

# Mikroplaster i ytvatten i Göteborg

Lärjeån, Säveån, Mölndalsån, Kvillebäcken, Stora Ån och Göta älv



ISBN nr: 1401-2448

## MILJÖPOLICY FÖR GÖTEBORGS STAD

Miljöpolicyen beskriver vårt gemensamma synsätt på miljöarbetet. I Göteborgs Stad ska vi arbeta tillsammans för en god livsmiljö och en hållbar utveckling. Miljöhänsyn ska vara en självklar del i beslut i alla nämnder, styrelser och verksamheter i stadens regi.

### **Vi ska vara föregångare och se vår del av helheten**

Göteborgs Stad ska vara en föregångare på miljöområdet och eftersträva ett kretslopps-samhälle genom att förebygga och åtgärda miljöproblem. Ekologisk hållbarhet är nödvändigt för miljön och ger ett stort mervärde för människors livskvalitet. Vi måste arbeta långsiktigt med alla tre dimensionerna av hållbar utveckling - den ekologiska, den sociala och den ekonomiska - eftersom de är varandras förutsättningar.

### **Vi ska minska vår miljöpåverkan till nytta för medborgarna**

Tillsammans ska vi minska vår miljöpåverkan, både i vårt interna miljöarbete och i våra olika uppdrag att driva verksamhet till nytta för medborgarna. Vi ska skapa en god livsmiljö för alla som bor, arbetar i eller besöker Göteborg - nu och i framtiden, här och globalt. Om Göteborgs Stad ska bidra till ett rättvist miljöutrymme för alla kan vi inte skjuta miljöproblem utanför kommungränsen eller in i framtiden. Miljöarbetet ska vara en naturlig del i vårt dagliga arbete och det är självklart att vi ska uppfylla lagar och krav som berör vår verksamhet. Men vi ska också sträva efter att göra mer än lagen kräver genom att arbeta med ständiga förbättringar på miljöområdet.

### **Vi ska inspirera och utbyta kunskap med andra**

Genom att driva på utvecklingen och visa på goda exempel vill vi inspirera och underlätta för medborgare, företagare, intresseorganisationer med flera att minska sin miljöpåverkan. Ett framgångsrikt miljöarbete förutsätter att vi utbyter kunskap och utvecklar samarbete med andra aktörer i samhället.

Vi uppnår detta bland annat genom att arbeta med stadens lokala miljökvalitetsmål och miljöprogrammet. Några viktiga områden är:

- Minskad klimatpåverkan
- Ökad andel hållbart resande
- Ökad resurshushållning
- En sundare livsmiljö
- Främjad biologisk mångfald
- Tillgängliga och varierade parker och naturområden
- Göteborgs Stad som föregångare

# Förord

Denna rapport är en uppdaterad version av rapporten med samma namn som utkom i februari 2018. Uppdateringarna utgör ett tillägg av resultaten för mikroplast i storleksfraktionen 50-300 µm (den tidigare rapporten presenterade endast resultaten för > 300 µm fraktionen), samt en ändring gällande innebörden av kategorin mikrokräp. Denna ändring har gjorts för att resultaten ska bli direkt jämförbara med andra svenska studier. Mikrokräp definieras här som summan av alla antropogena partiklar uppdelat i kategorierna mikroplaster, fibrer och övrigt antropogent.

Inventeringen och rapporten är framtagen av David Vigren, Anna Rotander och Anna Kärrman, Örebro Universitet, MTM Forskningscentrum, Institutionen för naturvetenskap och teknik.



# Sammanfattning

Förekomst av mikroplast större än 300 µm (> 300 µm) och 50-300 µm i ytvatten i Göteborg har studerats med aktiv pumpprovtagning. Tio provtagningslokaler har besökts tre gånger mellan september och december 2017 där uppströms och nerströmslokaler valdes ut för att studera eventuell förändring av förekomst av mikroplast i ett vattendrag. I fraktionen > 300 µm uppmättes koncentrationer mellan 0,1 och 22 st mikroplaster per kubikmeter ytvatten (MP/m<sup>3</sup>) och mikroplasterna kunde delas in i kategorierna partiklar/fragment (71 %), film (14%), filament (9 %), expanderad cellplast (3%), och pellets (3%). Även annat mikroskräp kvantifierades och kategorin med högst antal i var fibrer. Koncentrationerna är högre jämfört med mätningar längs med svenska västkusten och östkusten, och i samma storleksordning som mätningar i stadsnära miljöer t.ex. Örebro, Jönköping och Stockholm. Detta stämmer överens med att större städer oftast pekas ut som en betydande källa för utsläpp av mikroplaster till den marina miljön. Koncentrationen mikroplaster i fraktionen 50-300 µm var i alla prover med undantag av två högre jämfört med den större fraktionen och skillnaden varierade mellan en faktor 1,2 och 30. De tre mätningarna under september, oktober och december 2017 visar på en stor tidlig variation i många av provtagningslokalerna. Några lokaler visar dock en jämn och låg partikelhalt, t.ex. uppströms och nedströms Göta älv. Det är med dessa data inte möjligt att kvantifiera olika källors bidrag till mikroplastförekomsten men det kan konstateras att det förekommer läckage av mikroplaster från stadsmiljön där koncentrationen beror av okända faktorer som varierar över tid.

