns inga fastställda definitioner för vad som kategoriseras till varje klass men nedanstående är mer eller mindre vedertagna bestämmelser, se *Figur 1* (SOU M 2017:06). Inom ordet plastpartiklar inkluderas även ord och benämningar som flagor, fragment, fibrer etc.



Figur 1, storleksindelning av plastfraktioner.

Makroplast benämns ofta som det plastavfall som är möjligt att se med öga, exempelvis påsar, flaskor och förpackningar. Makroplasten kategoriseras i regel som större än 25 millimeter (SOU M 2017:06). Under makroplast kallas *mesoplast* och klassas som plastpartiklar mellan 5 till 25 mm i storlek. Det tredje storleksintervallet är *mikroplast* och definieras som plastpartiklar mindre än 5 mm. Den undre storleksgränsen är enligt Statens Offentliga Utredningar (M 2017:06) 1 μm medan den enligt Kärroman, Schönlaue & Engwall (2016) är 100 nm. Det mest angelägna är att mikroplastpartiklar är mycket små plastpartiklar som är fasta och olösliga i vatten (SOU M 2017:06). Makroplast och mikroplast är vanligast förekommande i litteratur (SOU M 2017:06).

2.2 Globalt perspektiv på plast i haven

Havet är hem för mängder av djur- och växtarter samt en ekonomisk resurs för människor i hela världen, men under årtionden har det även fungerat som slutstation för samhällets landbaserade avfall (GESAMP, 2015). Den globala produktionen av plast har ökat från 230 till 322 miljoner ton mellan år 2005 och år 2015 (Plastic Europe, 2017). Uppskattningen är att det kommer att finnas 33 miljarder ton ny plast på jorden år 2050 (Galloway, 2015). Av den globala konsumtionen beräknas 40 % vara engångsartiklar (Naturvårdsverket, 2019b). Den globala återvinningsgraden är emellertid endast 20 % (Lazarevic, et. al., 2010).

Forskning av Ellen MacArthur Foundation (2017) och World Economic Forum (2016) visar att om nedskräpningen fortsätter i dagens takt kommer det att finnas mer plast i haven än fisk år 2050. Idag finns det mer än 150 miljoner ton plast i haven och det tillkommer ytterligare mellan 4,8-12,7 miljoner ton varje år (Håll Sverige Rent, 2014; Jambeck et al., 2015). Dessa siffror stöds av Regeringskansliet (2017) som presenterar att upp mot 13 miljoner ton plastskräp årligen når haven.

2.2.1 Ocean garbage patches

I havet finns fem stora områden där havsströmmarna samlas och i dessa ackumuleras även plast. Regionerna brukar benämnas Great Garbage Patches (*Figur 2*) och är spridda över världshaven. Organisationen The Ocean Cleanup har analyserat dessa områden närmare och beräknar att de består av mer än 80 000 ton plast (The Ocean Cleanup, 2018). Den största regionen med plast är The Great Pacific Garbage Patch i norra Stilla havet mellan Kalifornien och Hawaii (Område 1 i *Figur 2*). The Great Garbage Patches består framför allt av makroplast men genom en långsam nedbrytning på vattenytan bidrar de också till ökade mängder mikroplast i haven.



Figur 2. Karta över de områden där plast samlas.

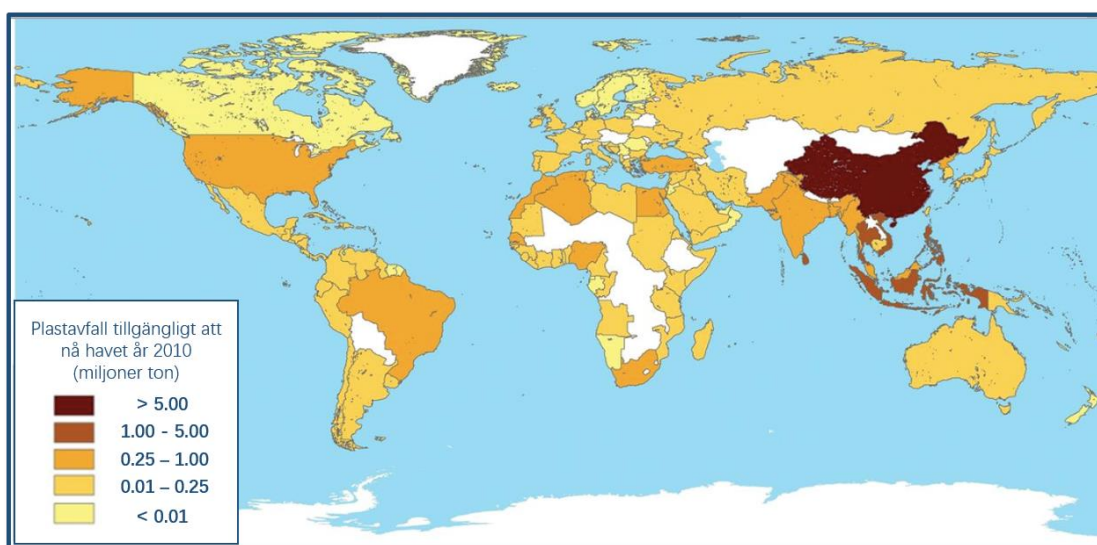
Vid mätningar i The Great Pacific Garbage Patch återfanns 1,8 biljoner plastpartiklar varav 94 % av dessa var mikroplast. Däremot utgjorde de enbart 8 % av den totala massan plast (Lebreton et al., 2018). Under år 2018 uppnådde Atlanten rekordhöga halter av

mikroplast och mängden uppgick till fyra gånger den i norra Stilla havet (WWF, 2018). Mer än åtta ton plast tillförs haven varje år, vilket motsvarar mängden från att en sopbil skulle dumpa skräp varje minut. FN uttrycker att *“Det är på tiden att vi tacklar problemet med plast som fördärvar våra hav. Plastföroreningar flyter upp på Indonesiska stränder, lägger sig på havsbotten på Nordpolen och stiger i näringskedjan, upp på våra middagsbord. Vi har stått och sett på medan problemet har blivit värre. Det måste få ett slut”* (Erik Solheim, UNEP, u.å).

2.2.2 Flöde och bidrag av plast från olika delar av världen

De senaste årtiondena har den globala plastproduktionen ökat till följd av Kinas kraftiga tillväxt. Kina är idag det land som producerar mest plast då de står för nästan en tredjedel av den totala produktionen (Jambeck et al., 2015). Europa är världens näst största producent och beräknas släppa ut 150-500 tusen ton makroplast och 70-130 tusen ton mikroplast i havet varje år (WWF, 2018; Jambeck et al., 2015).

I *Figur 3* nedan presenteras en kartläggning av mängden plast som når havet från olika länder (Jambeck et al., 2015). Enligt kartläggningen bidrog 192 länder med 275 miljoner ton plastavfall år 2010, av det beräknas mellan 5 och 13 miljoner ton hamna i haven. Kvantiteterna är beräknade utifrån global data på avfall, storlek på populationen och ekonomisk status. Forskarna kom fram till att fem länder stod för uppemot 50 % av plastavfallet och att samtliga var belägna i Asien (Jambeck et al., 2015).



Figur 3. Kartläggning av mängden plast som potentiellt kan nå havet från varje land. (Jambeck et. al., 2015)

I *Figur 3* går det att urskilja olika länders bidrag till plast i havet. Noterbart är att Sveriges och övriga nordiska ländernas bidrag är relativt litet och de största mängderna plastavfall kommer från östra Asien.

2.2.3 De globala målen och Agenda 2030

FN:s Utvecklingsprogram, United Nations Development Programme (UNDP), har formulerat 17 globala mål som en internationell förändringsplan för hållbar utveckling (Globala målen u.å). Ett av dessa, mål 14, behandlar haven: *Bevara och nyttja haven och*

de marina resurserna på ett hållbart sätt för en hållbar utveckling. Mer än en tredjedel av jordens befolkning är beroende av havet genom fiske, turism och vattenbruk för att försörja sig (Globala målen u.å). Anledningen till att plast är så frekvent förekommande i haven är enligt FN:s Miljöprogram (UNEP, 2015) flera års dålig avfallshantering i hela världen. Den dåliga avfallshanteringen av plast har bland annat berott på att plast saknar andrahandsvärde och att samhället inte har förstått konsekvenserna för djurlivet både i hav och på land. Detta har sedermera bidragit till att hanteringen inte förbättrats (UNEP, 2015).

Mål 14 innehåller flera delmål för att långsiktigt skydda våra hav. Tre för rapporten relevanta delmål presenteras nedan (Globala målen, u.å).

- **Delmål 14.a**

Handlar om förbättrad vetenskaplig kunskap, forskning och teknik som skall bidra till friskare hav. Syftet är att uppnå mindre förorenade hav och att öka den marina biologiska mångfalden. (Globala målen, u.å).

- **Delmål 14.1**

Redogör för reducering och förebyggande aktiviteter mot alla typer av föroreningar i haven till år 2025, framför allt från landbaserad verksamhet (Globala målen, u.å).

- **Delmål 14.5**

Beskriver bevaringen av kust- och havsområden. UNDP:s mål är att minst 10 % av kust- och havsområdena skall vara skyddade år 2020. Detta sker i enlighet med nationell och internationell rätt och kommer att variera beroende på situation (Globala målen, u.å).

Nationellt arbetar Sverige efter Agenda 2030 där de globala målen är integrerade. Syftet med agendan är att förbättra den sociala, ekonomiska och miljömässiga hållbara utvecklingen (SOU Fi 2018:3). Initiativet genomförs av regeringen och det finns sex olika fokusområden för att successivt göra Sverige till en modern och hållbar välfärdsstat (SOU Fi 2018:3).

2.3 Människlig påverkan på marina miljöer

Att djurliv i havet påverkas av människans plastkonsumtion har varit känt sedan 1930-talet (Fowler, 1987). Enligt UNESCO (2017) har 60 % av de marina ekosystemen som är livsnödvändiga för mänsklig försörjning, t.ex. fiske och stränder, förstörts eller överutnyttjats. Haven har länge fått lida av människors oförsiktighet och kortsiktiga sätt att tänka, utan beteendeförändring står vi inför en massutrotning av det marina livet. Idag uppskattas mer än hälften av alla marina arter vara på gränsen till utrotning år 2100. (McCauley et al., 2015; UNESCO, 2017). Makroplast och dess effekter är till stor del dokumenterat, medan mikroplastens påverkan är ett outforskat ämne där forskning pågår (Kärrman, Schönlaue & Engwall, 2016).

2.3.1 Konsekvenser av makroplast

Varje år dör mer än en miljon fåglar och över 100 000 däggdjur på grund av att de fastnar i eller kvävs av plast i haven (Regeringskansliet, 2017). Större marina djur trasslar lätt in

sig i plast eller misstar den för föda (Murray, 2009). Intrassling kan leda till drunkning och kroppsskador som sår och stympning, förtäring kan orsaka kvävning och inflammationer (Kärrman, Schönlau & Engwall, 2016). När ett djur av misstag äter plast fylls magsäcken, men eftersom plasten inte innehåller någon näring kan det leda till att djuret svälter ihjäl (SOU M 2017:06).

2.3.2 Forskning och konsekvenser av mikroplast

Forskningen på hur mikroplast påverkar djur och människor är ännu otillräcklig. Man vet inte exakt hur stora mängder mikroplast som finns i havslevande organismer och kunskapen om mikroplasters långsiktiga effekter på ekosystemen är begränsad (Kärrman, Schönlau & Engwall, 2016). Studier visar att små djur som plankton, sandmaskar, blötdjur och kräftdjur, vilka lever på små organiska partiklar, löper stor risk att äta mikroplast i tron att det är föda. Dessa är naturliga bytesdjur för andra arter och bidrar till att biomagnifiering av plast och additiv uppstår. Biomagnifiering innebär att koncentrationen av en partikel eller ämne ökar hos djuren högre upp i näringskedjan (Kärrman, Schönlau & Engwall, 2016). Plastpartiklar som förtärs av en organism kan överföras mellan de trofiska nivåerna i näringskedjan, det vill säga de följer med uppåt när ett bytesdjur äts av ett större djur (Kärrman, Schönlau & Engwall, 2016). Detta leder alltså till att vi äter vårt eget skräp. Flertalet miljögifter är hydrofoba, d.v.s. inte vattenlösliga, utan binder istället till torra, vattenfria ytor. Miljögifterna binder därför lättare till plast än till många andra naturliga partiklar. Det leder till att djuren som av misstag äter plastpartiklar även kan få i sig miljögifter (SOU M 2017:06). De giftiga ämnena har ofta hormonstörande och cancerogena egenskaper och kan vålla skada för växt- och djurliv (SOU M 2017:06).

Dokumenterade effekter av mikroplastkonsumtion är bland annat hjärnskador och svält (Kärrman, Schönlau & Engwall, 2016). En undersökning från Lunds Universitet visar att fiskar som ätit djurplanktonet *Daphnia*, innehållande plastpartiklar, får hjärnskador som leder till ett förändrat jaktbeteende och en minskad aptit (Mattsson, 2016). En studie av sandmaskar, vilka lever i sediment på havsbotten, visar att de förlorar aptiten om sedimentet innehåller höga koncentrationer av mikroplast. Det leder i längden till att de svälter ihjäl (Galloway & Watts, 2013).

Forskning på mikroplastens påverkan på människor har visat att plastpartiklar kan tas upp av lymfan och i mag- och tarmkanal hos människor men att forskningen kring mikroplast är i ett tidigt skede (Hussain, Jaitley & Florence, 2001; Galloway, 2015). Hälsorisen vid intag av mikroplast kommer att bero på partikelns kemiska uppbyggnad, dess fysiokemiska egenskaper samt förmåga att tas upp och interagera med kroppens vävnader (Galloway 2015). Denna utveckling kräver att mer görs för att minska de existerande kunskapsluckorna (Kärrman, Schönlau & Engwall, 2016).

2.4 Utsläppskällor till mikroplast i havet

Flödet av mikroplast till havet härstammar från flera olika utsläppskällor. Mikroplast delas vanligtvis in i två typer: primär och sekundär mikroplast (Svenskt Vatten, 2016). Den primära är avsiktligt producerad som exempelvis komponenter i mediciner och industriella plastpellets. Sekundär mikroplast uppstår genom att större produkter slits,

exempelvis slitage från vägar och däck, färgflagor från båtskrov och plastavfall som fragmenteras (Miljöförvaltningen, 2016).

Tabell 1. Största utsläppskällor av mikroplast i Sverige (IVL, 2017).

KÄLLA	MIKROPLAST PRODUCERAT FRÅN KÄLLAN (ton/år)	VÄG TILL HAV	MÄNGD MIKROPLAST SOM NÄR HAV (ton/år)
Väg och däckslitage	8190	Dagvatten och vind	Ingen data
Konstgräsplaner	1640-2460	Dagvatten och reningsverk	Ingen data
Slitage från båtskrov	160-740	Direkt utsläpp till hav	160-740
Tvätt av syntetfibrer	8-950	Reningsverk	0.2-19
Industriell produktion och hantering av primärplast	310-530	Industriellt spillvatten, reningsverk och dagvatten	Ingen data
Slitage av flytkroppar	2-180	Direktutsläpp till hav	2-180
Fiskeredskap	4-46	Direktutsläpp till hav	4-46
Nedskräpning	Ingen data, stor mängd antas	Dagvatten och/eller direktutsläpp till hav	Ingen data

De viktigaste källorna att åtgärda bedöms vara mikroplast från väg- och däckslitage, konstgräsplaner, tvätt av kläder, slitage av färg på båtskrov samt industriell produktion och transport av plast (IVL, 2017). Andra viktiga källor att reducera är nedskräpning, kosmetik och hygienprodukter samt slitage av färg på byggnader, flytkroppar och fiskeprodukter. Exakta kvantiteter är svåra att uppskatta men en stor del av utsläppen bedöms spridas till havet genom dagvatten, vind och diffus spridning (IVL, 2017).

Mikroplast från tvätt av syntetkläder, vissa kosmetika- och hudvårdsprodukter, industriell produktion samt övrig hantering av primär mikroplast hamnar i avloppsvattnet. Utloppsvatten från svenska reningsverk innehåller ungefär 1 % mikroplast, resterande filtreras bort i avloppsreningsverket (Gryaab, 2018). Trots att upp mot 99 % filtreras bort släpper Ryaverket i Göteborg ut cirka 70 miljoner plastpartiklar per timme (IVL, 2017).