# Innehåll

|          |                                                      |           |
|----------|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Rapportens syfte .....</b>                        | <b>6</b>  |
| <b>2</b> | <b>Metoder .....</b>                                 | <b>7</b>  |
| 2.1      | Provtagning .....                                    | 7         |
| 2.2      | Provlagring .....                                    | 9         |
| 2.3      | Provanalys.....                                      | 9         |
| 2.3.1    | Partiklar större än 300 µm .....                     | 9         |
| 2.3.2    | Partiklar 50-300 µm .....                            | 10        |
| 2.3.3    | Databearbetning .....                                | 10        |
| <b>3</b> | <b>Resultat och diskussion.....</b>                  | <b>12</b> |
| 3.1      | Koncentrationer i > 300 µm fraktionen .....          | 12        |
| 3.2      | Mikroplasttyper .....                                | 15        |
| 3.3      | Infraröd spektroskopi .....                          | 16        |
| 3.4      | Koncentrationer i 50-300 µm fraktionen .....         | 20        |
| 3.5      | Mikroplasttyper .....                                | 22        |
| 3.6      | Jämförelse mellan de två storleks-fraktionerna ..... | 22        |
| <b>4</b> | <b>Slutsatser .....</b>                              | <b>24</b> |
| <b>5</b> | <b>Referenser.....</b>                               | <b>25</b> |
|          | <b>Appendix 1 .....</b>                              | <b>26</b> |
|          | <b>Appendix 2 .....</b>                              | <b>28</b> |

# 1 Rapportens syfte

Denna rapport syftar till att ge en första inblick rörande förekomsten av mikroplast i ytvatten i Göteborg, samt att genom provtagning uppströms och nerströms i de utvalda vattendragen undersöka den eventuella påverkan staden har på förekomsten av mikroplaster. Detta möjliggörs genom ett gemensamt utvecklingsprojekt mellan Örebro universitet och Göteborgs stad. Projektet ingår delvis i Göteborgs Stads projekt "Förekomst av miljögifter i vattendrag i Göteborg", och är delvis en utveckling av Örebro universitets projekt med provtagning av mikroplaster i de stora sjöarna, samt att utveckla provtagningsteknik och analysmetoder för mikroplaster i vattendrag.

## 2 Metoder

### 2.1 Provtagning

Provtagningen skedde på tio lokaler i tre omgångar under höst/vinter 2017 (Tabell 1, Figur 1). För respektive vattendrag valdes två provpunkter ut, en uppströms och en nerströms, för att kunna undersöka hur förekomsten av mikroplaster förändras nerströms. Valet av provpunkter behövde uppfylla kriterier för vattendjup, lämplig provtagningsbro och strömningshastighet vilket begränsade valmöjligheterna. Första provtagningsomgången var 11-13 september, andra 4-6 oktober, och tredje 11-13 december.

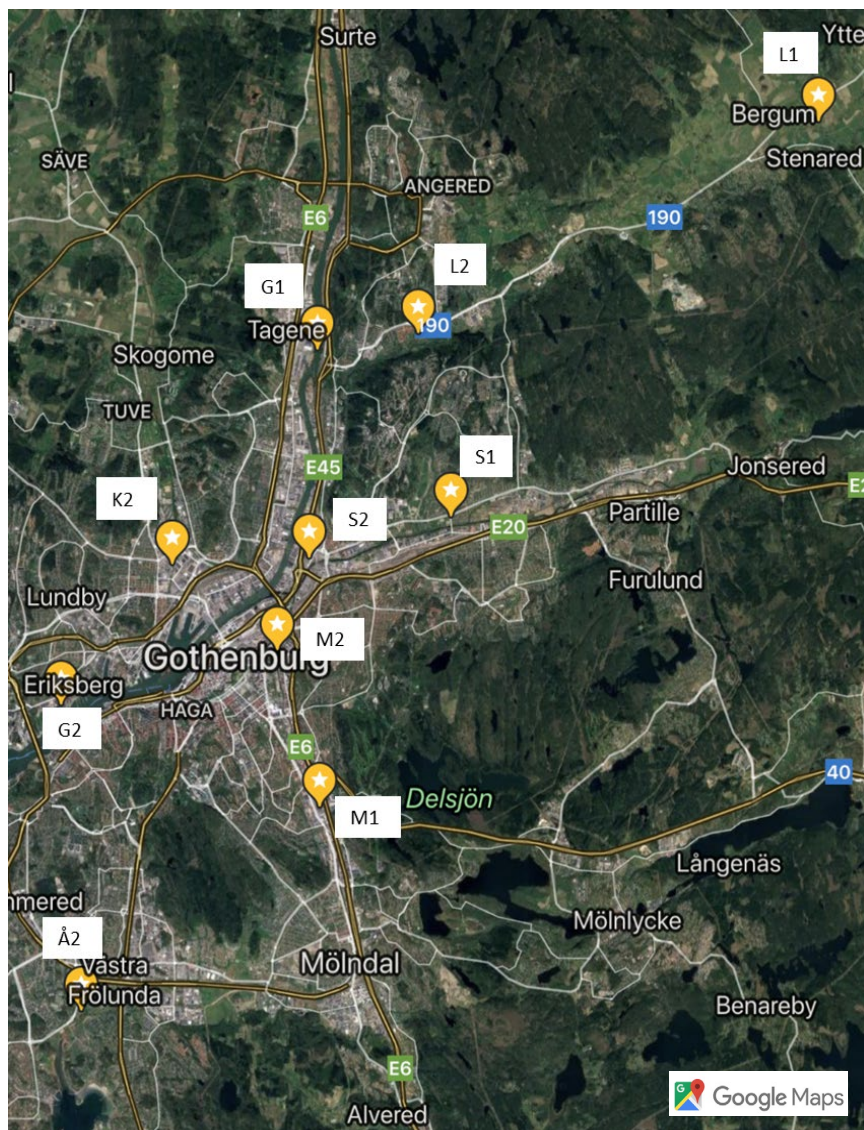
**Tabell 1.** Beskrivning av de tio provtagningspunkterna.