Båtbottenfärg och nedskräpning är två flöden som beräknas stå för en stor andel utsläpp av mikroplast till havet. Slitage av båtbottenfärger uppskattas stå för 160-740 ton ny mikroplast i haven per år. För nedskräpning saknas motsvarande siffror men mängden beräknas vara stor (IVL, 2017).

2.5 Båtbottenfärg

Båten är en av människans äldsta uppfinningar. Man vet inte när den första båten tillverkades, men uppskattar att det var för tiotusentals år sedan (Tekniska Museet, 2018a). När behandling och målning började användas är inte heller fastställt. Arkeologer har emellertid funnit båtar bevarade från vikingatiden som var tätade med tjärat hår från nötkreatur (Edberg, 2017) och skepp från 1500-talet som tätades med björnmossa (Arbin, 2015).

I modern tid visar Transportstyrelsens båtlivsundersökning från 2015 att det i Sverige finns ungefär 800 000 fritidsbåtar, där ca 13 % finns på västkusten. Ungefär hälften av båtarna är behandlade med båtbottenfärg för att förhindra beväxning, även kallat biofouling, av sjötulpaner och alger (Transportstyrelsen, 2015). Totalt i Sverige används

ca 700 000 liter båtbottnfärg per år (Transportstyrelsen, u.åb). Alla färger innehåller tre grundkomponenter: ett färgpigment, ett lösningsmedel och ett bindemedel (Kemikalieinspektionen, u.åa). Bindemedlet är en polymer som hårdnar och gör att färgen stelnar och används för att hålla samman färgen (McKeen, 2016).

2.5.1 Funktionen hos en båtbottnfärg

Målning av båtskrov sker huvudsakligen i syfte att minska beväxning av alger och sjötulpaner. Detta eftersom beväxning på skrovet bland annat bidrar till att båten rör sig trögare i vattnet, blir svårare att manövrera och att bränsleförbrukningen ökar (Transportstyrelsen, u.åc). Dessutom kan båtbottnfärg skydda skrovet från mindre skador (Jotun, u.å). Beväxning på skrovet påverkas av flera faktorer: vattenkvalitet, salthalt, temperatur och antalet arter i vattnet där båten är förtöjd (Jotun, u.å). För att båtbottnfärgen skall få antifoulingeffekter, då vill säga motverka beväxning på skrovet, används biocider (Jotun, u.å). Biocider definieras av Kemikalieinspektionen (u.åb) som:

“... en produkt avsedd att förstöra, oskadliggöra, hindra, förhindra verkningarna av eller på annat sätt kontrollera skadliga organismer på annat sätt än genom enbart fysisk eller mekanisk inverkan.”

Den vanligaste biociden i båtbottnfärg är kopparoxid som är ett essentiellt spårämne hos flera havslevande organismer. I för stora mängder blir ämnet emellertid giftigt. Forskning om kopparoxidens miljöpåverkan handlar därför främst om tillåten halt i färgen eftersom växtlighet ska elimineras utan att skada övrigt liv (Hathaway, 1981; Wolter et.al, 1984).

2.5.2 Självpolerande respektive hård färg

Båtbottnfärg kan delas in i två kategorier: självpolerande färg och hård färg (Jotun, u.å). I salta vatten används främst självpolerande, mjukare färg. När båten seglar nöts färgens bindemedel mekaniskt i jämn takt vilket gör att ett färskt lager färg alltid möter vattenytan. På så sätt minskar friktionen mot vattnet eftersom skrovets yta alltid är slätt och biociden förhindrar beväxning (Jotun, u.å). Att bindemedlet nöts innebär att det löser upp sig och ger ifrån sig mikroplast och biocider. Hård färg slits inte på samma sätt som den självpolerande färgen, men innehåller mer polymerer (Jotun, u.å). Den hårda färgen innehåller biocider som förhindrar viss beväxning, men inte all. Det krävs därför underhåll under säsongen och båtägaren behöver skrubba skrovet för att all beväxning ska försvinna (Hjertmans, u.å; International, 2015). Hård färg används ofta för att kapsla in gammal färg innehållande miljögifter som idag är förbjudna att använda (International, 2015).

2.5.3 Rengöringsmetoder för båtskrov

Det finns olika metoder för att rengöra båtskrov från både färg och beväxning. Alla metoder kan bidra till ökad spridning av mikroplast om de sker under felaktiga eller okontrollerade former. De vanligaste metoderna är blästring, spolning på spolplatta, skrapning och borsttvätt, se *Figur 4*.



Figur 4: Rengöringsmetoder för borttagning av båtbottnfärg.

Blästring tar bort tidigare säsongers lager av båtbottnfärg och innebär att skrovet rengörs genom att partiklar blåses mot det med högt tryck (Livet ombord, u.å). Luftrycket gör att färgflagor lossnar. Flagorna innehåller mikroplast och biocider och dessa fångas sällan upp, utan sprids med vind och dagvatten till havet (Livet ombord, u.å).

Spolning med spolplatta innebär att båtens skrov spolras med högtrycksvatten på särskilda spolplattor där det förorenade tvättvattnet samlas upp. I en kammarbrunn sedimenteras sedan partiklarna och fångas upp för att filtreras genom ett kolfilter. Slammet, som innehåller bland annat mikroplaster och biocider, transporteras till stationer för farligt avfall (Stockholms läns naturskyddsförening, 2010).

Skrapning är en traditionell metod som går ut på att gammal färg skrapas bort för hand. Den bortskrapade båt färnen ska hanteras som miljöfarligt avfall på miljöstationerna (Livet ombord, u.å). För att färnen lättare ska lossna används ett mjukgörande medel som stryks på skrovet. Färnen blir då till en kladdig massa som är lättare att omhänderta (Livet ombord, u.å).

Borsttvätt är en metod för att rengöra skrovet medan båten ligger i vattnet och fungerar likt en biltvätt. Båtens skrov rensas från beväxning genom att båten dras genom roterande borstar. En fördel med metoden är att båten fortfarande är kvar i vattnet, men i en anläggning skild från havet. Båtägaren slipper således ansträngningen att lyfta upp båten på land. Resterna från bottenfärnen samlas upp i en balja och är klassat som farligt avfall (Båtmiljö, u.å).

2.6 Nedskräpning

Kapitlet ger en beskrivning av plastavfall och presenterar data för hur omfattande nedskräpningen är. En redogörelse ges för hur större aktörer i staden arbetar för att minska mängden engångsartiklar. Den plast som är i fokus i detta arbete är plastprodukter som t.ex. bestick, sugrör, plastglas, cigaretter, plastpåsar och take away-förpackningar.

2.6.1 Statistik kring nedskräpning

Avfall av plast är ofta enkelt att uppfatta med ögat och det genomförs därför ett stort antal mätningar på hur mängden plastavfall förändras med tiden i större städer. Håll Sverige Rent utför mätningar med syfte att jämföra data för olika platser i Sverige. Mätningarna görs genom kvantifiering och karakterisering av nedskräpning samt identifiering av skräpets härkomst (Håll Sverige Rent, 2013). Undersökningar i större tätorter i Sverige visar att det förekommer i snitt fem skräpföremål per tio kvadratmeter (Håll Sverige Rent, 2018). Under mätningar i 18 kommuner i Sverige under 2017 uppmättes 71 864 skräpföremål. Tobaksrelaterade produkter som fimpar, cigarettpaket och snus stod för 80 % av all nedskräpning. Det vanligast förekommande skräpet var fimpar och uppgick till cirka 63 % av den totala mängden. Efter tobaksrelaterade produkter var plast och papper de vanligast förekommande skräpsorterna, varav svåridentifierat plastskräp utgjorde cirka 54 %. Dessa var troligtvis är fragment från större, bortstädade föremål, t.ex. take-away-förpackningar. Efter svåridentifierat plastskräp var omslagspapper från godis och glass vanligaste (Håll Sverige Rent, 2018).

2.6.2 Miljöinitiativ från snabbmatsrestauranger

Konsumtionen hos caféer och snabbmatsrestauranger har ökat med en miljard kronor mellan år 2007 och 2016 (Statistiska Centralbyrån, 2018). Ökningen innebär samtidigt att konsumtionen av engångsprodukter av plast har tilltagit. Flera restauranger har tagit initiativ till att fasa ut engångsprodukter som innehåller fossilbaserad plast. Max Hamburgare gör ett materialbyte på sugrören, skedarna och höljet i läskbägarna. De nya sugrören tillverkas av papper, skedarna av trä och muggarnas insida kommer täckas av ett tätskikt som är tillverkat av sockerrör istället för av vanlig plast (Max Hamburgare, 2019). Vidare har Max från och med april 2019 bytt ut sina fossilbaserade plastprodukter till biobaserad plast. Detta betyder att det platen består av samma typer av polymerer som fossilbaserad plast och har samma egenskaper. Ersättning av plastmaterial innebär ingen minskning av plast i staden, men ger en klimatpåverkan genom reducerad användning av fossila material. Max mål är att de nya biobaserade engångsartiklarna kommer bidra med en årlig minskning av 89 ton fossilbaserad plast (Max Hamburgare, 2019).

Även McDonald's vill agera mot platen och menar att de som Sveriges största snabbmatskedja måste göra det lätt för sina gäster att välja hållbara alternativ. McDonald's har i och med detta valt att ersätta förpackningar av plast mot papper. Målet är att all plast ska vara utbytt senast år 2020. Detta skulle medföra en årlig besparing på 90 ton plast (McDonald's, 2019). I deras hållbarhetsrapport förklaras att plastlocken till en produkt byttes ut mot lock av papper under 2018, vilket bidrog till en årlig minskning av 11 ton plast (McDonald's, 2019).

2.7 Reglering och lagstiftning

Nedanstående två delkapitel behandlar regleringar och lagstiftning för de två flödena båtottenfärg och nedskräpning. Det presenterar också regler och styrmedel för plastprodukter.

2.7.1 Reglering för båtottenfärg

Det finns i dagsläget inget regelverk eller styrning för att minska utsläppen av mikroplast från båtottenfärg. Den styrning som finns behandlar främst biocider (Naturvårdsverket, 2017). I Miljöbalken (1998:808) beskrivs att försiktighetsprincipen skall tillämpas om det råder osäkerhet kring en verksamhets eller aktivitets miljöpåverkan. Det innebär att verksamhetsutövaren har ansvar för att ha kunskap då vill säga verksamhetsutövaren kan inte skylla på att det saknas vetenskapligt belägg om en skada skulle uppstå (Havs- och vattenmyndigheten, 2013).

Miljöbalken (1998:808) 3§:

“Dessa försiktighetsmått skall vidtas så snart det finns skäl att anta att en verksamhet eller åtgärd kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön.”

Vidare ligger ansvaret hos den aktör som bedriver eventuell miljöfarlig verksamhet att utföra undersökningar, men också att ta hand om följder.

Miljöbalken (2010:923) 22§:

“Den som bedriver en verksamhet eller vidtar en åtgärd som kan befaras medföra olägenheter för människors hälsa eller miljön eller den som annars är skyldig att avhjälpa en olägenhet från sådan verksamhet är skyldig att utföra sådana undersökningar av verksamheten och dess verkningar som behövs för tillsynen.”

Miljöbalken (2010:923) 22 § sammanfattas för allmänhet och företag som *“Det är den som skadar eller riskerar att skada som betalar för att förebygga eller avhjälpa skadan”* (Länsstyrelsen, u.å.).

Miljöbalken och EU:s biocidförordning bestämmer om användning av båtottenfärger genom att reglera vilka biocider som är tillåtna i färg och i vilken mängd. Tillåtna bekämpningsmedel i båtottenfärger dokumenteras i EU:s biocidförordning om bekämpningsmedel och presenteras tillika i Kemikalieinspektionens föreskrifter med beslut om godkända biocidbottenfärger. De godkännanden av biocider som utfärdats av Kemikalieinspektionen är framtagna för specifika regioner, vilket betyder att de upplyser om de regioner där färgen får användas. År 2008 infördes ett totalförbud i hela Sverige mot bottenfärger som innehöll tributyltenn (TBT). Förbudet gäller alla svenska fartyg oavsett storlek och även de båtskrov som målades innan 2008 med färg innehållande TBT måste avlägsnas (Miljöförvaltningen 2017).

Den europeiska branschorganisation för färg, CEPE, redovisar en rapport från 2018 hur regleringen kring rengöring, skrapning och tvättning av skroven skiljer sig från land till land och inom länder. I Sverige tillåts koppar som enda biocid mellan Örskär, en fyr utanför Gävle, och vidare längs kusten upp till Norges gräns. I övriga delar av kusten tillåts inga biocider alls. Skälet till att regleringen inte är likadan i hela landet är att vattnet

på västkusten har en betydligt högre salthalt än på östkusten. Detta leder till att skroven på västkusten attraherar mer växtlighet och kräver mer arbete för båtägaren, varför biocider är tillåtna i bottenfärgen (Kemikalieinspektionen, 2019).

2.7.2 Reglering för nedskräpning

I Sverige är all nedskräpning förbjuden enligt *Miljöbalken* (SFS 1998:808). Där finns följande paragrafer gällande nedskräpning:

- Kapitel 15, paragraf 26 miljöbalken:
"Ingen får skräpa ned utomhus på en plats som allmänheten har tillträde eller insyn till."
- Kapitel 29, paragraf 7 miljöbalken:
"Den som med uppsåt eller av oaktsamhet skräpar ned utomhus på en plats som allmänheten har tillträde eller insyn till döms för nedskräpning till böter eller fängelse i högst ett år."
- Kapitel 29 paragraf 7a miljöbalken:
"Den som begår en gärning som avses i 7 § döms för nedskräpningsförseelse till penningböter, om nedskräpningen är att anse som mindre allvarlig."

Den penningbot som nedskräpning bestraffas med om nedskräpningen anses vara mindre allvarlig ligger på 800 kronor och berör skräp som exempelvis plastförpackningar eller plastflaskor. År 2012 bötfälldes 289 personer med nedskräpningsboten. Under 2018 delades det ut 86 stycken nedskräpningsböter vilket är den lägsta siffran sen lagen infördes (Håll Sverige Rent, u.å). Europaparlamentet beslutade år 2018 att förbjuda engångsartiklar av plast där alternativa material existerar. Detta rör sig om bland annat bomullspinnar, bestick, sugrör, omrörare, tallrikar och ballongpinnar. Lagen träder i kraft inom EU år 2021 (SVT, 2018). Målsättningen är att fram till år 2025 minska förbrukningen av matförpackningar med 25 %, en minskning på 50 % för innehållet av plast i cigarettfilter och ett insamlingsmål på 90 % för dryckesflaskor. Ett utökad producentansvar har föreslagits för tillverkare av bland annat plastförpackningar, vilket skulle innebära att de får betala för avfallshantering och rengöring. Man vill också öka medvetenheten kring riskerna med plast (Europaparlamentet, 2018).

2.8 Åtgärder för att hindra spridning av mikroplast

För att minska spridningen av mikroplast finns det flera åtgärder inom respektive flöde. Nedan redogörs för ett antal åtgärder som presenteras i litteraturen.

2.8.1 Båtbottenfärg

Spridningen av mikroplast från båtbottnfärg sker dels från slitage under färd och dels när båtarna underhålls genom städning, skrubb och nymålning av skroven (Naturvårdsverket, 2017). De medel för att åtgärda spridningen av mikroplast som presenteras i litteraturen är blästring, spolplatta, skrapning och borsttvätt. Det är varje kommuns ansvar att införa hanteringsåtgärder såsom borsttvättar och spolplattor och Naturvårdsverket räknar med att det kommer att införas i fler hamnar de kommande åren (Naturvårdsverket, 2017). Endast 16 % av Sveriges båtägare har tillgång till spolplatta

med uppsamling av spolvatten eller uppsamling av slipdamm och färgrester efter bottenskrap vid sin vinteruppläggningsplats (Transportstyrelsen, 2015). En del småbåtshamnar är utrustade med miljöstationer för miljöfarligt avfall. Dessvärre saknas en systematisk utvärdering av hur dessa används (Transportstyrelsen, 2015).

En alternativ färg till självpolerande och hård färg är silikonbaserad färg (Hempel, 2016). Färgtillverkaren Hempel har tagit fram en silikonfärg, *Hempel Silic One*. Bottenfärgen förebygger beväxning genom att organismerna inte kan fästa på skrovet utan lossnar när båten seglar. Färgen är svårare att stryka på än självpolerande färg, men betydligt enklare att rengöra. För att antifoulingen skall vara effektiv krävs att båten är i rörelse och med tillräckligt hög hastighet och färgen är bäst lämpad för motorbåtar (Hempel, 2016).