| Prov ID | Namn på vattendrag                            | Beskrivning                                                                           |
|---------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| L1, L2  | Lärjeån uppströms (L1) och nerströms (L2)     | L1= bro vid gångväg nära Vråsseredsvägen<br>L2= bro i höjd med Eriksboskolan          |
| S1, S2  | Säveån uppströms (S1) och nerströms (S2)      | S1= bro vid Lemmingsgatan<br>S2= gångbro vid Waterloogatan                            |
| M1, M2  | Mölnbäcksån uppströms (M1) och nerströms (M2) | M1= nära Mölnbäcksvägen 97<br>M2= gång och cykelbro vid Smedmästare Karlssons gångväg |
| K2      | Kvillebäcken                                  | Gång- och cykelbro vid Deltavägen                                                     |
| Å2      | Stora Ån                                      | Bro vid Askims Sörgårdsväg (koloniområdet)                                            |
| G1, G2  | Göta älv uppströms (G1) och nerströms (G2)    | G1=alelyckans råvattenintag<br>G2=från kaj i Eriksberg                                |

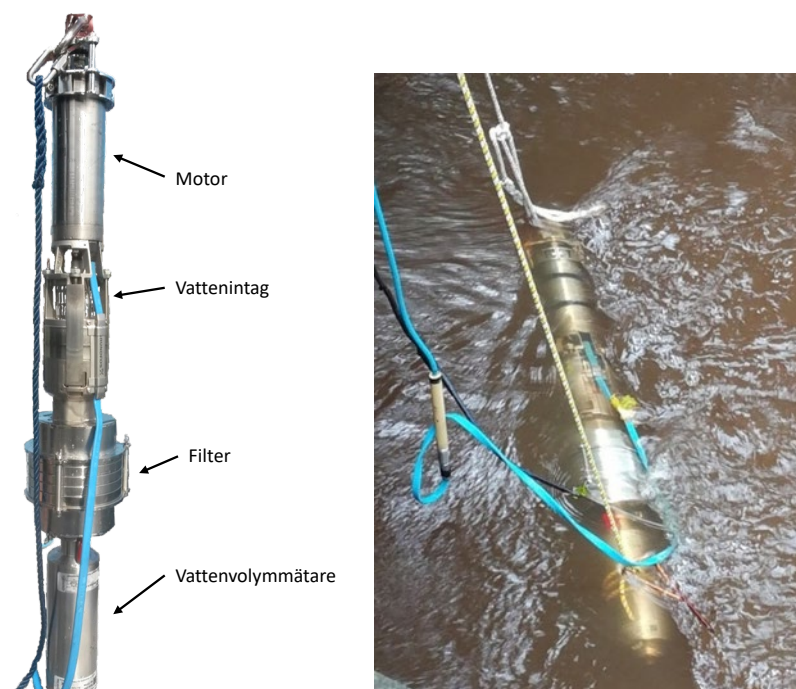
Provtagning genomfördes från bro eller kaj (Eriksberg) med en pump. Pumpen (230 V, 0,55 kW) är den andra generationen pump som utvecklades av KC Denmark inom EU projektet CleanSea 2012-2014. Pumpen är gjord i rostfritt stål och har en total längd på 160 cm, max diameter på 29 cm, och vikt på ca 35 kg. Pumpen består av en motor placerad högst upp, följt av ett intag för vatten, en filterstack med plats för tre filter med olika maskstorlek, och en digital flödesmätare längst ner som mäter vattenvolymen med hög precision (Figur 2). Pumpens maxvolym är 25000 L/h och maxdjupet är 60 m. I denna studie hängdes pumpen ner horisontellt från ett broräcke eller en kaj med vattenintaget ca 5-10 cm under vattenytan. Minimidjupet för horisontell pumpning är ca 50 cm men beror även på vattendragets bredd, volym och flöde. Filtren är gjorda av rostfritt stål och tillverkade med laserskärning i en diameter av 14 cm.

I denna studie användes filter med maskstorlek 300 µm och 50 µm. Den planerade provvolymen var 20 m<sup>3</sup> för fraktionen > 300µm och 2 m<sup>3</sup> för fraktionen 50-300 µm men vid ett fåtal provtagningar togs mindre volym på grund av mängden partiklar i vattnet som satte igen filtret. Vid fyra provtagningar var flödesmätaren satt ur funktion och volymen beräknades då

genom att multiplicera provtagningstiden med en uppskattad flödeshastighet. Uppskattningen baserades på ett medelvärde av samtliga provers flödeshastigheter med undantag av de prover som var igensatta. Ett blankprov togs per provtagningsdag och blankfiltren behandlades på samma sätt som provfiltren förutom att pumpen inte sänktes ner under vattnet.



**Figur 1.** Karta över Göteborg med de tio provtagningspunkterna utmärkta (upphovsrätt Google).



**Figur 2.** Pumpen (vänstra bilden) består av en motor, vattenintag, en filterstack med plats för tre filter, och en digital flödesmätare. Horisontell provtagning (högra bilden) från ett broräcke med vattenintaget ca 5-10 cm under ytan användes i denna studie.



**Figur 3.** Filter från prov M2\_2 med mycket organiskt material som behandlades med 30% väteperoxidlösning innan analys.

## 2.2 Provlagring

Alla prover lagrades i ett kylrum vid 6 °C i väntan på analys.

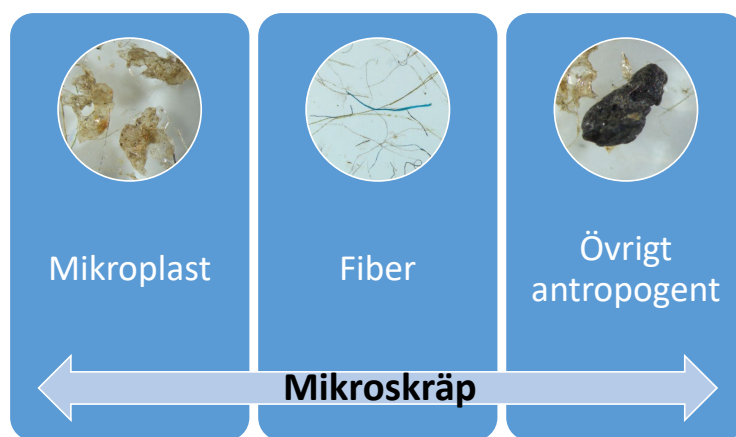
## 2.3 Provanalys

### 2.3.1 Partiklar större än 300 µm

Provanalys gjordes visuellt i ett ljusmikroskop genom bedömning av form och textur för att särskilja organiskt material från antropogent material. De flesta prover innehöll mycket alger och annat organiskt material (Figur 3) och dessa (80% av alla prover) behandlades med 30% väteperoxidlösning för att spjälka

det organiska materialet innan visuell analys. Ett antal partiklar testades även med infraröd spektroskopi (Attenuated total reflection-Fourier transform infrared spectroscopy, ATR-FTIR, Perkin-Elmer) för att verifiera plast/icke plast och bestämma polymertyp. Partiklar som identifierades som antropogena plockades av från filtret till en petriskål och sorterades in i deskriptiva kategorier som ofta används vid rapportering kring mikrokräp; dessa är listade i Tabell 2. Bilder av representativa partiklar från de olika kategorierna togs med en Axiocam ERc 5s monterad på ett ljusmikroskop (Stemi 508, Zeiss) (Appendix 1).

Antal partiklar redovisas per kubikmeter (m<sup>3</sup>) vatten, och delas in i tre huvudkategorier (Figur 4); antal partiklar mikroplast/m<sup>3</sup> (MP/m<sup>3</sup>), antal fibrer/m<sup>3</sup> (F/m<sup>3</sup>) och antal partiklar övrigt antropogent (ÖA/m<sup>3</sup>).



**Figur 4.** Mikroplast, fibrer och övriga antropogena partiklar utgör tillsammans mikrokräp.

### 2.3.2 Partiklar 50-300 µm

Samtliga 50 µm filter behandlades med väteperoxid varefter den resulterande vätskan fördes över till glasburkar och förvarades i kylskåp. Proven filtrerades över teflonfilter och analysen genomfördes sedan på samma sätt som för den större fraktionen under ljusmikroskop. Ett prov (L1\_3) som innehöll en relativt stor mängd inorganiskt material, t.ex. sandpartiklar, genomgick en densitetsseparation med NaCl innan filtreringssteget.

### 2.3.3 Databearbetning

Koncentrationen av partiklar i proverna beror på rumsliga och tidsliga variationer som råder under provtagningstillfällena. Variationen i provtagningen uppskattades med sex upprepade provtagningar á 20 m<sup>3</sup> under en dag på samma lokal där ett medelvärde på 0,17 MP/m<sup>3</sup> och en standardavvikelse på 0,13 erhöles [1]. Med ökat antal partiklar i proverna förväntas variationen i provtagningsmetoden sjunka.

Maskstorleken 300 µm är inte optimal för analys av fibrer eftersom diametern hos fibrer vanligtvis är mellan 25-50 µm. Till exempel så kan mängden och typen av organiskt material på provtagningsfiltren påverka hur mycket fibrer som fastnar så jämförelse mellan prover bör ske med viss försiktighet. En

detektionsgräns på 9 fibrer per prov (>300 µm) och 5 fibrer per prov (50-300 µm) beräknades baserat på bakgrundskontamineringen på 5 stycken blankfilter (medelvärde plus tre standardavvikelser). Inga mikroplaster eller mikrokräp återfanns i blankproverna.

**Tabell 2.** Kategorier som används för att räkna mikrokräp i form av antropogena solida och semisolida partiklar (se även appendix 1).

| Klassificering                                                             | Typ              |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Fibrer (kan vara både syntetiska och naturliga)                            | Fibrer           |
| Filament (längre och tjockare än fibrer och alltid av syntetiskt ursprung) | Mikroplast       |
| Partiklar/fragment                                                         | Mikroplast       |
| Filmer                                                                     | Mikroplast       |
| Expanderad cellplast                                                       | Mikroplast       |
| Pellets                                                                    | Mikroplast       |
| Svarta partiklar (t.ex. oljor och sot)                                     | Övr. Antropogent |
| Semisolida syntetiska partiklar (t.ex. paraffin)                           | Övr. Antropogent |
| Annat (t.ex. metall)                                                       | Övr. Antropogent |

## 3 Resultat och diskussion

### 3.1 Koncentrationer i > 300 µm fraktionen

Tabell 3 summerar resultaten av mikroskräp (MS), dvs mikroplaster (MP), Övrigt antropogent (ÖA) och fibrer (F), för tre replikat av de 10 provtagningslokalerna. Koncentrationer mellan 0,1 och 22 MP/m<sup>3</sup> mättes i ytvattenproverna och dessa är indelade i kategorierna partiklar/fragment, filament, expanderad cellplast, pellet och film.

Tre lokaler visade på konsekvent låg belastning av MP vid alla tre provtagningsstillfällena; Lärjeån uppströms (L1, 0,4-0,6 MP/ m<sup>3</sup>), Göta älv uppströms (G1) och nedströms (G2) (0,1-0,7 MP/ m<sup>3</sup>). Det låga antalet mikroplastpartiklar i proverna från Göta älv gör att det inte med statistisk säkerhet går att särskilja antalet MP uppströms från antalet nerströms. Vattenmängden och flödet i älven leder troligtvis till en utspädning som gör att betydligt högre provvolymer behövs för att kunna se skillnad mellan provlokalerna.