2.8.2 Åtgärder för att minska nedskräpning

Det finns flera olika sätt för att minska mängden skräp. I litteraturen redogörs för regler, attitydförändringar, mer städning och utökad kunskap. Det är känt att plastpåsar utgör en stor källa till plast i naturen. För att minska mängden plastpåsar i miljön innebär de nya EU-reglerna att ansvaret att samla in och avfallshantera läggs på producenterna. Till producenterna klassas både tillverkare och försäljare av påsarna (Håll Sverige Rent, 2018). Håll Sverige Rent vill på samma sätt som med engångsartiklar av plast stifta regler så att producenterna måste ta ett större ansvar. Vidare har Naturvårdsverket fått i uppdrag att utveckla styrmedel för att bidra till en minskning av effekter på miljön till följd av nedskräpningen av plast.

Mellan år 2005-2018 hade Miljöförvaltningen ett påverkansarbete, *Trygg, vacker stad*, som arbetade med en mer långsiktig attitydförändring för att komma till bukt med problemet (Miljöförvaltningen, 2016). För att minska nedskräpningen och mikroplast i havet finns två åtgärdsförslag. Det ena förslaget är att utöka sin redan befintliga städning vid stränder med ytterligare resurser i form av personal. Det andra är att utveckla ett maritimt center i närheten av Askimsbadet, en av Göteborgs större badplatser, i förhoppning om att öka kunskapen samt att försöka påverka beteendet runt den marina nedskräpningen (Miljöförvaltningen, 2016).

Ytterligare ett projekt för att minska nedskräpningen har startats av IVL, Vasakronan, Ragnsells och Håll Sverige Rent. Syftet är att minska avfall från engångsförpackningar till mat. Vid avhämtning från restauranger får man vanligtvis maten i engångsförpackningar av plast, vilket sedermera leder till mer plastavfall i samhället (Recyclingnet, 2018). Projektet ska i samarbete med vissa restauranger testa lösningar som flergångslådor och pantsystem på förpackningar och hoppas således minska plastavfallet (Recyclingnet, 2018).

2.8.3 Metoder för städning

Göteborgs stad gör ett omfattande arbete för att minska nedskräpning och städar så mycket som 22 timmar om dygnet, året runt på vissa platser. Trots att det sker intensiv städning så kan skräp hamna i havet via blåst eller regn. Redskapen som används för städningen är sopmaskiner, plocktänger och borstar (Göteborgs Stad, u.åa). Den extra rengöringen sker under sommarhalvåret (Göteborgs Stad, u.åa). Vidare finns en städbåt i

kanalen som heter Ren-Ström och drivs på solceller. Under en säsong från april till oktober samlar den in 10 ton skräp (Göteborgs Stad, 2019). Park- och naturförvaltningens projekt *Trygg, vacker stad* bidrar också med städmaterial och hämtning av skräp, så att volontära privatpersoner kan städa (Göteborgs Stad, u.åb). Utöver all städning finns det 4300 st papperskorgar runt om i Göteborg, varav ungefär hälften är utrustade med askkopp på ovansidan av korgen (Göteborgs stad, u.åa).

2.9 Beteende

Trots att ingen uppskattar nedskräpning, kastar eller lämnar människor skräp på marken, utan att använda papperskorgar. 18 % av de som skräpar ned gör det på grund av att papperskorgen är full (Statistiska Centralbyrån, 2018). I en undersökningen från SCB visar att 15 % kastar skräp på marken av lathet och så mycket som 39 % av anledningen att det inte finns någon papperskorg tillgänglig (Statistiska Centralbyrån, 2018). Samtidigt uppger 86 % att de vill kunna källsortera förpackningar som de köper på stan (Håll Sverige Rent, 2019) och 24 % anser att företagen ska ansvara för att den möjligheten finns. Undersökningar visar att det inte är någon tvekan om att skräpet i stan till slut kan hamna i havet (Håll Sverige Rent, 2018).

Ingen har för avsikt att skräpa ned, nedskräpning anses störande och dåligt för miljön. Det finns alltså en motsägelse mellan människors attityd till nedskräpning och deras handlingar. Förklaringar till det kan vara sociala normer, bekvämlighet och ett otydligt ansvar (Soutukorva Swanberg, 2018). Individer handlar dessutom olika beroende på vilka personer som finns i omgivningen. Om en plats redan är nedskräpad är det lättare att fortsätta skräpa ned den. Detta förklaras genom beetendeforskning som visar att individer gör som andra gör och att gruppträck således spelar in. Andra faktorer som spelar in är hur långt det är till närmsta soptunna och att individen inte vet vilket ansvar som ska tas (Soutukorva Swanberg, 2018). En undersökning av nedskräpning på stränder i Argentina visade att mer skräp lämnas kvar på stora stränder än på små eftersom att ansvaret blir mindre tydligt (Cingolani et. al., 2016). Det kan yttra sig genom att en individ tycker sig "ha rätt" att skräpa ned om den betalat för en tjänst men också i sammanhang där det är tydligt att någon annan ansvarar för städningen. Förutom att skräp föder skräp så upplevs skräpiga miljöer som otrygga (Håll Sverige Rent, 2015). Nedskräpningen är inte heller alltid aktiv, utan förekommer som passiv då skräp glöms eller tappas oavsiktligt (Soutukorva Swanberg, 2018).

För att motverka att skräp uppkommer kan det vara effektivt med demonstrativa meddelanden, exempelvis på skyltar, eftersom människan, evolutionärt sett tenderar att härma vad andra gör. Att kombinera detta med en muntlig förfrågan kan vara ett effektivt sätt att förbättra beteendemönster visade den studie som genomförts på fyra stränder under två års tid och resulterade i sänka nedskräpning per person med 35 % (Cingolani et. al, 2016). Kombinationen av verbal uppmuntran samt demonstration av hur skräpet bör tas om hand har visat sig vara en effektivare metod för barn än fallet med endast en verbal uppmuntran (Lindemann-Matthies, P., Bönigk, I., Benkowitz, D, 2013). Vidare menar Lindemann-Matthies, P., Bönigk, I., Benkowitz, D (2013) att lärare som själva har ett miljöintresse kan verka som förebilder åt sina elever och få dem att känna- och ta ansvar för miljön.

2.9.1 Nudging

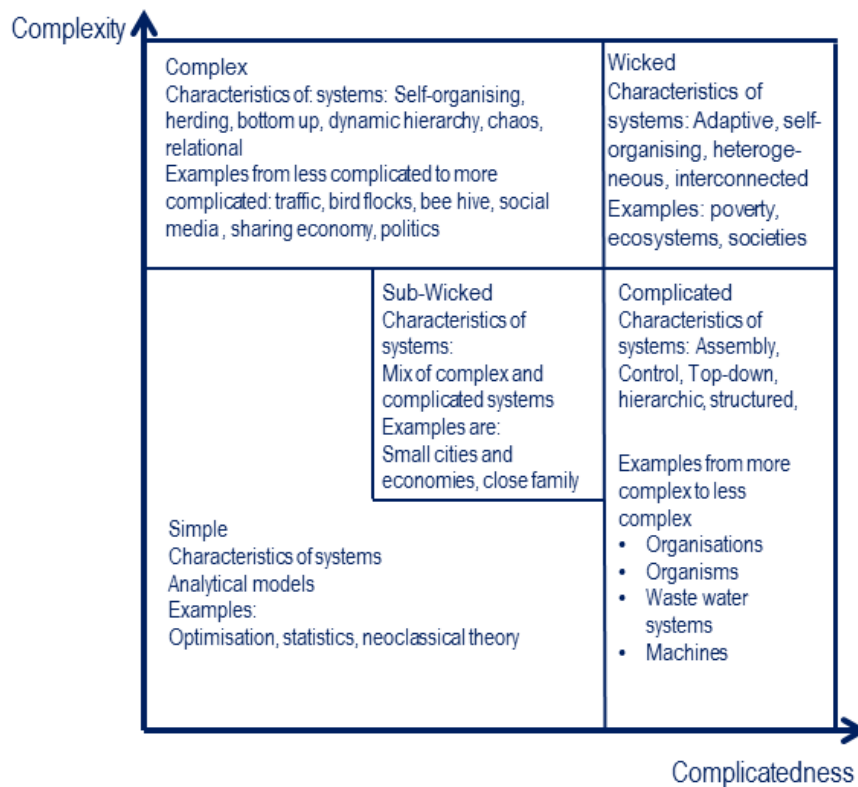
Nudging är ett verktyg som används för att förändra individers beslutsfattande i önskad riktning, i detta fall för ett mer hållbart samhälle (Ramboll, u.å). Enligt Ramsberg (2016) handlar nudging om små beteendeinsatser i vardagen som förändrar individers beslut i olika situationer. Några exempel kan vara att placera de dyraste matvarorna i ögonhöjd eller att måla fotspår i marken som leder fram till en papperskorg. Förhoppningen är att nudging kan leda till att individen ska fatta ett positivt beslut med kollektiva konsekvenser för välfärden (Ramsberg, 2016). Att göra en beteendeinsats ska ändra människans beteende utan att förbjuda eller ändra på individens ekonomiska incitament (Wilkinson, 2013). Ramsberg menar att beteendeförändringarna oftast leder till kostnadsbesparingar inom den offentliga sektorn. De allmänna medlen kan då prioriteras till andra delar av samhället, exempelvis sjukvården (Ramsberg, 2016).

3. Metod

Studien syftar till att kartlägga två separata flöden av mikroplast från båtottenfärg och nedskräpning samt dess väg till havet. Valet av flöden beror på att dessa är mer kartlagda än de andra utsläppskällorna i *Tabell 1*.

Arbetet utgår från en *Mixed method approach* med en kvalitativ och en kvantitativ ansats. Den kvalitativa ansatsen bygger på intervjuer med ämneskunniga som arbetar inom företag och organisationer som kommer i kontakt med nedskräpning och båtottenfärg. Den kvantitativa ansatsen har sin utgångspunkt i systemanalys där en materialflödesanalys och kartläggning av mikroplast från flödena genomfördes.

Ett system består av olika delar som på något sätt hör ihop i en helhet. För systemanalysen definieras två olika system som består av de två flödena av mikroplast från upphovskälla till användare, där utfallet är mikroplast i havet. Dessa flöden bildar komplexa system på grund av att de olika aktörerna består av människor som interagerar med varandra. Beteende, normer och värderingar påverkar människorna och således hur vi kan hantera systemen (Andersson och Tornberg, 2018). Komplexiteten karaktäriseras också av bland annat dynamisk hierarki *Figur 5*.



Figur 5. Bild över förhållande mellan komplexa och komplicerade system, (inspirerad av Claesson och Tornberg, 2018).

Det finns inga självklara lösningar på problem i komplexa system utan det krävs olika typer av åtgärder samtidigt för att hantera dessa. Med hjälp av materialflödesanalys önskas identifiera vilka aktörer som påverkar systemet och hur (Claesson och Tornberg, 2018).

Komplexa system innebär att de innehåller komplexa, ostrukturerade problem som består av en sammanflätning av tekniska och kontextuella element. Exempel på tekniska element är *objekt*, *verktyg*, *kunskap* och *processer* som hjälper till att lösa problem. De kontextuella elementen kan vara *sociala*, *kulturella*, *politiska*, *rättsliga*, *ekologiska*, och *ekonomiska funktioner* (Grohs, 2018). Identifiering av dessa element bidrar till att förstå komplexiteten i systemet, utvärdera konsekvenser och upptäcka åtgärder som är nödvändiga för att hantera problemen.

3.1 Litteraturstudie

Utgångspunkten för studierna var befintlig forskning, artiklar, undersökningar och rapporter om mikroplast. Majoriteten av litteraturen är mindre än fem år gammal på grund av ämnets novitet.

Litteraturstudien bestod av rapporter från bland annat Svenska miljöinstitutet, Världsnaturfonden, Regeringskansliet, Naturvårdsverket och Håll Sverige Rent. Sökningar gjordes via Chalmers bibliotekskatalog och databaser via Google Scholar på svenska och engelska. Sökord för den inledande informationssamling var "plast i haven", "mikroplast" och "plastförorening" och dylikt. Litteraturstudierna om båtbottnfärg användes frekventa sökord som "självpolerande färg", "båtbottnfärg" och "biocider" och för nedskräpning har sökord bland annat varit "nedskräpning", "plastnedskräpning", "engångsplast" och "sophantering".

3.2 Datainsamling

Övrig datainsamling baseras på kvalitativa intervjuer, observationsstudier samt en kvantitativ enkätundersökning.

3.2.1 Intervjuer

Intervjuerna hade två urvalsmetoder, den ena med utgångspunkt i ämneskunskap och den andra genom snöbollsurval. De ämneskunniga identifierades utifrån arbetsområde och/eller position på relevanta företag, myndigheter och organisationer. Snöbollsurvalet innebär att en kontakt eller ett intervjuobjekt ger förslag på ytterligare personer att intervjua. Snöbollsurval är tidssparande och ofta är det lätt att få personen att ställa upp då den har blivit rekommenderad av en bekant (Denscombe, 2014). Målet med intervjuerna var att få utförliga svar och kunskap om intervjuobjektets uppfattning och erfarenhet inom respektive system (Patel & Davidson, 1994).

Intervjuerna var semistrukturerade där en del frågor var gemensamma. De grundläggande allmänna frågorna fokuserade intervjun kring båtbottnfärg och/eller nedskräpning och gav möjlighet för följdfrågor. Det generella frågeformuläret innehöll frågor om medvetenhet kring mikroplast, åtgärder för att minska spridning av mikroplast och miljöpolicies.

För varje flöde fanns det också specifika frågor som t.ex. informantens kunskap om båtbottnfärg, och mikroplast i båtbottnfärg. Andra frågor berörde mängden såld färg, utveckling av miljövänliga färger, hantering och varianter av båtbottnfärg och målning

av båtskrov. För nedskräpningsflödet ställdes främst frågor om sophantering i Göteborg, beteendepsykologi, städning av kanalen samt mätmetoder för nedskräpning.

Intervjuerna varade mellan 45–60 minuter och majoriteten av intervjuerna ägde rum på företaget, organisationen eller hos myndigheten. Där det inte fanns möjlighet att genomföra ett möte prioriterades telefonintervju och därefter mailkonversation. Ytterligare frågor och oklarheter som uppstod i efterhand ställdes och besvarades via mail. Vid varje intervju deltog två personer från projektgruppen och arbetet fördelades genom att en person ställde frågor och den andra antecknade samtidigt dialogen. Efter intervjuerna sammanfattades anteckningar och och protokoll presenterades för övriga gruppmedlemmar.

Informanter inom utsläpp av mikroplast från båtottenfärg

Viktiga aktörer identifierades för att kartlägga flödeskedjan av mikroplast från färgtillverkare till utsläpp i havet t.ex. Kemikalieinspektionen, tillsynsmyndigheter, småbåtshamnar och båtägare, se *Tabell 2*.

Tabell 2. Informanter inom båtottenfärg.

NAMN	ORGANISATION	INTERVJUMETOD	INTERVJUFORM
Karin Mattsson, Mikael Andersson	Jotun	Identifierat intervjuobjekt	Fysiskt möte
Krister Holmberg	Chalmers Tekniska Högskola	Identifierat intervjuobjekt	Fysiskt möte
Roger Lindberg	Göteborgsregionens Fritidshamnar AB (Grefab)	Identifierat intervjuobjekt	Fysiskt möte
Jenny Toth	Miljöförvaltningen	Snöbollsurval	Fysiskt möte
Lina Petersson	Transportstyrelsen	Identifierat intervjuobjekt	Telefon
Catharina Frisell	International Yacht Paint	Identifierat intervjuobjekt	Mail
Anna Hassani Nordqvist	Miljöförvaltningen	Snöbollsurval	Mail

Informanter inom nedskräpning av plast

Intressanta aktörer för nedskräpning ansågs vara Miljöförvaltningen, Park- och Naturförvaltningen på Göteborgs Stad, Ren Kust och Håll Sverige Rent. Nedan presenteras de som intervjuats om nedskräpning, se *Tabell 3*.

Tabell 3. Informanter inom nedskräpning.