Flest MP hittades vid provtagningsstillfälle 2 i Säreån uppströms(S1-2), 22 MP/ m<sup>3</sup>. Det provet kännetecknas av en stor mängd partikulärt material vilket gjorde att endast 4,7 m<sup>3</sup> vatten kunde provtas. De två nästföljande proverna med högst koncentration är Stora Ån (Å2-1 6,6 MP/m<sup>3</sup>) och Lärjeån nerströms (L2-1 5,9 MP/m<sup>3</sup>)

Fibrer, både syntetiska och naturliga, dominerade till antalet och utgjorde i medeltal 90% av allt mikroskräp. Detta stämmer väl överens med resultat från provtagningar utförda längs Sveriges västkust av Norén och Magnusson under 2013 och 2014. Övrigt antropogent (ÖA), främst i form av semisolida syntetiska partiklar (t.ex. paraffin) och svarta partiklar, hittades i hälften av proverna men i de flesta fall i betydligt lägre halter jämfört med MP. Undantaget var Mölndalsån uppströms (M1) vid provtagningsstillfälle 1 och 2 där ett relativt stort antal svarta oljeliknande partiklar observerades. En bidragande faktor till detta kan vara anläggning av ny asfalt som skedde i nära anslutning vid tidpunkten för provtagningarna. Inga svarta partiklar som hittades i denna studie kunde visuellt eller sensoriskt (genom att peta på med en spetsig pincett) identifieras som slitagepartiklar från bildäck eller gummigranulat. Dessa partiklar i storleken > 300 µm är dock inte att förvänta i ytvatten med tanke på deras relativt höga densitet jämfört med vatten.

För vissa provlokaler skiljer sig halterna betydligt åt mellan de tre provtagningsomgångarna (september, oktober, december). Detta har även setts i tidigare studier med upprepad provtagning, t.ex. Norén och Magnusson [2], och kan bland annat vara relaterat till mängden nederbörd i anslutning till provtagningen. Tre lokaler har betydligt högre koncentrationer vid provtagningsstillfälle 1 jämfört med efterföljande provtagningar; Lärjeån nerströms (L2 5,9 MP/m<sup>3</sup>), Säreån nerströms (S2 4,2 MP/m<sup>3</sup>) och Stora ån (Å2 6,6 MP/m<sup>3</sup>). Tre lokaler har liknande eller högre koncentrationer i

provtagningstillfälle 2 jämfört med 1 och gemensamt för dessa tre lokaler är att koncentrationen sjunkit i provtagningstillfälle 3 (Mölnålsån uppströms (M1) och nerströms (M2), Sävån uppströms (S1)). En analys av nederbörds- och flödesstatistik i områdena bör utföras för om möjligt hitta samband mellan observerad variation och yttre faktorer.

Koncentrationerna MP i denna studie är i samma mätområde som andra ytvatten i utlopp och stadsnära vatten provtagna av Örebro universitet med samma mätutrustning (Tabell 4). Halterna MS ligger i samma intervall jämfört med medelhalter uppmätta i städer längs Sveriges västkust 2013 och 2014 i studien utförd av Norén och Magnusson [1] (Tabell 5).

**Tabell 4.** Medelkoncentrationer av mikroplast (> 300 µm) i studier som utförts med samma provtagningsmetod av Örebro universitet.

|                                                                   | Medelkoncentration<br>och/eller uppmätt<br>koncentrationsområde<br>(MP/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Östersjön, Skagerak, Kattegat 2014 (n=13)                         | 0,27                                                                                    |
| Gullmarsfjorden 2017 (n=6)                                        | 0,17                                                                                    |
| Nyköpingsåarna 2017 (n=4)                                         | 0,30                                                                                    |
| Utsjöpunkter i Mälaren, Hjälmaren, Vänern,<br>Vättern 2017 (n=13) | 0,10-0,40                                                                               |
| Stadsnära (Stockholm) lokaler i Mälaren (n=4)                     | 0,90-2,7                                                                                |
| Denna studie (Göteborg) (n=30)                                    | <b>2,2 (0,1-22)</b>                                                                     |
| Utlopp (Svartån Hjälmaren och Munksjön<br>Vättern) 2017 (n=2)     | 7,2                                                                                     |

**Tabell 5.** Medelkoncentrationer av mikrokräp (> 300 µm) i städer, industriella områden och rurala områden enligt mätningar av Norén m.fl. längs med Sveriges västkust under 2013 och 2014 [1].

|                      | 2013<br>medelkoncentration<br>MS/m <sup>3</sup> | 2014<br>medelkoncentration<br>MS/m <sup>3</sup> |
|----------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Städer               | 25                                              | 1,0                                             |
| Industriella områden | 3,6                                             | 0,9                                             |
| Rurala områden       | 2,1                                             | 0,14                                            |

**Tabell 3.** Mikrokräp (MS) rapporterat som antal (#) mikroplaster (MP), Övrigt antropogent (ÖA) och fibrer (F) > 300 µm i 10 provlokaler vid tre olika tidpunkter enligt visuellt identifikationsprotokoll.