NAMN	ORGANISATION	INTERVJUMETOD	INTERVJUFORM
Eva Blidberg	Håll Sverige Rent	Identifierat intervjuobjekt	Telefon
Mikaela Löfgren	Park- och Naturförvaltningen	Identifierat intervjuobjekt	Fysiskt möte
Thomas Larsson	Park- och Naturförvaltningen	Snöbollsurval	Fysiskt möte
Jenny Toth	Miljöförvaltningen	Snöbollsurval	Fysiskt möte
Cilla Eklund	Ren Kust	Identifierat intervjuobjekt	Fysiskt möte
Stefan Risedal	Trafikkontoret	Snöbollsurval	Fysiskt möte
Dennis Andersson	Park- och Naturförvaltningen	Snöbollsurval	Fysiskt möte

3.2.2 Observationsstudie

För att undersöka den lokala nedskräpningen i Göteborgs innerstad genomfördes en observationsstudie. Observationerna fokuserade på nedskräpning av ytskiktet i kanalen. Dokumentation skedde genom att två platser i kanalen fotograferades (*Figur 6*) i två riktningar varje måndag eftermiddag under perioden februari-april 2019. På fotografierna finns dokumenterat vilken typ av nedskräpning, dess frekvens och vädret.



Figur 6. Karta över del av Göteborgs innerstad med utmarkerade platser för fotografering.

Platserna som observerades var Lejontrappan och Fredsbron eftersom de har stor genomströmning av människor under hela dygnet. Bilderna granskades med avseende på kvantitet och vilka sorters skräp som fanns i kanalen.

För att få en mer komplett uppfattning av hur nedskräpningen ser ut i området kombinerades fotograferingen med intervjuer med ansvariga på Park- och Naturförvaltningen och Miljöförvaltningen samt Park- och Naturförvaltningens resultat från sina mätmetoder. En intervju om kanalstädning utfördes med personalen på Ren-Ström, Göteborgs kanalers städbåt.

Som komplement till intervjuerna om bottenfärg och för att få en uppfattning av hur Grefabs hamnar kan se ut gjordes ett studiebesök i Björlanda Kile hamn (6/4-2019). Syftet var att få en bild av hur båtarna behandlas inför den kommande båtsäsongen och vilka metoder för skötsel av båtskrov som användes. I samband med studiebesöket fick en båtägare som befann sig i hamnen och förberedde sin båt inför säsongen svara på några frågor.

3.2.3 Enkätundersökning

För ett kvantitativt komplement till intervju- och observationsmaterial fick båtägare i Göteborgsregionen svara på en enkät. Enkätens syfte var att undersöka medvetenheten

om mikroplast i båtottenfärg, attityden mot miljövänliga färger och metod för skötsel av båtotten.

Frågorna behandlade ålder, antal år som båtägare, rengöringsmetod, val av bottenfärg, mikroplast i bottenfärg, uppskattad miljömedvetenhet och intresse av att köpa miljövänlig färg. Enkäten skickades ut till sju Facebookgrupper för båtägare och resulterade i 73 svar.

3.3 Avgränsningar

Utsläppskällor har avgränsats till flödena av mikroplast från nedskräpning och båtottenfärg. Båtottenfärg från fritidsbåtar valdes för att den är en direkt källa till mikroplast i hav. En viktig faktor är att det för båtottenfärg anses lättare att kvantifiera mängden mikroplast som når havet, än för flera andra källor. Nedskräpning valdes för att göra problemet mer generellt och för att kunna inkludera fler människor än enbart båtägare.

Flöde av skräp till havet sker längs hela Sveriges kust men rapporten avgränsar sig till Göteborgs stad och Stora Hamnkanalen, "*kanalen*", i centrala Göteborg. Detta gäller även flödet av mikroplast till hav från båtottenfärg. Företeelsen sker i alla hav men rapporten är avgränsad till Göteborgsregionen.

Projektgruppens arbete riktar sig framför allt mot Globala målens delmål 14.5, men går även att motiveras utifrån de två andra delmålen inom mål 14. Delmål 14.5 valdes för att kust- och havsområden skall kunna bevaras på en nationell nivå.

3.3.1. Båtottenfärg för fritidsbåtar

Rapporten behandlar enbart båtottenfärg trots att det finns olika typer av färg på en båt. Detta på grund av att båtottenfärg slipas av från båten vid färd och därför bidrar till att mikroplast som hamnar i havet i en betydligt högre utsträckning än andra färger.

Vidare riktar sig studien till fritidsbåtar och inte till fartyg. Enligt Naturvårdsverket (2017) står fritidsbåtar för en totalt sett större mängd utsläpp av mikroplast än vad fartyg gör. Fartyg behandlas och regleras på andra sätt än fritidsbåtar och har annan lagstiftning med kontroll och underhåll (Transportstyrelsen, u.åa). Ytterligare ett skäl är att det anses vara lättare att skapa medvetenhet och påverka beteendet hos enskilda ägare av fritidsbåtar än hos företag med betydligt mer komplexa processer för beslutsfattande och förändrat beteende. Det finns en mängd olika företag och varumärken inom försäljning av båtottenfärg för fritidsbåtar. Arbetet studerar två av de tre största aktörerna på marknaden, International som är en del av Akzo Nobel och Jotun.

3.3.2 Nedskräpning

Den del av rapporten som behandlar nedskräpning undersöker nedskräpning av plast. Plastprodukter inkluderar exempelvis fimpas och engångsartiklar av plast och är en betydande källa till nedskräpning i stadsmiljön. Vid observationsstudien påträffades även andra typer av skräp som papper, metall och trä. Detta är emellertid inget som rapporten tar i beaktning.

3.4 Analysstrategi

I inledande del av analysen kommer ett systemtänkande att användas för att undersöka de olika aktörernas perspektiv på problemet med mikroplast. Detta kommer att göras utifrån resultaten som fått från de olika flödena. Genom att använda systemanalys kan syfte och frågeställning besvaras på ett sätt lämpligt sätt. Flödena behandlas som öppna ostrukturerade problem. Med hjälp av tekniska och kontextuella element (Grohs 2018) formuleras aktörernas olika problemställningar för att sedan utvärdera agerande, ansvarsfördelning och åtgärder.

Inom de två flödena har olika element varierande betydelse och sammanflätningen blir därför inte likadan. Elementen har använts i olika stor utsträckning för respektive aktör och problem. I analysen utreds detta och vilka element som är av betydelse för respektive aktör.

Vidare diskuteras hur resultatet redogjorde för de olika aktörernas kunskap och medvetande om mikroplast. För de olika inledande problemen som beskrivs presenteras även åtgärdsförslag.

4. Resultat

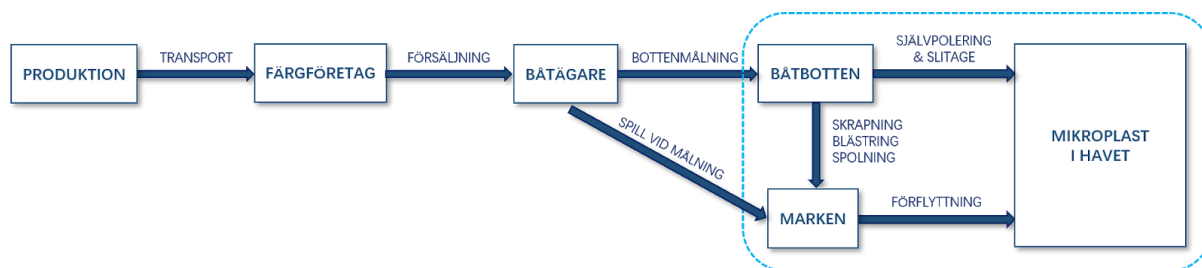
I följande kapitel presenteras resultat som mottagits från datainsamlingen. Inledningsvis presenteras materialflöden från land till hav. Därefter redogörs för kunskapsläget om mikroplast och attityden till dess problematik hos olika aktörer inom båtbottnfärg och nedskräpning. Avslutningsvis redovisas hanterings- och åtgärdsförslag för att kunna minska spridningen av mikroplast. Sammanställning av intervjuobjekt samt datum och typ av kommunikation finns i *Bilaga A*.

4.1 Materialflöde

Nedan presenteras materialflöden från upphovskälla till hav för båtbottnfärg och nedskräpning.

4.1.1 Mikroplast från båtbottnfärg

Det finns två möjliga flödesvägar för mikroplaster av båtbottnfärg till hav antingen slitage vid segling eller spridning vid hantering. Slitage av färg från skrovet direkt till havet sker antingen till följd av avsiktlig självpolering eller genom att färgen slits bort. Från land sker spridningen vid bristfällig hantering av färg, samt vid bottenmålning och rengöring av båtar. Färgen transporteras då till havet via dagvatten och vind. *Figur 7* nedan visar flödet av mikroplast till havet från båtbottnfärg. Flera aktörer bidrar till utsläpp av mikroplaster. De viktigaste aktörerna befinner sig under färgföretag, försäljning och båtägare i *Figur 7*. De berörda aktörerna är Jotun, International, Grefab, Båtägarna, Miljöförvaltningen och Transportstyrelsen.



Figur 7. Materialflöde av båtbottnfärg från upphovskälla till mikroplast i havet

K. Mattsson, technical service manager på Jotun, beskriver hur båtbottnfärgen först tillverkas och sedan transporteras till en återförsäljare. Sedan köps färgen av en båtägare som ska måla skrovet på båten inför sjösättning. R. Lindberg, teknisk samordnare på Grefab, menar att det vid målning kan förekomma spill av färg på marken som kan förflyttas till havet via dagvattnet. Båtens färd i vatten ger också färgslitage, vilket då sker direkt i den marina miljön. När båten rengörs genom blästring, skrapning eller spolning uppkommer färgflagor som sedan transporteras till havet via vind eller dagvatten.

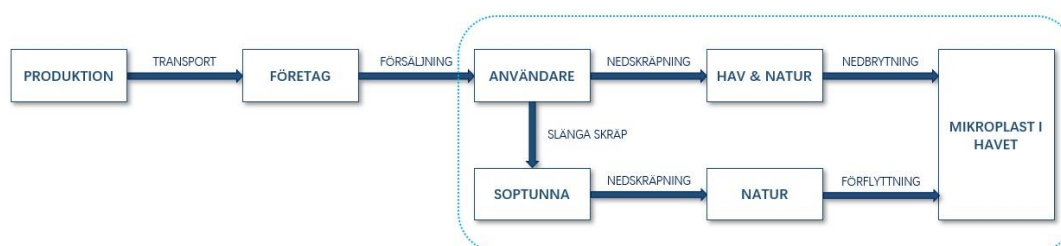
Färgföretagens tekniska och kontextuella element handlar om de *ekonomiska* elementen - de är båda kommersiella företag och vill inte tillverka en färg utan att tjäna pengar på den. Eftersom det idag finns regleringar för hur färg får produceras och vad den ska

innehålla är färgproducenterna tvungna att förhålla sig till det *rättsliga* och *politiska*. Jotun och Internationals *kunskaper* kring ämnet mikroplaster är goda. Det saknas idag *tekniska* lösningar då vill säga för att tillverka färg utan polymerer som bindemedel.

Nästa steg i flödesschemat berör båtägarna där de kontextuella elementen är mer representerade. Den *kulturella* aspekten har stor inverkan på båtägare då de är vana att använda samma metoder för att rengöra, år efter år. *Kunskaperna* kring mikroplast hos båtägare och Grefab är låga och funktionen hos färgen är det som betonas mest under intervjuer och enkätundersökningen. *Tekniska* element d.v.s. *verktygen* för rengöring och hantering av spillmaterial finns idag för både båtägare och Grefab. Grefab betonar att de *ekonomiska* medlen är en begränsning eftersom resurser saknas för att köpa utrustning för *tekniska* kontroller d.v.s. röntgenutrustning för kontroll av färg. De *rättsliga* elementen är ramverket som Transportstyrelsen ger för hantering av utsläpp och användning av båtottenfärg. Miljöförvaltningens roll i flödet är att ge Grefab och båtägarna information kring Transportstyrelsens regler för hantering och att tillhandahålla tekniska lösningar som förenklar uppsamlingen av avfall.

4.1.2 Mikroplastflöde från plastprodukter i kanalen

T. Larsson, enhetschef på Park- och Naturförvaltningen, förklarar att nedskräpningen i Göteborgs stad är både väder- och säsonsberoende. Flödet av plast från inköp av plastprodukter till kanalen och vidare till havet kan bero på överfulla papperskorgar eller på negativt beteende hos människor. Soligt och varmt väder bidrar till att papperskorgar blir överfulla och att skräp ramlar ur eller placeras på marken bredvid. Skräpet kan enligt M. Löfgren löpa stor risk att flyga ned i kanalen m.h.a nederbörd, vind och fåglar. *Figur 8* nedan visar hur mikroplast från nedskräpning slutar upp i havet. De viktigaste aktörerna i flödet är företag, användare och kommunen. Bland företag förekommer de som bedriver försäljning av plastprodukter, t.ex. snabbmatsrestauranger och återförsäljare av engångsprodukter av plast.



Figur 8. Materialflöde av nedskräpning från upphovskälla till mikroplast i havet

Användarna av engångsprodukterna har oftast *verktyg* att förhindra nedskräpning t.ex. genom att lägga skräpet i papperskorgar. Däremot saknas ofta *kunskap* kring konsekvenserna av plast som blåser ned i vattendrag. De kommunala bolagen har *verktygs-* och *kunskapsproblem* för att förhindra mikroplast. Däremot så är de tvungna att förhålla sig mot kontextuella elementen vilket förhindrar att använda de *tekniska* verktyg som finns.

Företag i flödet är vinstdrivande och har tydliga *ekonomiska* mål men måste också förhålla sig till förelagda *rättsliga* bestämmelser. Exempel på *rättsliga* element är vilka typer av plast som får användas till matförpackningar utifrån hälsorisker. Hos

Miljöförvaltningen är de *kulturella* och *politiska* elementen relevanta då de bestämmer hur Göteborgs renhållning ska verkställas. Miljöförvaltningens *kulturella* element handlar om att det är svårt att förändra en företagskultur med gamla rutiner och det *politiska* elementet gäller de bestämmelser som politiker fastlägger kring vilka resurser som får brukas. Trafikkontoret arbetar också efter *politiska* men även *ekonomiska* element. Dessa två problem går hand i hand med tanke på att Trafikkontoret inte har tillräckliga resurser att arbeta mer kring nudging trots dess framgång.

4.2 Bidrag från de två flödena

I följande kapitel ges en bild av hur resultatet förmedlar vilka bidrag av mikroplast som sluter upp i havet från de respektive flödena. Kapitlet ger en bild av att plast används av oss människor men att det slarvas vid hanteringen av skräpet.

Båtbottenfärg

Jotuns självpolerande färg är deras bäst säljande färg. Enligt K. Mattsson är det ungefär 30 % av färgen som förväntas slitas bort när båten seglar. Detta sker fram till dess att biociderna i färgen har slutat verka och man bör måla på ett nytt lager. Jotun rekommenderar att man målar skrovet med två lager vid första målningen och därefter ett lager en gång per år (K. Mattsson). Under år 2018 sålde Jotun 20 600 liter självpolerande färg på västkusten. De självpolerande färgerna gör att det sker stora mängder direktutsläpp av polymerer och biocider till våra havsmiljöer.

Nedskräpning

I observationsstudien där projektgruppen kontinuerligt fotograferat kanalen visas en del plastföremål som PET-flaskor och förpackningar, se *Bilaga B*. Mängden plastföremål är relativt svår att uppskatta eftersom de ligger i härvor med annat biologiskt material t.ex. vass. Stor del av plasten sjunker till botten och är därmed svår att se förklarar S. Risedal, planeringsledare på Trafikkontoret. Han konstaterar också att cigarettfimpar är den värsta typen av skräp i Göteborg. Fimporna är besvärliga att plocka upp med sopmaskiner eftersom de ofta hamnar mellan springorna i kullerstenen. Fimporna har även högre densitet än vatten vilket innebär att de sjunker om de hamnar i kanalen. D. Andersson, skeppare på Park- och Naturförvaltningens städboat Ren-Ström, berättar att de tar upp ungefär 2 kubikmeter skräp med båten varje vecka under säsongen mellan april och oktober. Andersson uppskattar att mängden plast är ungefär en tredjedel. Mycket av plasten som hittas är t.ex. flaskor, plastpåsar och engångsartiklar av plast som har blåst ner från parkerna i anslutning till kanalen.

Både J. Toth och E. Blidberg förklarar att det i dagsläget inte heller finns några lämpliga mätmetoder för att undersöka hur stora kvantiteter som når havet från större floder och åar. De menar att mätningar av mängden mikroplast i kanalen skulle kunna ge ett bra mått för hur stora mängder som släpps ut. Att mäta bidraget av mikroplast i havet från nedskräpningen är komplicerat eftersom det beror på väder, vind, strömmar etc. Det är svårt att få data som inte varierar för mycket (T. Larsson; M. Löfgren). Detta bekräftas även i IVL:s kartläggning av källor till mikroplast där det inte heller existerar någon data från nedskräpning.

Havs- och Vattenmyndigheten ansvarar för att ta fram lämpliga mätmetoder, men det kommer troligtvis att ta tid innan dessa finns tillgängliga och används anser J. Toth. Av de mätningar som Håll Sverige Rent tidigare genomfört i parker, stränder och stadsmiljöer har emellertid andelen plast uppgått till 90 % av avfallet berättar E. Blidberg.

4.3 Kunskap och attityd om mikroplast och båtbottnfärg

Följande kapitel behandlar kunskap, attityd och ansvarsfördelning inom flödet för båtbottnfärg. Inom flödet finns aktörer som färgproducenter, offentliga organisationer och myndigheter samt privata båtägare. Utifrån intervjuer med aktörer och med hjälp av enkätundersökningen till båtägare presenteras en uppfattning om attityder, kunskap och hur ansvaret ser ut kring miljön i allmänhet och till mikroplast i synnerhet.

4.3.1 Färgproducenter

Färgföretagen International Paint och Jotun har båda omfattande miljöpolicys som framför allt berör resurseffektivitet i logistikkedjan, omhändertagande av avfall respektive utsläpp av koldioxid och biocider. Under intervjun med C. Frisell från International Paint berättar hon att företaget aktivt arbetar med miljöfrågor. De planerar därför att starta ett separat bolag, *Paint the Future*, vars enda syfte är att skapa en ökad funktionalitet och finna cirkulära lösningar för International. International arbetar mot FN:s globala mål 11, 12 och 17 som berör hållbara städer och samhällen, hållbar konsumtion och produktion och globalt partnerskap. Dessa tillämpas enligt C. Frisell genom hela AkzoNobel koncernen. Däremot arbetar de inte med mål nummer 14 som behandlar hav och marina resurser.

K. Mattsson berättar att Jotun har startat en miljöåtgärdsplan, Jotun GreenSteps, vilken avser att minska utsläppen av koldioxid och biocider. Framställningen av bottenfärg är strikt reglerad och det krävs omfattande dokumentation av innehåll och krav för att Kemikalieinspektionen ska godkänna färg för försäljning. K. Mattsson förklarar därför att alla färgföretag är tvungna att tänka på miljön och ta hänsyn till de restriktioner och lagkrav som finns. Kemikalieinspektionen reglerar främst användningen av biocider. Varken Jotun eller International Paint har idag konkreta åtgärder för att minska utsläppen av mikroplast som deras båtbottnfärger orsakar och de ställer sig dessutom skeptiska till om bottenfärgen över huvud taget bidrar till mikroplaster i haven.

4.3.2 Organisationer inom offentlig sektor

Under intervjun med Grefab berättade R. Lindberg att han och flertalet kollegor inte är medvetna om att båtbottnfärg innehåller mikroplast. Han berättar att informationen och utbildningen som de fått om miljöproblem från Miljöförvaltningen har fokuserats på TBT och andra biocider. R. Lindberg uttrycker behovet av att få utbildning inom området och menar att för en aktör som Grefab är det viktigt att ha god insikt i den miljöpåverkan som båtbottnfärg orsakar.

I intervjun med J. Toth, miljöutredare på Miljöförvaltningen, redogör hon för att tillsynsavdelningen ger råd, information och riktlinjer angående gifter och mikroplast för

småbåtshamnar i Göteborg, vilket inkluderar Grefab. Enligt A. Hassani Nordqvist på tillsynsavdelningen genomfördes en utbildning för Grefabs hamnpersonal under hösten 2017 med föreläsningar av forskare från forskningsprojektet CHANGE. Projektet var tvärvetenskapligt inom naturvetenskap, miljörett och företagsekonomi och pågick fram till 2018 (Göteborgs Universitet, 2018). Syftet var att tillsammans med båtorganisationer, småbåtsägare och myndigheter, minska halterna av utsläpp från miljöfarliga ämnen i båtbottnfärg genom att utvärdera miljövänligare metoder för renhållning av båtskrov (Göteborgs Universitet, 2018).

Miljöförvaltningen hade tidigare personal utsänd till båtmässan i Göteborg berättar J. Toth. Representanternas uppgift var att informera besökarna om innehållet i båtbottnfärg. Biociderna var i fokus eftersom kunskapen om mikroplaster och dess effekter på biodiversitet och människor fortfarande var i tidigt forskningstadium och inte reglerad i lagstiftningen. Projektet fick dessvärre läggas ned då Miljöförvaltningen saknade tid och resurser för att årligen närvara på mässan (J. Toth).

Under intervjun med L. Petersson, sakkunnig i båtmiljöfrågor på Transportstyrelsen, beskriver hon att Transportstyrelsen generellt ser mikroplaster som ett stort problem, men att det ännu inte finns något aktivt arbete mot mikroplaster i båtbottnfärg. Transportstyrelsen planerar att jobba med biocider och mikroplaster parallellt för att undvika att en åtgärd mot mikroplaster ger en ökning i biocider.

4.3.3 Båtagare

Flera intervjuade aktörer upplever att engagemanget och intresset för miljö och hållbarhet är lågt hos båtagare. Enkätundersökningen visar att 55 % av båtagarna inte vet om att båtbottnfärg innehåller polymerer. Av de som deltog svarar nästan 70 % av båtagarna att funktion d.v.s ta bort beväxningen är det absolut viktigaste vid val av färg.

Både R. Lindberg från Grefab och K. Mattsson från Jotun upplever att funktionen är den mest betydande faktorn för båtagare vid val av båtbottnfärg. De uppmärksammar också att det finns ett generationsproblem gällande användning av giftig färg. De äldre människorna är vana att använda gamla typer av färger och då också den funktionalitet som fanns innan regleringen av biocider. Problemet grundar sig i att majoriteten båtagare i småbåtshamnarna är äldre män som har använt samma metoder för målning och skötsel av båtskrov under lång tid. De menar att giftig färg anses vara en kvalitetsstämpel hos många båtagare, snarare än något som bör motverkas. Att en färg sticker i näsan och får ögonen att tåras ses ofta rentav som någonting positivt.

K. Mattsson berättar vidare att Jotun tog fram en giftfri färg för några år sedan men att försäljningsvolymen var för låg hos kunderna. Jotun uppfattade det som att det saknades intresse hos kunderna för en giftfri färg.

Det finns också en kunskapsbrist hos båtagarna om miljöproblem och en likgiltighet för färgens miljöfarliga innehåll. Det finns tillfällen där båtagare själva blandar i biocider i färgen i hamnarna för att förbättra funktionen (R. Lindberg). Även K. Mattsson menar att det finns båtagare som åker till Norge för att köpa norsk färg som tillåter mer bekämpningsmedel i färgen. Båda aktiviteterna är olagliga i Sverige.

L. Petersson från Transportstyrelsen anser att beteendet har förändrats på kort tid. På bara ett par år ska den äldre generationen ha börjat visa intresse för hållbarhet genom att närvara på olika event kring miljö, främst på östkusten. På västkusten där beväxningen är svårare finns det fortfarande ett motstånd hos båtägarna att förändra sitt tillvägagångssätt vid hantering av bottenfärg. Vidare beskriver L. Petersson att båtägare på västkusten upplever nedskräpningen av plast som ett större problem än båtbottnfärgernas utsläpp av plast och biocider p.g.a det synliga skräpet.

4.3.4 Ansvarsfördelning

Idag är det huvudsakligen upp till varje enskild båtägare att förhålla sig till regler och restriktioner samt att ansvara för avfall vid skötsel och rengöring av båtbottnen, berättar R. Lindberg. Han menar att Grefab bara kan informera om vilka färger som godkänns av Kemikalieinspektionen och rekommenderas av Miljöförvaltningen. Han lyfter problematiken med att det inte finns någon juridisk bindning mellan båt och båtägare likadant som det finns ägandebevis för bilar. Konsekvenserna blir att det inte går att koppla vem ansvaret ska läggas på vid användning av otillåtna medel. Även K. Mattsson från Jotun belyser att det inte finns strikta regler för hur färgen skall hanteras eller hur bottenmålningen skall ske, men belyser att val av färg och målning ligger hos kunden.

L. Petersson påpekar att det är varje kommuns ansvar att införa kontroll av bottenfärg. Tillsynen kan överlåtas till båtklubbarna i kommunen. Detta har några kommuner gjort bland annat Stockholms kommun. Det är också kommunernas ansvar att få fram regleringar och eventuella påföljder vid missbruk av dessa, vilket i så fall ska ske med hänsyn till miljöbalken. Detta kan t.ex. innebära att båtar målade med felaktig färg måste saneras inom en viss tid, annars tillfaller bestraffning genom böter för båtägarna.

4.4 Kunskap och attityd om mikroplast från nedskräpning

Det finns en stor kunskap om plast i haven menar E. Blidberg, områdesansvarig på Håll Sverige Rent. Både dykare och organisationer har kontaktat Håll Sverige Rent för att bistå med att plocka skräp runt om längs västkusten. Hon pekar på det positiva intresset hos delar av befolkningen för att hjälpa till att städa och hålla rent för djurliv och miljö. I enkätundersökningar som Håll Sverige Rent har gjort framkommer det att alla tycker att nedskräpning är negativt, men trots det sker nedskräpning. Anledningen till detta är lathet och en dålig attityd till problemet. Det krävs helt enkelt en grundlig beteendeförändring (Håll Sverige Rent, 2019).

Inom mikroplast finns dessvärre inte samma kunskap. Förklaringen till detta är att mikroplast är ett nytt miljöproblem. Mikroplaster är svårare att se med ögat och därför är det svårt att förstå att det finns (E. Blidberg).

M. Löfgren från Park- och Naturförvaltningen beskriver att attityden till nedskräpning skiljer sig åt mellan olika individer. Det finns de som inte bryr sig överhuvudtaget och bara lämnar skräpet efter sig. Detta bygger både på lathet och likgiltighet för miljön och naturen. De flesta brukar dock ta vara på sitt skräp och slänga det på rätt plats. Vidare menar Löfgren att om det funnits större kunskap om sambandet mellan nedskräpning och

plast i haven och dess långsiktiga effekter hade det troligtvis resulterat i mindre nedskräpning.

4.5 Hantering och åtgärder

Under intervjuer och observationer gavs en bild hur hanteringen av båtbottnfärg och arbetet med nedskräpning ser ut idag. Det presenteras även åtgärder för att minska spridningen av mikroplast från både båtbottnfärg och nedskräpning.

4.5.1 Båtbottnfärg

Fokus för alternativa åtgärder bör ligga på att minska spridning av ny mikroplast i de marina miljöerna, exempelvis genom att förbjuda självpolerande färg för småbåtar föreslår L. Petersson. Självpolerande färger används idag av 67 % av båtägarna visar enkätundersökningen. Den visar också att 73 % bottenmålar sin båt en gång per år vilket bekräftas av K. Mattsson. Styrmedel mot färgföretagen skapar en åtgärd tidigare i flödet som bidrar till att mängden mikroplast minskar. R. Lindberg föreslår att färgproducenterna bör tillhandahålla innehållsförteckningar för deras färger eller att självpolerande färger förbjuds helt. J. Toth vill också se förändringar t.ex. att insatser mot mikroplast ska utföras förebyggande. Hon tror att om forskningen tydligt bevisade att mikroplast var skadligt för människan skulle striktare åtgärder tillämpas och nya lagar införas för att minska utsläppen.

För att hamnarna ska kunna kontrollera vilken båtbottnfärg som används för att följa eventuell ny lagstiftning finns det så kallade XRF-scanners, ett verktyg som kan upptäcka olika biocider i färg (L. Petersson). Dessa verktyg är dyra och om Grefab skulle köpa in dessa verktyg vill man först vara säker på att de inte utgör en hälsorisk för användaren till följd av strålningsexponering.

Icke självpolerande färger medför ett mer regelbundet underhåll av skrovet. Det gäller framför allt på västkusten där bevuxningen är större. L. Petersson uttrycker att via användning av teleskopborste, en borste med längre skaft, blir borstningsprocessen relativt smidig. Vid ytligare rengöring kan båten ligga kvar i vattnet. För mer grundliga tvättar krävs en god infrastruktur för spolplattor och borsttvättar. Dessa måste framför allt ha bra uppsamlingsystem för att samla upp eventuella färgrester och annat avfall. Även Jotun uppmanar sina kunder att rengöra vid spolplattor med välfungerande avrinningssystem (K. Mattsson). En kompletterande åtgärd kan vara att slamsuga dagvattenbrunnarna i hamnen och således förhindra ytterligare avfallsspridning föreslår R. Lindberg.

I den observation som gjordes i en av Grefabs Småbåtshamnar, Björlanda Kile den 6 april, noterades att en spolplatta finns tillgänglig i hamnen. Det vanliga i Björlanda Kile var att båten rengjordes på uppställningsplatsen och att spolplattan inte användes, se *Figur 9* nedan.



Figur 9. Fotografi från observation i Björlanda Kile Hamn.

Uppställning av båten på båtbockar gör att den blir statisk, vilket medför att uppsamlingen av färgrester blir mer problematisk. Vid båtbockarna finns inga system för avrinning och uppsamling. Om båten spolras båten i denna position sprids färgen med vindar, regn eller dagvatten. Utöver spolplatta är blästring också en vanlig metod för att rengöra båtskrovet. J. Toth föreslår att småbåtshamnar kan införa blästringshallar för att minska dess spridning av mikroplast till havet. Allt avfall samlas då upp och kan hanteras korrekt, vilket är komplicerat vid blästring utomhus.

Idag finns inte några alternativ till plast som bindemedel i bottenfärg förklarar K. Holmberg, professor inom ytkemi på Chalmers tekniska högskola. Att tillverka en bottenfärg fri från polymerer är således inte möjligt. Därför måste problemet med utsläpp av mikroplast lösas på annat vis. Han belyser att en mer slitstark typ av bottenfärg, t.ex. silikonfärg borde användas som alternativ till biocidfärger. Han förklarar att silikon är en polymer som är mycket hydrofob och mjuk. Dessa egenskaper försvårar mikroorganismers metoder att binda och fästa vid ytan och färgen innehar således antifoulingeffekter trots avsaknad av biocider.

I dagsläget används silikon i bottenfärg främst till större fartyg och har historiskt sett varit svår för privatpersoner att använda. Anledningen är enligt K. Holmberg att den ställer krav på en relativt hög temperatur när den målas på samt att båten måste befinna sig i rörelse under en stor del av tiden för att den skall vara effektiv. För fartyg som seglar fram och tillbaka mellan olika hamnar varje dag är detta inget problem, men för en fritidsbåt som ligger i hamn under en längre tid utan att röra på sig kan det ske beväxning på ändå. Enligt K. Holmberg kan konceptet ändå vara värt att bygga vidare på.

Miljöförvaltningens rekommendation är att båten grundmålas med epoxifärg och en hård biocidfri färg samt att eventuell växtlighet därefter borstas av. L. Petersson förklarar att epoxifärg är en färg innehållande epoxiharts; en polymer bildad av reaktionen mellan två längre kolkedjor. En hård färg, vilket epoxifärg är, innehåller mer polymerer men slits samtidigt inte i samma grad som en självpolerande färg gör.

4.5.2 Nedskräpning

Nedskräpningen varierar över året och mer resurser sätts därför in under sommaren och vid särskilda evenemang, då nedskräpningen är mer omfattande, berättar T. Larsson. Göteborgs Stad städas varje dag året om och som mest 22 timmar om dygnet inne i centrum. Trots detta är överfulla papperskorgar ett stort problem under sommarmånaderna, se *Figur 10*.



Figur 10. Fotografi från Smithska Udden i Göteborg, 2018, efter en solig helg i maj.