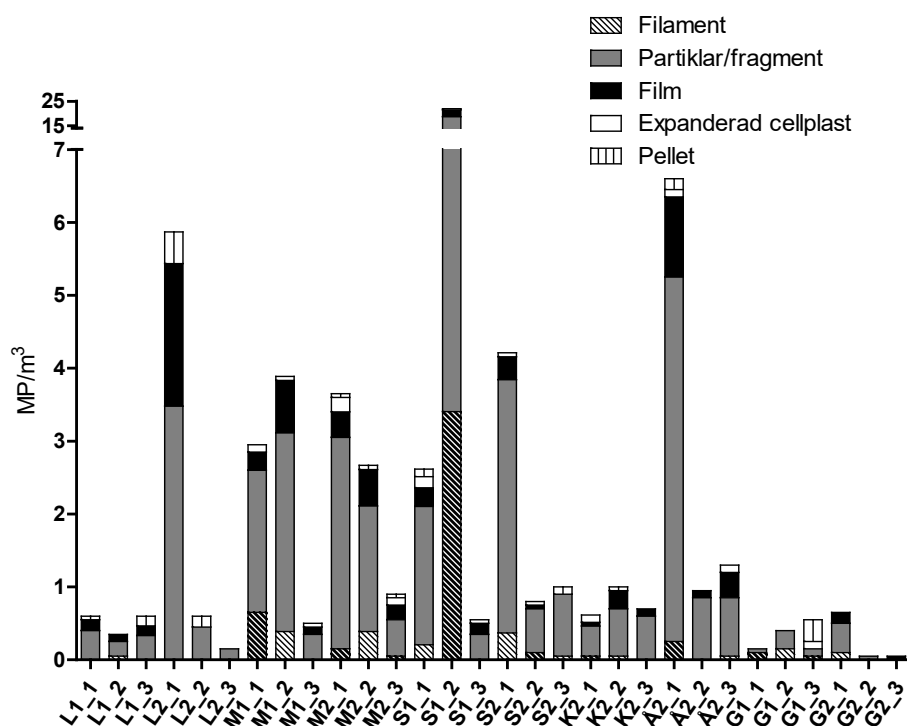
| Prov | Volym (m³) | Datum | # mikroplast (MP) | # Övr. Antr. (ÖA) | # fibrer (F*) | MP/m³            | ÖA/m³            | TOTAL MS/m³ |
|------|------------|-------|-------------------|-------------------|---------------|------------------|------------------|-------------|
| L1_1 | 20         | 11/9  | 12                | 5                 | 30            | 0,6              | 0,3              | 2,4         |
| L1_2 | 20         | 4/10  | 7                 | 0                 | 42            | 0,4              | 0,0              | 2,5         |
| L1_3 | 15         | 11/12 | 9                 | 0                 | 74            | 0,6              | 0,0              | 5,5         |
| L2_1 | 4,6        | 13/9  | 27                | 5                 | 50-100        | 5,9              | 1,1              | 18          |
| L2_2 | 20         | 6/10  | 12                | 1                 | 20-50         | 0,6              | 0,1              | 1,7         |
| L2_3 | 20         | 13/12 | 3                 | 0                 | 50-100        | 0,2              | 0,0              | 1,2         |
| M1_1 | 20         | 12/9  | 59                | 79                | 200-500       | 3,0              | 4,0              | 17          |
| M1_2 | 18         | 5/10  | 70                | 28                | 416           | 3,9 <sup>□</sup> | 1,6 <sup>□</sup> | 29*         |
| M1_3 | 20         | 12/12 | 10                | 0                 | 50-100        | 0,5              | 0,0              | 3,0         |
| M2_1 | 20         | 12/9  | 73                | 3                 | 100-200       | 3,7              | 0,2              | 8,8         |
| M2_2 | 18         | 5/10  | 40                | 0                 | 713           | 2,7              | 0,0              | 42          |
| M2_3 | 20         | 12/12 | 18                | 13                | 50-100        | 0,9              | 0,7              | 4,1         |
| S1_1 | 19,5       | 11/9  | 46                | 1                 | 496           | 2,6 <sup>□</sup> | 0,1 <sup>□</sup> | 28*         |
| S1_2 | 4,7        | 4/10  | 108               | 0                 | 438           | 22               | 0,0              | 115         |
| S1_3 | 20         | 11/12 | 11                | 10                | 50-100        | 0,6              | 0,5              | 1,1         |
| S2_1 | 19         | 11/9  | 80                | 4                 | 200-500       | 4,2              | 0,2              | 15          |
| S2_2 | 20         | 5/10  | 24                | 0                 | 187           | 0,8              | 0,0              | 10          |
| S2_3 | 20         | 11/12 | 20                | 7                 | 50-100        | 1,0              | 0,4              | 3,9         |
| K2_1 | 19,5       | 12/9  | 10                | 0                 | 90            | 0,6 <sup>□</sup> | 0,0 <sup>□</sup> | 5,2*        |
| K2_2 | 20         | 5/10  | 21                | 1                 | 82            | 1,0              | 0,1              | 5,1         |
| K2_3 | 20         | 12/12 | 14                | 0                 | 50-100        | 0,7              | 0,0              | 3,2         |
| Å2_1 | 20         | 12/9  | 132               | 4                 | 261           | 6,6 <sup>□</sup> | 0,2 <sup>□</sup> | 20*         |
| Å2_2 | 20         | 5/10  | 19                | 2                 | 50-100        | 1,0              | 0,1              | 3,6         |
| Å2_3 | 20         | 12/12 | 26                | 3                 | 53            | 1,3              | 0,2              | 4,1         |
| G1_1 | 20         | 13/9  | 3                 | 0                 | 20-50         | 0,2              | 0,0              | 1,2         |
| G1_2 | 20         | 6/10  | 3                 | 0                 | 1131          | 0,4              | 0,0              | 57          |
| G1_3 | 20         | 12/12 | 11                | 0                 | 50-100        | 0,6              | 0,0              | 3,1         |
| G2_1 | 20         | 12/9  | 12                | 0                 | 119           | 0,7              | 0,2              | 6,8         |
| G2_2 | 20         | 5/10  | 4                 | 0                 | 42            | 0,1              | 0,0              | 2,2         |
| G2_3 | 20         | 13/12 | 1                 | 2                 | 30            | 0,1              | 0,1              | 1,7         |

F\* antal fiber uppskattades i vissa prover och det lägsta antalet i intervallet (kursivt) användes för totalkoncentrationen.