Hon förklarar också att det kan behövas tydlig information som visar nästa soptunna eller plats där man kan kasta sitt skräp finns, så man inte lägger det på marken bredvid en redan full soptunna. Genom att ha en stor resurspool och då kunna sätta in fler resurser vid snabbt behov tror M. Löfgren att man kan få bukt på problemet.

Städbåten Ren-Ström städar i kanalen ca tre gånger i veckan under högsäsongen (maj-september). I april och oktober kör båten vid behov och under resten av året städas inte kanalen. Miljöförvaltningen i Göteborg arbetar med att motverka nedskräpning av kanalen och under 2019 kommer ett projekt starta som ska kartlägga mängden avfall som hamnar i vattnet till följd av nedskräpning. Projektet ska även titta på vilken typ av skräp som finns för att få en bättre uppfattning av problemet. Båten kommer att bemannas med personal som kan plocka upp synligt skräp med håv.

Göteborgs Stad arbetar både förebyggande och reaktivt för att motverka nedskräpning i Göteborg. Nudging är ett förslag på en proaktiv åtgärd. S. Risedal, planeringsledare på Trafikkontoret, har arbetat med flertalet testkampanjer som har gett goda resultat, se

Figur 11. Han tycker att nudging är det absolut bästa sättet att få bukt med cigarettfimpar och tror också att det skulle kunna användas för att minska nedskräpning i stort.



Figur 11. Exempel på nudging-kampanj av Göteborgs Stad för cigarettfimpar.

Under en treveckorsperiod resulterade kampanjerna i att antalet cigarettfimpar i koppen ökade med 41 % jämfört med tidigare. En annan proaktiv åtgärd som införts är att ha *Tour de skräp*, ett projekt för att informera politiker, handlare och fastighetsägare om problemen med nedskräpning och på så sätt öka kunskapen inom ämnet. Detta evenemang innefattar också en promenad där de plockar skräp i centrum.

Ett åtgärdsförslag som stöds av både S. Risedal och C. Eklund, kommunikatör på Ren Kust, är flytande papperskorgar, så kallade *Seabins*, se *Figur 12*. *Seabins* flyter på vattenytan och samlar upp passerande skräp i ett filter. S. Risedal tror att dessa kan vara användbara och berättar att det finns planer på att installera ett antal *Seabins* i Göteborgs kanaler för att städa kanalen.



Figur 12. Fotograf av en Seabin.

Som ytterligare åtgärd vill Risedal se strängare böter gällande all sorts nedskräpning. De förbud som finns idag tas inte på tillräckligt stort allvar och är något som bör regleras och kontrolleras hårdare. M. Löfgren styrker att det krävs politiska förändringar inom det förebyggande arbetet. E. Blidberg beskriver hur Håll Sverige Rent försöker arbeta förebyggande genom att informera skolelever om nedskräpningens negativa effekter. De skolor som aktivt arbetar med hållbar utveckling blir tilldelade "grön flagg" - ett sorts intyg för att de är klimatsmarta. E. Blidberg berättar vidare att de bedriver viss lobbyverksamhet mot stat och regering, men att fokus ligger på att skapa medvetenhet och engagemang på individnivå.

5. Analys

I följande kapitel analyseras resultatet och frågeställningarna besvaras. För att bygga upp en förståelse och kunna analysera de resultat som hämtats in från datainsamlingen används den förebyggande teorin.

5.1 Problemformulering

I nedanstående delkapitel beskrivs var i de två flödena som problemen ligger och hur ansvarsfördelningen i flödet ser ut. Genom att identifiera problemens position i flödena kan åtgärder kopplas specifikt till de berörda aktörerna.

5.1.1 De olika aktörernas problem

Inom systemet för båtottenfärg finns det problem mellan aktörer som skulle kunna undvikas och följaktligen förhindra ytterligare spridning av mikroplast. Hos färgföretagen är verktygselementet av betydelse eftersom bottenfärg inte kan tillverkas utan polymerer som bindemedel. Då färgföretagen är vinstdrivande vill de inte ändra sina produkter förrän det kommer lagstiftning kring hur mycket plast färgen får innehålla. Bland både båtägare och Grefab råder en kunskapsbrist gällande mikroplaster och dess flöde. Genom att skapa en större kunskap och medvetenhet hos Grefab kan de prioritera åtgärder för att minska spridningen av mikroplast. Informationen om mikroplast och dess konsekvenser bör kommuniceras från Miljöförvaltningen som arbetar för att förebygga flöden av mikroplast. Av den orsak att båten är placerad på båtbockar är den besvärlig att flytta och det försvårar användningen av t.ex. spolplatta. Det är därför av vikt att båtägare, på ett okomplicerat sätt, ska kunna nyttja de befintliga verktygen för hantering hos Grefab. Genom bättre infrastruktur i hamnen med lättillgängliga hanteringsmöjligheter ger Grefab båtägarna möjlighet att använda spolplattor, borsttvättar etc. Det kulturella elementet visar sig hos båtägare genom att de använder de enklaste och ofta samma hanteringsmetoder, år efter år. Potentiella krav på förändringar av hantering och färg skulle kunna leda till att båtägare blir motstridiga för att det bryter deras rutiner och fortsätter med samma metod som de alltid gjort.

Det finns ett antal tekniska och kontextuella element som är gemensamma för berörda aktörer inom flödet av nedskräpning. I relationen mellan kommunen och privatpersoner är kunskapselementet viktigt. Den allmänna vetskapen om de långsiktiga effekterna som nedskräpning har och kunskapen om mikroplast idag är låg. Detta är något som kommunen, via Miljöförvaltningen, skulle kunna arbeta mer med. Detta skulle exempelvis kunna ske genom reklam i staden och att man närvarar vid evenemang som tenderar att generera mycket skräp. Kommunen kan också underlätta för privatpersoner att ta vara på sitt skräp genom att ha en välfungerande infrastruktur för avfallshantering, där sorteringsmöjligheter finns.

Genom strängare reglering för tillverkning av plastprodukter skulle företagen vara tvungna att använda andra material vilket skulle minska mängden plastavfall i naturen och havet. Företag och restauranger som säljer artiklar av engångsplast styrs av ekonomiska mål inom bolaget men tvingas också förhålla sig till politiska bestämmelser kring vilka material som får användas. Vid sådana bestämmelser kommer företagen att

behöva ändra sina budgetar för inköp av förpackningar och dylikt. Även om kommunala verksamheter som Miljöförvaltningen och Park- och Naturförvaltningen vill utöka sina renhållningsresurser, begränsas de av politiska element där Göteborgs Stad bestämmer de ekonomiska resursernas fördelning. Detta kan leda till att åtgärder som hade varit lämpliga att utföra inte blir möjliga till följd av brist på ekonomiska medel.

5.1.2 Ansvarsfördelning och reglering för båtottenfärg

Utsläpp av mikroplast från båtottenfärg behandlas inte i någon lagstiftning vilket gör det svårare att motverka eftersom det finns inte några konsekvenser för den som orsakar utsläpp. Eftersom att de restriktioner och regleringar som finns endast behandlar biocider måste inte färgföretagen ta hänsyn till att deras färger släpper ut mikroplast. Transportstyrelsen belyser dock att det finns planer på att börja informera och arbeta mot utsläpp av mikroplaster. Förbud och restriktioner skulle kunna vara ett första steg mot att påverka företag och konsumenter i rätt riktning.

Att efterfrågan på miljövänlig färg är låg bland småbåtsägare i Sverige försvårar utvecklingen hos vinstdrivande färgföretag. Eftersom plast är en nödvändig komponent i båtottenfärg går det inte heller att erbjuda en färg fri från plast i nuläget. De självpolerande färgerna ger direkta utsläpp av polymerer och biocider men för att minska utsläppen av dessa vill Miljöförvaltningen att användningen ska upphöra. Här uppstår en konflikt mellan företagen och kommunen.

Grefab bär också ett ansvar för att sätta upp förhållningsregler på sina områden. Genom att formulera sina regler i linje med en hållbar hantering och skötsel av båtskrov kan de påverka båtägarna att minska sina utsläpp av mikroplast. Genom kontroll av vilka färger eller rengöringsmetoder som används tvingas båtägare att följa dessa regler. Grefab menar att de inte kan agera kontrollerande myndighet men genom att uppdatera sina riktlinjer och regler kan man tvinga båtägare till att följa dessa. Om småbåtshamnarna ska ta ett större ansvar för kontroll av färg och hanteringsmetoder kommer kostnaderna för hamnen emellertid att öka och leda till att det blir en dyrare hamnavgift för båtägarna.

5.1.3 Ansvarsfördelning och reglering för nedskräpning

Att skräpa ned är olagligt och allvarigare nedskräpning kan till och med resultera i fängelsestraff. Till skillnad från mikroplastutsläpp från båtottenfärg finns styrmedel för nedskräpningsflödet. Det låga antalet dömda för nedskräpningsbrott, sett till mängden nedskräpning vittnar dock om att mer kontroll hade varit av betydelse. Det behövs mer konsekvenser vid nedskräpning och tydligare information för att komma till bukt med problemet. Kontroll av nedskräpning är en fråga om resurser och prioritet för Trafikkontoret och är något som de måste ansvara för.

Kommunen, i form av Miljöförvaltningen och Park- och Naturförvaltningen, måste bistå med rätt infrastruktur för att ta hand om skräp och även stå för renhållningen i staden om nedskräpning ändå sker. Miljöförvaltningen skulle också kunna påverka allmänheten genom att utbilda gällande kopplingen mellan plast och mikroplast i hav och konsekvenserna av att kasta skräp i naturen. Genom kunskapsspridning kan ett större miljöintresse skapas och få folk att ta större ansvar för sitt skräp.

Flera distributörer av plastprodukter har tack vare lagstiftningar gällande plast och de senaste årens miljödebatt redan börjat leta efter ersättningsmaterial. Ett antal restauranger har gjort nödvändiga byten till exempelvis papper och trä istället för plast och det krävs att fler efterföljer för att vidare reducera spridningen av mikroplast. Restauranger och andra distributörer av plast är vinstdrivande företag och är därför beroende av kunder. Om kunderna efterfrågar alternativ till plast i ännu högre utsträckning kommer det att underlätta skiftet av material från restaurangerna.

5.2 Kunskap och medvetenhet om mikroplast och dess effekter

Kunskapen om mikroplast och dess effekter varierar mellan olika aktörer och är generellt sett tämligen begränsad. Den individuella kunskapen om ämnet är delvis hög men det är tydligt att det råder kommunikationsbrister i relationen mellan aktörer som Miljöförvaltningen och Grefab. Det finns också en avsaknad av medvetenhet hos båtägare. Om tydligare kommunikation och informationsspridning kunde ske mellan aktörerna så skulle det öka möjligheterna för förändrat beteende. Ytterligare forskning om mikroplast krävs, men också en ökad kunskapsspridning av den fakta som existerar idag.

Både intervjuer och enkätundersökningen tyder på att båtägares intresse för mikroplast och det osynliga problemet är lågt. Detta medför mindre försäljning av de miljövänliga färgerna. En miljövänlig inställning är viktig för att välja de minst skadliga färgerna och rätt metoder för hantering av spillmaterial vid underhållning av skrovet. En miljövänligare inställning kan också skapa incitament för vinstdrivande företag att utveckla mer hållbara alternativ.

Den generella uppfattningen i samhället är att nedskräpning upplevs negativ. Trots det skräpar många ned. Mycket av nedskräpningen verkar dessutom ske på grund av ren lathet. Det är även vida känt att det finns ett problem med makroplast i haven. Däremot är kopplingen mellan nedskräpning och dess bidrag till ökade mängder mikroplast inte lika vedertagen.

I takt med att forskningen på mikroplast och dess effekter tilltar kan även den allmänna kunskapen om mikroplast öka. Befintlig forskning visar att djur som äter mikroplast får negativa hälsoeffekter och genom biomagnifiering i näringskedjor får även människan i sig plastpartiklar. Även om det ännu inte är fastställt hur eller i vilken utsträckning mikroplast påverkar människan är det rimligt att anta att det inte är hälsosamt. Oavsett hur mikroplast påverkar har människan ett förvaltningsansvar för att inte orsaka förödelse för andra djur och ekosystem.

5.3 Hantering och åtgärdsförslag för att minska flödet av mikroplast

I nedanstående delkapitel beskrivs en ingående analys av de hantering- och åtgärdsförslag som kan bidra till att minska flödet av mikroplast. Kapitlet behandlar hamnarnas

infrastruktur, färg och underhåll, snabbmatsrestauranger, städning och flytande papperskorgar och även informationsinsatser.

5.3.1 Hamnarnas infrastruktur

Spolplattor är en effektiv åtgärd eftersom den fångar upp det avfall som annars hade hamnat på marken och sedermera i dagvatten och hav. Det inkonsekventa användandet av spolplattor visar dock på att det ändå finns brister i hanteringen. Bristerna kan t.ex. handla om lathet eller ointresse av var avfallet från båten tar vägen. Det kan också bero på en otillräcklig infrastruktur vid båtplatserna som gör det svårt att flytta på den annars statiskt uppställda båten. Om spolplattorna är svåra att nå fysiskt kan borsttvättar vara ett lämpligare alternativ. Med denna metod utförs rengöringen av färg i vattnet där båten är mer rörlig än vid uppställning och uppsamlingen sker avgränsat från resten av havsvattnet. Naturvårdsverket som förespråkar just borsttvättar, räknar med att de kommer införas i flera hamnar framöver. De menar också att det i nuläget är varje kommuns ansvar att införa dem. Risken finns tyvärr att detta gör införandet långsamt, därför skulle det gå snabbare att lagstadga eftersom kommunerna då måste förhålla sig till lagen. Ett införande av spolplattor och borsttvättar garanterar dessvärre inte att de används. Således skulle det även krävas att hamnarna informerar och rekommenderar båtägarna om dessa rengöringsmetoder.

5.3.2 Färg och underhåll

För att undkomma problemet med att mikroplaster slits av från självpolerande färger så kan *Hempel Silic One* vara ett alternativ. Detta är en silikonfärg för fritidsbåtar och färgen klassas varken till självpolerande eller hårda färger. Teknologin skulle kunna bidra till en minskning av både biocider och mikroplaster i havet, om den blir efterfrågad på marknaden. Nackdelen är att färgen är mer svårarbetad vid målning, men detta kan vägas upp genom att den är lättare att hantera vid rengöring. Förhoppningen från Hempel om att silikonfärg är standard om fem år är självfallet god, men det krävs troligtvis en hel del kampanjer och reklam för att båtägare ska få upp ögonen för den relativt nya teknologin. Förhoppningsvis kan vetskapen om att färgen förenklar rengöringsprocessen vara ett incitament. Samma sak gäller *Seaboost Overdrive*. Om rätt marknadsföring görs kring dess fördelar, finns det god chans att färgen blir populär bland småbåtsägare.

5.3.3 Snabbmatsrestauranger

Det är i nuläget tidigt att utvärdera resultaten från det nyligen genomröstade förbudet gällande engångsplast inom EU. Dock är det positivt att se att snabbmatskedjor som Max Hamburgare och McDonald's tar ansvar som stora distributörer av engångsartiklar. Förutom att deras byte av material i engångsförpackningar i sig leder till stora minskningar av plastkonsumtion, kan det troligen ge ringar på vattnet; andra restauranger och företag kan bli inspirerade till att göra samma sak. Genom att plast inte erbjuds i samma utsträckning i dessa sammanhang kommer det i längden att bidra till att mängden engångsplast som slängs i naturen minskar.

5.3.4 Städning och flytande papperskorgar

En betydande åtgärd mot nedskräpningen kan vara att Park- och Naturförvaltningen som plockar skräp och tömmer papperskorgar arbetar ytterligare mer säsongsanpassat. Enligt Park- och Naturförvaltningen finns det emellanåt resurser 22 timmar om dygnet. Trots detta blir papperskorgar överfulla på exempelvis badplatser vid bra väder. Om tömningen skedde mer frekvent under sommarsäsongen, då mer skräp generellt genereras till följd av luncher och picknickar som äts ute, skulle mängden plastavfall i naturen kunna reduceras. Vidare finns det förslag till att använda fler flytande papperskorgar i kanalen i syfte till att minska mängden plast som redan finns i vattnet. I förlängningen är det dock önskvärt att strypa flödet tidigare för att få ett mer omfattande resultat. Detta skulle medföra att färre åtgärder behöver vidtas när nedskräpningen väl ägt rum.