□ Volym beräknad baserat på provtagningstiden multiplicerad med en uppskattad flödes hastighet.

## 3.2 Mikroplasttyper

Bland de totalt 889 st mikroplaster som hittades i samtliga 30 prover återfanns alla kategorier, nämligen partiklar/fragment (71 %), film (14%), filament (9 %), expanderad cellplast (3%), och pellets (3%) (Figur 5). Det finns ingen tydlig trend i att kategorisammansättningen ändras från uppströms till nedströms. Sammansättningen av mikroplaster i de prover med lågt antal partiklar, det vill säga med MP koncentrationer runt 1 MP/m<sup>3</sup>, bör tolkas med försiktighet då osäkerheten är stor eftersom enstaka partiklar kan ge oproportionerligt stort bidrag till totalsumman. Ett försöka att anpassa en modell som visar var variablerna partiklar/fragment, film, filament, cellplast och pellets varierar mest gjordes i en så kallad principalkomponentanalys (PCA). En sådan analys kan visuellt ge information som kan användas för att hitta samband mellan mikroplastkategorier och provpunkterna i denna studie. En begränsning i analysen är att en del variabler, framförallt cellplast och pellets, har många provpunkter med noll observationer eller ett lågt antal observationer vilket gör resultatet slumpartat. Inga tydligt framträdande grupperingar i provpunkterna kunde urskiljas (Appendix 2) utan analysen styrdes främst av mikroplastkategorier som var framträdande i provpunkter med lågt antal partiklar.



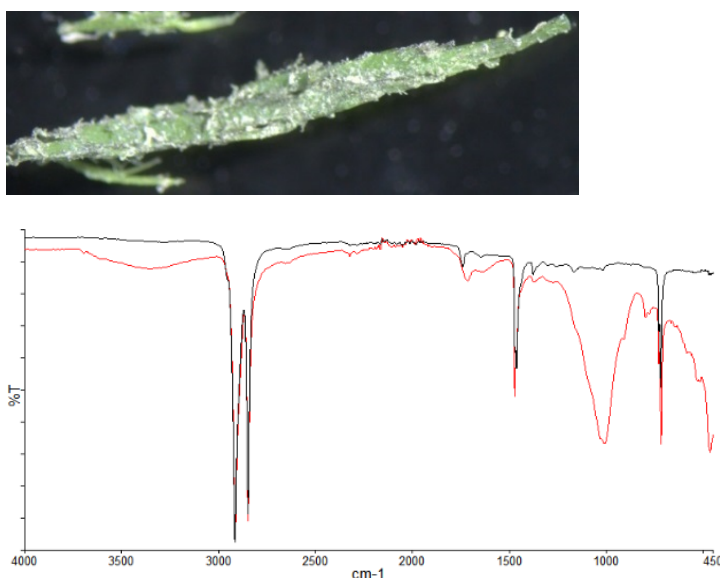
**Figur 5.** Koncentrationen mikroplaster (MP/m<sup>3</sup>) > 300 µm och dess sammansättning i tio provpunkter som provtagits vid tre olika tillfällen. Notera att y-axeln är kapad och har två olika skalor.

### 3.3 Infraröd spektroskopi

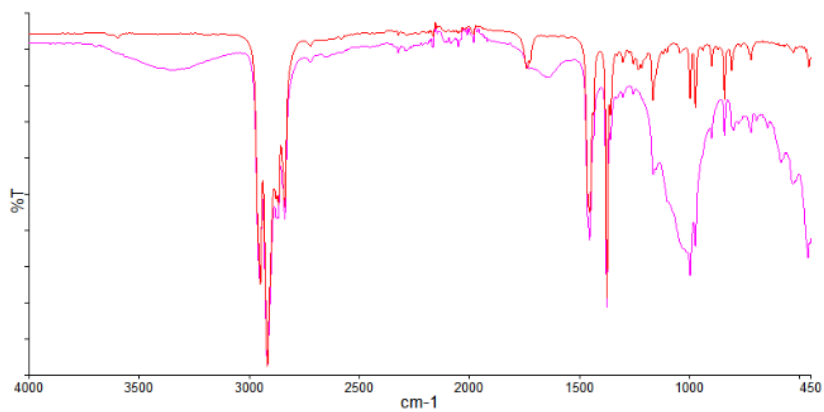
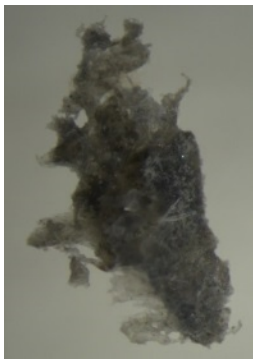
Mikroplaster kan i vissa fall vara svåra att visuellt särskilja från organiskt material. Genom att analysera dessa med ATR-FTIR (Attenuated total reflection-Fourier transform infrared spectroscopy) minskar risken för felidentifiering i den visuella analysen. FTIR baseras på det faktum att de allra flesta molekyler absorberar energin från en infraröd ljuskälla vilket ger ett sorts fingeravtryck där man kan utläsa vilka kemiska grupper till exempel en polymer består av. Det infraröda våglängdsområdet lämpar sig mycket bra för att särskilja olika polymertyper åt [3]. Exempel på dessa "fingeravtryck" ges i Figurerna 6-7. För att helt säkert identifiera polymertypen används referensplaster. Dessa överensstämmer sällan till 100% med mikroplasterna i proverna på grund av olika tillsatser som t.ex. färgämnen eller att plasterna i proverna har påverkats av solljus etc.