5.3.5 Informationsinsatser

Olika nudgingprojekt visar på att det med enkla medel går att påverka människor att slänga sina fimpar på rätt plats. Resultaten av genomförda projekt i Göteborgs stad har varit lyckade och medförde att fler fimpar hamnade i askkoppen. Detta innebar en bättre ihopsamling av fimpar som annars hade hamnat i miljön. Förhoppningen är att kunna införa samma typ av nudging till papperskorgar för att minska nedskräpning. Ett sådant projekt kräver ekonomiska satsningar men Göteborgs stad kommer samtidigt inte att behöva investera i lika stora resurser för att ta hand om skräpet i naturen.

Undersökningar visar att kombinationen av en demonstrativ bild tillsammans med en muntlig uppmaning är det som ger bäst resultat på beteendemönster gällande nedskräpning. Om Göteborgs stad arbetade mer proaktivt med demonstrativa skyltar och verbal information hade de förhoppningsvis kunnat lägga färre resurser på själva städandet.

6. Diskussion

I nedanstående kapitel granskas rapportens metod, datainsamling och avgränsningar. Genom att diskutera arbetsprocessen lyfts huruvida alternativa arbetssätt hade varit lämpligare för att svara på rapportens syfte och frågeställningar.

6.1 Metod

Studien har använt en systemteoretisk utgångspunkt för de två flödena. Nedan diskuteras för- och nackdelar med metodiken för datainsamlingen som bestod av litteraturstudier, intervjuer, observationsstudier och en enkätundersökning.

6.1.1 Systemteoretisk utgångspunkt

För att angripa problemet med mikroplast ur en systemteoretisk utgångspunkt behövde systemgränser identifieras. Genom att systemen definierades som hela materialflödet från upphovskälla till användare för respektive flöde inkluderas flertalet aktörer. Det resulterade i en omfattande datainsamling där information och kunskap samlades in på flera olika håll. En nackdel med att behandla flera aktörer var att kunskapen som kunde fås inte var lika djup som om projektgruppen istället hade fokuserat på en aktör i flödet. Hade färre aktörer studerats hade eventuellt mer konkreta och utvecklade åtgärdsförslag kunnat ges. Att studera hela flödet var fördelaktigt då det gav en helhetsbild och viktiga problemområden kunde således identifieras. Utan att angripa hela materialflödet för respektive utsläppskälla hade inte kunskapen om flödet och källans komplexitet kunnat fås. Det valda angreppssättet resulterade i att projektgruppen kunde dra slutsatsen att åtgärder krävs på olika nivåer längs hela materialflödet för att minska utsläppen av mikroplast till havet.

6.1.2 Litteraturstudie

I kartläggningens inledande skede utfördes omfattande litteraturstudier om plast i hav på global nivå. Litteraturstudien genomfördes ur ett brett perspektiv vilket gjorde den explorativ i viss mån. Genom att avgränsa arbetet i ett tidigare skede hade djupare kunskap inom ämnet mikroplast kunnat presenteras.

Litteraturstudien behandlade vidare ämnet mikroplast utifrån forskning, litteratur, nyheter, artiklar, vetenskaplig tidskrift samt rapporter från myndigheter och miljöorganisationer. På grund av ämnet är relativt nytt krävdes många olika informationskällor med fokus på ny publicerad och aktuell forskning. Osäkerheter kring ämnet var ofrånkomligt och påståenden och resultat från litteraturstudien behövde därför stödjas av flera källor. Rapporter från miljöorganisationer syftar till att vara opartiska, samtidigt som de arbetar med opinionsbildning. Detta gör att det krävs ytterligare kritisk granskning av statistik och resultat som presenteras i dessa rapporter. Informationen från miljöorganisationer har projektgruppen därför försökt finna stöd för forskning eller vetenskapliga rapporter.

6.1.3 Intervjuer

Kvalitativa intervjuer genomfördes för att få ytterligare kunskap om ämnet och perspektiv från aktörer som verkar inom systemen. De metoder som tillämpades vid val av informanter var att utifrån litteraturen identifiera ämneskunniga inom respektive system samt snöbollsurval. En nackdel med att projektgruppen identifierade önskade informanter var att det skedde i ett tidigt skede av processen och angelägna informanter kan således ha missats.

Vid intervjuer med de identifierade informanterna användes snöbollsurval för båda flödena där dessa rekommenderade ytterligare personer att intervjua. Nackdelen med snöbollsurval är att informanterna riskerar att ha ett liknande perspektiv på problemet. Projektgruppen kan därför ha gått miste om andra relevanta synsätt. Däremot kan snöbollsurvalet resulterat i att projektgruppen fått intervjua ytterligare lämpliga och ämneskunniga personer som hade varit svåra att få kontakt med annars.

Tillämpning av intervju som metod bidrar med en viss osäkerhet då intervjuobjekten kan presentera subjektiva åsikter. Både urval och spridning av intervjuobjekt påverkar studiens utfall. Det bör också tas hänsyn till att de organisationer, experter, företag och myndigheter som kontaktats kan vara partiska och fabricera svar som är till sin egen fördel. För att säkerställa validitet och tillförlitlighet från respondenterna hade fler intervjuer kunnat genomföras. Det hade varit önskvärt att få en större variation bland aktörer inom båtottenfärg för att få ett mer tillförlitligt och komplett resultat. Exempelvis kunde fler intervjuer med färgföretag ha givit en mer nyanserad bild av branschens inställning till problematiken med mikroplast. Projektgruppen fick komplettera med ytterligare litteraturstudier.

Fysiskt möte prioriterades framför mail- och telefonkonversation där det var möjligt eftersom det möjliggjorde utveckling och förklaring av frågor och svar från båda parter. Detta tillsammans med att kroppsspråk, tonläge och personlighet påverkar hur svar mottas och uppfattas gör att fysiskt möte ger en mer fullständig bild. Intervjuerna följde en flexibel semistrukturerad process vilket gav möjlighet till utförliga svar, följdfrågor och förändrad inriktning på intervjun. Mindre flexibilitet i processen hade emellertid möjliggjort tydligare jämförelser mellan intervjuerna. Intervjuerna transkriberades inte, men allt som informanten sade antecknades i realtid. Det hade varit bra att spela in samtalet för att kunna säkerställa resultat, betoningar och tonläge i efterhand.

6.1.4 Observationer

För den observationsstudie som genomfördes i kanalen i centrala Göteborg förväntades ett tydligare resultat av nedskräpning. Observationen gjordes systematiskt och visade på att antalet skräpobjekt under perioden februari-april inte varierade nämnvärt. Antalet föremål var lågt under perioden, men studien kunde ändå presentera att det sker nedskräpning i kanalen trots kallt väder. Den visade också att trots att nedskräpning är ett omfattande problem är den inte alltid synlig, vilket inte gör det lika tydligt för allmänheten.

Området för observationsstudien behandlar enbart två platser i Göteborg och mer omfattande studier hade kunnat göras för att få tydligare resultat. Det hade varit tidskrävande och det är inte säkert att andra slutsatser hade kunnat dras.

6.1.5 Enkätundersökning

Enkätundersökningen skickades ut till sju Facebookgrupper för båtägare i hamnar i Göteborgsområdet. Enkäten gav 73 svar och sett till antalet svar kan inte några större slutsatser baseras på denna men kan användas som indikation på ett synsätt. Det kunde därför ha varit önskvärt att skicka ut den till fler båtägare. Projektgruppen kan inte heller verifiera att svaren är sanningsenliga eller att rätt målgrupp har besvarat enkäten.

6.2 Syfte och frågeställningar

Studien har till stor del varit explorativ vilket inneburit att syftet har omformulerats under projektets gång. Kartläggningen av de båda flödena har varit ett grundläggande syfte från processens början och har bidragit till val av intervjuer som metod. Splittringen mellan hur olika aktörer uppfattar problemet med mikroplast blivit tydligare i ett senare skede av processen. Om projektgruppen hade varit medveten om detta från start hade datainsamlingen kunnat fokuseras ytterligare på den problematiken och behandlat fler relevanta aktörer.

6.3 Avgränsningar

De avgränsningar som projektgruppen har genomfört har påverkat studiens genomförande och resultat. Nedan diskuteras för- och nackdelar med dessa.

6.3.1 Val av flöden

Genom att avgränsa rapporten till två flöden möjliggjordes en jämförelse mellan dessa. Dess olikheter medför skillnader i metod och resultat. En viss uppdelning av flödena var nödvändig vilket försvårade arbetet med att skapa en homogen och tydlig rapport. Såvida studien enbart behandlade ett flöde hade det funnits mer tid för att analysera det flödet. Om projektgruppen från början varit medveten om att det idag inte finns något substitut till polymerer i båtottenfärg hade eventuellt ett annat flöde prioriterats. Det var emellertid svårt att behandla kopplingen mellan nedskräpning och dess bidrag av mikroplast i haven, då nedskräpning inte ger direkta utsläpp av mikroplast utan är beroende av nedbrytningsprocessen.

6.3.2 Geografiskt område

De geografiska avgränsningarna till Göteborgsregionen underlättade vid observationsstudierna och för att möjliggöra fysiskt möte vid intervjuer. Nackdelen med att avgränsa området är att resultat inte nödvändigtvis är generella utan gäller enbart för området. Däremot hade ett större geografiskt område kunna lett till mer tidskrävande litteraturstudier och eventuellt tunnare resultat.

6.4 Resultat

Studien har resulterat i en kartläggning av flödet mikroplast från båtottenfärg och nedskräpning vilket rapporten syftade till att uppnå. Det finns en tydligare koppling mellan båtottenfärg och utsläpp av mikroplast till haven och således har det flödet gett mer distinkta resultat. Gällande nedskräpningen är det komplicerat att uppskatta bidraget av mikroplast från flödet. Studien har visat att mikroplast i havet för många är ett osynligt problem; ett samband som inte hade varit möjligt att identifiera utan att behandla två flöden. Den kunskapsbrist som existerar om flödet av mikroplast från båtottenfärg och nedskräpning kan antas gälla för fler geografiska platser än Göteborgsregionen. Att båtottenfärg idag inte kan produceras utan polymerer gäller för hela branschen och således kan åtgärdsförslag och förbättring av hantering längs flödet generaliseras. Likaså gäller de beteendeförändringar som krävs för minskad nedskräpning. Med den hantering och nedskräpning som råder idag bör även företag utanför Göteborg minska mängden engångsplastförpackningar.

7. Slutsats

I kartläggningen av flödet båtottenfärg framgick det att flera aktörer bidrar till miljöproblemet. I många fall beror det på okunskap. Kartläggningen av nedskräpningen visar att det är individers beteende som bidrar mest. För att komma tillrätta med problemet behövs det åtgärder för hela flödena som informationsinsatser och förändrad attityd till miljöproblemet. Vidare forskning krävs om mikroplast och dess påverkan på levande organismer; människor tillika djur- och växtarter för att inse allvarligheten. De olika aktörerna uppfattar problemet med mikroplast på olika sätt.

- Företagen uppfattar mikroplast främst som ett lagstiftnings- och resursproblem
- Myndigheterna uppfattar det som ett kunskapsproblem.
- För både båtägare och nedskräpare är mikroplast ett osynligt problem.
- De olika problembeskrivningarna som bidrar till ansvarsfrågan blir otydlig och vem som skall kontrollera vad och vem.

Medvetenheten om risker med mikroplast skiftar mellan aktörerna. Myndigheterna känner till riskerna men för båtottenfärg är det främst biociderna som är i fokus. Det gäller även för övriga aktörer i båtottenflödet. För nedskräpningen är medvetenheten generellt låg om mikroplastens effekter. Snabbmatsrestaurangerna skifte från plast till papper drivs utav producentansvar och klimatarbete. Nedan ges de lämpliga förslag till åtgärder inom hantering som skulle bidra till att minska flödet av mikroplast.

- Förbättrad infrastruktur i småbåtshamnar med markerade områden för underhåll av båtarna.
- Det krävs en annan polymer i färgen som kan kombineras med ett kontinuerligt underhåll under säsongen för att minska mikroplastutsläppet från båtottenfärg.
- Fortsatt städning krävs med ökade resurser och större flexibilitet från Göteborgs stad..
- Ökade informationsinsatser t.ex. nudgingkampanjer behövs för att kunna strypa flödet tidigare i kedjan. Nudgingen bör även testas att tillämpas på nedskräpning generellt.

8. Referenser

Anna Hassani Nordqvist, *Miljöförvaltningen*, (Personlig Kommunikation 2 maj, 2019)

Browne, M.A., Crump, P., Niven, S., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., Thompson, R. (2011). *Accumulation of Microplastics on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks*. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es201811s> (2019-05-03)

Båtliv (2017). Detta gäller för båtens botten. *Bottenmåla, borsttvätta, skrubba eller tulpanvarning* 6 (2),80-84.

Båtmiljö (u.å). *Båttvätt: Borsttvätt och spolplatta*
<https://batmiljo.se/underhall/borsttvatt/> (2019-04-27)

Catharina Frisell, *International Paint (Akzo-Nobel)*, (Personlig Kommunikation 1 april, 2019)

CEPE (2018). *Micro-plastics emitted from 'wear and tear' of dried paints*. Tillgänglig: cepe.org

Cingolani, A. M., Barberá, I., Renison, D., Barri, F. R. (2016). *Can persuasive and demonstrative messages to visitors reduce littering in river beaches?*
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X16304913?via%3Dihub> (2019-05-03)

Dennis Andersson, *Park- och Naturförvaltningen*, (Personlig Kommunikation 11 april, 2019)

Denscombe, M. (2014). *The Good Research Guide: For Small-scale Social Research Projects*. Maidenhead: McGraw-Hill Education. (2019-03-26)

Dykarna (u.å.) *Dykböcker: Spökfiske*.
https://www.dykarna.nu/lexicon/spokfiske_1011.html (2019-04-10)

Edberg, R. (2017). *Vikingar i österled - Gamla båtar och moderna färdexperiment*. Uppsala: Institutionen för arkeologi och antikens kultur, Stockholms Universitet.

Ellen Macarthur Foundation (2016). *The New Plastic Economy: Rethinking the future of plastics. Background to key statistics from the report (February 2016)*. 1-4.
https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/news/New-Plastics-Economy_Background-to-Key-Statistics_19022016v2.pdf (2019-04-27)

Eva Blidberg, *Håll Sverige Rent*, (Personlig Kommunikation 22 mars, 2019)

Fowler, W., C. (1987). *Marine debris and northern fur seals: A case study*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X87800206> (2019-04-15)

Galloway, T. (2015). *Micro- and Nano-plastics and human health*.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-16510-3_13 (2019-05-03)

Galloway, T., Watts, A., Lewis, C. (2013). *The impact of microplastics on marine life*. <http://www.exeter.ac.uk/research/feature/microplastics> (2019-02-05)

GESAMP. (2015). *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: A global assessment*. London: International Maritime Organisation

Globala målen (u.å). *Mål 14: Hav och marina resurser*. <https://www.globalamalen.se/om-globala-malen/mal-14-hav-och-marina-resurser/> (2019-03-25)

Gryaab (2018). *Reningsverken tar bort 99 procent av mikroplasten från avloppsvattnet*. <https://www.gryaab.se/reningsverken-tar-bort-99-procent-av-mikroplasten-fran-avloppsvattnet/> (2019-03-27)

Grohs, R. J., Kirk, R. G., Soledad, M. M., & Knight, B. D. (2018). Assessing system thinking: A tool to measure complex reasoning through ill-structured problems. *Ateneo de University*. 112. doi:10.1016/j.tsc.2018.03.003.

Göteborgs Stad. (2019). *Vårt Göteborg. Städåtten Ren-Ström börjar sitt skift*. <https://vartgoteborg.se/stadboten-m-s-ren-strom-borjar-sitt-skift/> (2019-05-11)

Göteborgs Stad (u.åa). *Papperskorgar och skräp*. <https://bit.ly/2HfmREs> (2019-05-11)

Göteborgs stad. (u.åb). *Volontärstädning*. <https://bit.ly/2Vigcxf> (2019-05-12)

Göteborgs Universitet. (2018). Centrum för hav och samhälle. *CHANGE- Changing antifouling practices for leisure boats in the baltic seas*. <https://havochsamhalle.gu.se/havsforskning/change---antifouling> (2019-05-05)

Hathaway B.J. (1981). Copper. *Coordination Chemistry Reviews* 35:211-252.

Havs- och vattenmyndigheten (2013). *Försiktighetsprincipen*. <https://www.havochvatten.se/funktioner/ordbok/ordbok/d---f/ordbok-d-f/2013-03-14-forsiktighetsprincipen.html> (2019-04-30)

Hempel (2016). *Silic One System Brochure*. (2019-05-04)

Hitta.se. (u.å) 3D-karta Göteborg inom vallgraven. <https://www.hitta.se/kartan?s=c076989e> (2019-03-10)

Hjertmans Båttillbehör (u.å). *Bottenfärg och båtfärg*. <https://www.hjertmans.se/produkter/batvard-farg/bottenfarger> (2019-04-13)

Håll Sverige Rent. (2013). *Strategiskt arbete för kommuner*.
https://www.hsr.se/sites/default/files/page_attached_files/vagledningen_klar.pdf#page=45 (2019-03-11)

Håll Sverige Rent. (2014). *Plast: Ett stort problem i våra hav*.
<https://www.hsr.se/fakta/fakta-om-skrap/plast-ett-stort-problem-i-vara-hav> (2019-03-12)

Håll Sverige Rent. (2015). *Vem skräpar ner och varför?*.
<https://www.hsr.se/fakta-om-skrap/samlade-fakta-om-skrap/vem-skrapar-ner-och-varfor> (2019-04-28)

Håll Sverige Rent. (2018). *Skräpprapporten 2018*.
https://www.hsr.se/sites/default/files/skrapprapport_2018_.pdf (2019-05-10)

Håll Sverige Rent. (u.å) *Skräppboten*. <https://www.hsr.se/fakta/statistikportal/skrappboten> (2019-04-12)

Håll Sverige Rent. (2019). *Ny Novusundersökning: Fler än åtta av tio vill kunna sortera på stan*. <https://www.hsr.se/nyhet/2019/ny-novusundersokning-fler-atta-av-tio-vill-kunna-sortera-pa-stan> (2019-05-10)

International. (2015). *Instruktion för övermålning eller byte av bottenfärg* [Broschyr]. Angered: International Färg AB. Hämtad från
<http://www.yachtpaint.com/LiteratureCentre/2730-Byta-Bottenfarg.pdf>

Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, N., Lavender Law, K. (2015). *Plastic waste inputs from land into the ocean*.
<https://science.sciencemag.org/content/347/6223/768> (2019-04-15)

Jenny Toth, *Miljöförvaltningen*, (Personlig Kommunikation 12 mars, 2019)

Jotun AB (u.å). *Bottenfärger*.
<https://www.jotun.com/se/se/b2c/products/boats/antifouling/index.aspx> (2019-03-08)

Karin Mattsson, *Jotun AB*, (Personlig kommunikation 1 mars, 2019)

Kemikalieinspektionen. (2018) *Det här är plast*.
<https://www.kemi.se/privatpersoner/material/plast/det-har-ar-plast> (2019-04-01)

Kemikalieinspektionen (u.åa) *Målarfärg*
<https://www.kemi.se/privatpersoner/varor-och-kemiska-produkter/malarfarg> (2019-04-11)

Kemikalieinspektionen (u.åb). *Biocidprodukter*.
<https://www.kemi.se/bekampningsmedel/biocidprodukter> (2019-04-27)

- Kemikalieinspektionen (2019). *Båtbottenfärger - Om du måste Måla*. <https://www.kemi.se/bekampningsmedel/biocidprodukter/vanliga-typer-av-biocidprodukter/batbottenfarger--om-du-maste-mala> (2019-04-07)
- Krister Holmberg, *Chalmers Tekniska Högskola*, (Personlig kommunikation 5 mars, 2019)
- Kärman, A., Schönlau, C., Engwall, M. (2016). *Exposure and Effects of Microplastics on Wildlife*. Örebro: School of science and technology Örebro University.
- Lazarevic, D., Aoustin, E., Buclet, N., Brandt, N. (2010). *Plastic waste management in the context of a European recycling society. Comparing results and uncertainties in a life cycle perspective*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344910002156#bib0135> (2019-04-10)
- Lebreton, L., Slat, B., Ferrari, F., Sainte-Rose, B., Aitken, J., Marthouse, R., ... Reisser, J. (2018). Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Nature*. doi:10.1038/s41598-018-22939-w
- Lina Pettersson, *Transportstyrelsen*, (Personlig kommunikation 26 mars, 2019)
- Lindemann-Matthies, P., Bönigk, I., Benkowitz, D. (2013). Can't see the wood for the litter: Evaluation of litter behaviour modification in a forest. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1533015X.2012.751294?src=recsys&> (2019-05-03)
- Livet ombord (u.å.). *Att ta bort bottenfärg - rekommendationer från Transportstyrelsen*. <http://www.livetombord.se/batnytt/artiklar/artiklar/20171107/transportstyrelsen-sa-tar-du-bort-giftig-bottenfarg/?page=2> (2019-04-27)
- Länsstyrelsen. (u.å.) *Information om miljöbalken för allmänhet och företag. Miljöbalken - Så berör den dig*. <https://bit.ly/309aqBw> (2019-05-05)
- Mattsson, K. (2016). *Nanoplaster påverkar allt vattenlevande liv*. <https://www.forskning.se/2016/05/20/nanoplaster-paverkar-allt-vattenlevande-liv/> (2019-02-05)
- Max Hamburgare. (2019). *2019 försvinner plastsugrören på Max - restaurangen på Hötorget först ut*. <https://www.max.se/sv/Om-MAX/Presscenter/2019-forsvinner-plastsugroren-pa-MAX/> (2019-05-01)
- McCauley, D.J. et al. (2015). *Marine defaunation: Animal loss in the global ocean*. <https://science.sciencemag.org/content/347/6219/1255641> (2019-05-02)
- McDonald's. (2019). *McDonald's hållbarhetsrapport 2018 - Plastbantning, flexitariskt, minskat matsvinn och mycket mer!*

https://www.mcdonalds.com/se/sv-se/newsroom/article/mcdonalds_hallbarhetsrapport_2018.html (2019-05-01)

McKeen, W. (2006). *Flourinated Coatings and Finishes Handbook*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780815515227500066> (2019-04-08)

Mikaela Löfgren, *Park- och Naturförvaltningen*, (Personlig Kommunikation 22 mars, 2019)

Miljöförvaltningen (2016). *Mikroplast i Göteborg - kunskapssammanställning och förslag till åtgärder för att minska spridning till miljön*. Göteborg: Göteborg Stad

Miljöförvaltningen (2017). *Regelverk rörande båtottenfärger*. Stockholm Stad: Miljöförvaltningen, Avdelningen för hälsoskydd.
<http://foretag.stockholm.se/PageFiles/1103807/Regelverk%20r%C3%B6rande%20b%C3%A5tottenf%C3%A4rger.pdf> (2019-03-27)

Murray, R. (2009). *Environmental implications of plastic debris in marine settings—entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions*.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0265> (2019-04-09)

Naturvårdsverket. (2017). *Mikroplaster*.
<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6772-4.pdf?pid=20662> (2019-02-27)

Naturvårdsverket. (2018). *Egenkontroll*.
<http://naturvardsverket.se/egenkontroll> (2019-03-09)

Naturvårdsverket. (2019a). *Mikroplast*. <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Plast/Mikroplast/> (2019-04-28)

Naturvårdsverket. (2019b). *Plaståtervinning och hantering av plastavfall*.
<https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Plast/Atervinning-och-avfall/> (2019-04-20)

Patelson, R., Davidson, B. (1994). *Forskningsmetodikens grunder*.

Pham, K. et al. (2014). *Marine Litter Distribution and Density in European Seas, from the Shelves to Deep Basins*.
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0095839> (2019-05-04)

Plastic Europe. (2017). *Plastic- The Facts 2017*. Bryssel: Plastic Europe

Ramboll (u.å). *Vad är nudging*.
https://se.ramboll.com/press/artiklar/vad-aer-nudging?gclid=CjwKCAjwqqrMBRAAEiwAdpDXtKdDBV00DeW4I9xnfQtoWjz2W6osvucRXyrQONMUQWxNmzdD7lxb-RoCvMgQAvD_BwE (2019-05-02)

Recyclingnet. (2018). *Projekt för mindre take away-skräp*.
<https://www.recyclingnet.se/article/view/637183/projekt-for-mindre-take-awayskrap>
(2019-05-14)

Roger Lindberg, *Göteborgsregionens fritidshamnar AB (Grefab)*, (Personlig
Kommunikation 8 mars, 2019)

Ryan, P. G., Moore, C. J., van Franeker, J. A & Moloney, C. L. (2009). *Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment*. The royal society publishing.
<https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rstb.2008.0207> (2019-03-15)

SOU M 2017:06. (2018) *Nedskräpning och nedbrytning av plast i miljön*. Stockholm:
Regeringskansliet

Soutukorva Swanberg, Å., Wallström, J. (2018b). *Beteenden bakom nedskräpning*.
Naturvårdsverket.

SOU Fi 2018:3. *Agenda 2030*. Stockholm: Regeringskansliet.
<https://www.regeringen.se/rapporter/2018/06/handlingsplan-agenda-2030/> (2019-04-14)

SOU 2016:7. *När det rätta blir det lätta- en ESO-(Expertgruppen för studier i offentlig ekonomi) rapport om nugning*. Stockholm: Wolters Kluwers

Secretariat of the Convention on Biological Diversity and the scientific and technical advisory panel. (2012). *Impacts of marine debris on biodiversity: Current status and potential solutions*. Montreal: Technical Series 67:61.

Statistiska Centralbyrån. (2018). *Resultat Medborgarundersökningen 2018*.
<https://www.scb.se/vara-tjanster/insamling-och-undersokning/scbs-medborgarundersokning/resultat-medborgarundersokningen-2018/> (2019-04-29)

Stefan Risedal, *Trafikkontoret*, (Personlig Kommunikation 10 april, 2019)

Stockholms läns naturskyddsförening. (2010). *Båtbottentvätt* [Broschyr]. Hämtad från
<https://stockholms-lan.naturskyddsforeningen.se/wp-content/uploads/sites/26/2013/11/Batbottenfolder-lag.pdf> (2019-04-28)

Stolte, A., Forster, S., Gerds, G., Schubert, H. (2015). *Microplastic concentrations in beach sediments along the German Baltic coast*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X15004427> (2019-04-15)

Svenska miljöinstitutet (2015). *Stora mängder mikrokräp släpps ut från reningsverken*.
<https://www.ivl.se/toppmeny/pressrum/pressmeddelanden/pressmeddelande---arkiv/2014-10-21-stora-mangder-mikroskrap-slapps-ut-fran-reningsverken.html> (2019-04-27)

Svenska miljöinstitutet. (2017). *Uppdaterade siffror i mikroplastrapporten*.

<https://www.ivl.se/toppmeny/pressrum/nyheter/nyheter---arkiv/2017-04-05-uppdaterade-siffror-i-mikroplastrapporten.html> (2019-02-06)

Svenskt Vatten. (2016). *Mikroplaster- Källor och uppströmsarbete samt möjligheter till rening vid kommunala reningsverk*. Bromma:Svenskt vatten

Tekniska Museet. (2018a). *100 innovationer*.
<http://www.100innovationer.com/svensk/innovationerna/innovationer/baten.197.html>
(2019-05-03)

Tekniska Museet. (2018b). *Plasthistoria*. <https://www.tekniskamuseet.se/lar-dig-mer/industrihistoria/plasthistoria/>
(2019-04-09)

T.M Wilkinson. (2013). *Nudging and Manipulation*.
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1111/j.1467-9248.2012.00974.x> (2019-04-25)

Tomas Larsson, *Park- och Naturförvaltningen*, (Personlig Kommunikation 1 april, 2019)

Transportstyrelsen. (2015). *Båtlivsundersökningen*.
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/sjofart/Fritidsbatar/Statistik-och-fakta--fritidsbatar/batlivsundersokningen> (2019-03-27)

Transportstyrelsen. (u.åa). *Egenkontroll och tillsyn av fartyg som är 15 meter eller längre*.
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/sjofart/Fartyg/nationell-sjofart/fartyg-som-ar-15-meter-eller-mer/egenkontroll-och-tillsyn-av-fartyget/> (2019-04-11)

Transportstyrelsen. (u.åb). *Regler om båtbottnfärg*.
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/sjofart/fritidsbatar/batlivets-miljofragor/regler-om-batbottenfarg/> (2019-03-26)

Transportstyrelsen. (u.åc). *Ren båtbottn*.
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/sjofart/Fritidsbatar/Batlivets-miljofragor/Ren-batbotten/> (2019-03-27)

The Ocean Cleanup. (u.å). *Great Pacific Garbage Patch*.
<https://www.theoceancleanup.com/great-pacific-garbage-patch> (2019-02-05)

UNEP. (u.å). *FN förklarar krig mot plast i haven*. <https://web.unep.org/unepmap/undeclares-war-ocean-plastic> (2019-05-14)

UNESCO. (2017). *Facts and figures on marine biodiversity*.
<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/ioc-oceans/focus-areas/rio-20-ocean/blueprint-for-the-future-we-want/marine-biodiversity/facts-and-figures-on-marine-biodiversity/> (2019-04-28)

Van Seville, E., Wilcox, C., Lebreton, L., Maximenko, N., Denise Hardesty, B., A van Franeker, J., ... , Lavender Law, K. (2015). A global inventory of small floating plastic debris. *Environmental Research Letters*. doi: 10.1088/1748-9326/10/12/124006

von Arbin (2015). *Har vi funnit "slotsens krejare"?*.
https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/40773021/tjop-tjop_von-arbin_pp35-44.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1556965569&Signature=L11OOKJDSHJUunWMrWPX8T7tN%2BI%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DHar_vi_funnit_slotsens_krejare.pdf (2019-05-03)

Wolter, K., Rabasch, U., Krischker, P. & Davies, A. G. (1984). *Influence of low concentrations of cadmium, copper and zink on phytoplankton of natural water samples. Marine Ecology* 19:167-173. (2019-04-01)

World Economic Forum (2017). *The New Plastics Economy*. Geneve: World Economic Forum

World Wide Foundation. (2018). *Plastrapport-Medelhavet-2018*.
<https://www.wwf.se/dokument/plastrapport-medelhavet-2018/>

Bilagor

Bilaga A. Fullständig lista över genomförda intervjuer under arbetet.

Företag/organisation	Namn	Yrkesroll	Datum för intervju	Intervjuform
Jotun	Karin Mattsson och Mikael Andersson	Technical service manager och lärare i industriell träbehandling	2019-03-01	Fysiskt möte
Ren kust	Cilla Eklund	Kommunikatör	2019-03-01	Fysiskt möte
Chalmers Tekniska Högskola	Krister Holmberg	Professor i ytkemi	2019-03-05	Fysiskt möte
Grefab	Roger Lindberg	Enhetschef	2019-03-08	Fysiskt möte
Miljöförvaltningen	Jenny Toth	Miljöutredare	2019-03-12	Fysiskt möte
Park och naturförvaltningen	Mikaela Löfgren	Strandstädning	2019-03-22	Fysiskt möte
Håll Sverige Rent	Eva Blidberg	Områdesansvarig Rent Hav	2019-03-22	Telefon
Transportstyrelsen	Lina Petersson	Sakkunnig inom båtmiljöfrågor	2019-03-26	Telefon
Park och naturförvaltningen	Thomas Larsson	Enhetschef	2019-04-01	Fysiskt möte

International (Akzo Nobel)	Catharina Frisell	Technical specialist	2019-04-01	Mail
Trafikkontoret	Stefan Risedal	Planeringsledare	2019-04-10	Fysiskt möte
Park och naturförvaltningen	Dennis Andersson	Ansvarig på städbåten Ren-ström	2019-04-11	Fysiskt möte
Miljöförvaltningen	Anna Hassani Nordqvist	Projektledare på tillsynsförvaltningen	2019-05-02	Mail

Bilaga B. Fynd av skräp utifrån bilder tagna vid Lejontrappan och Fredsbron.

Datum	Kaffekoppar	Plastpåsar	PET-flaskor	Snusdoser	Cigaretter	Burkar	Matförpackningar (Tetra pak)	Matförpackningar (plast)	Totalt
18/2	2	1	0	0	0	1	1	0	5
25/2	1	1	1	0	0	1	0	0	4
5/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25/3	1	0	0	0	0	0	0	1	2
1/4	0	0	0	0	3	0	0	0	3
8/4	0	1	0	0	1	0	0	0	2
15/4	0	0	0	0	1	0	0	0	1