I denna studie gjordes ett urval av partiklarna som visuellt klassats som mikroplast och mikrokräp för vidare spektroskopisk analys, som presenteras i Tabell 6. Av de mikroplaster som verifierades i denna studie kunde fem polymertyper identifieras; polypropen (PP), polyeten (PE), polystyren (PS), polyetentereftalat (PET) och polyamid (PA). PE stod för majoriteten av mikroplasterna. PE, tillsammans med PP, är oftast vanligt förekommande i studier av ytvatten på grund av deras neutrala flytkraft samt att PE och PP produceras och används i stora kvantiteter, bland annat som förpackningsmaterial.

Det är däremot svårt att avgöra källorna till MP bara genom att bestämma mikroplastkategori och polymertyp. Några provpunkter hade ett större antal MP, t.ex. Stora Ån den 12/9 (Å2-1). Det totala antalet MP var 132 st (6,6 MP/m<sup>3</sup>) fördelat på 100 partiklar, 22 filmer, 5 filament, 2 cellplast och 2 pellets. För att illustrera hur mikroplasterna kan se ut presenteras 9st av de 17st som analyserades med FTIR i Figur 8.



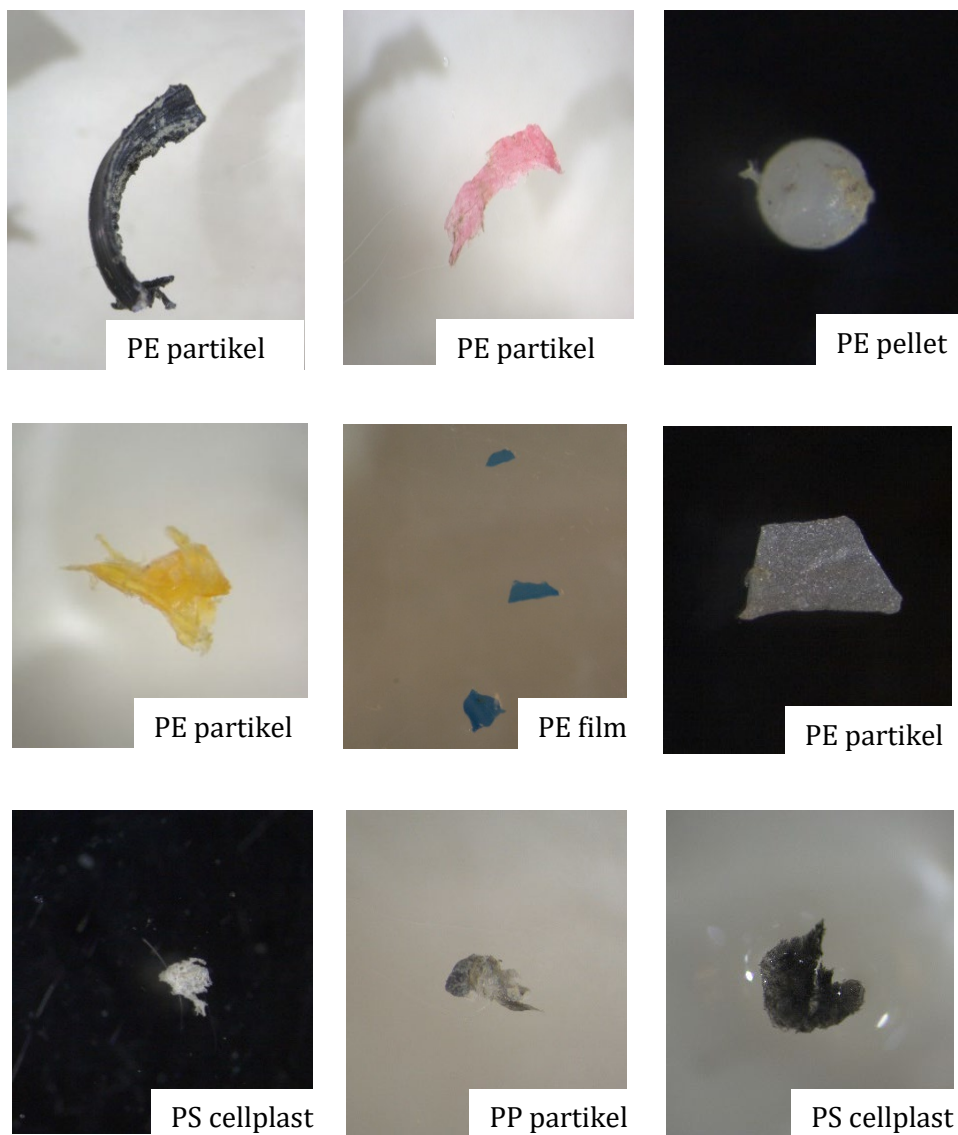
**Figur 6.** Grönt filament i S1-2 identifierat som polyeten med hjälp av ATR-FTIR. Rött spektrum = filament från Säveån. Grått spektrum = referensprov polyeten.



**Figur 7.** Grått fragment i S1\_2 identifierat som polypropen med hjälp av ATR-FTIR. Rött spektrum = fragment från Sävån. Rosa spektrum = referensprov polypropen.

**Tabell 6.** Antal mikroskräp (MS) som valts ut från respektive prov (se tabell 3) för analys med FTIR, och resultatet av analysen (PE=polyeten, PP=polypropen, PS=polystyren, PA=polyamid, samt annat, ej MP)

| Prov | Antal MS | Antal PE | Antal PP | Antal PS | Antal PET | Antal PA | Annat, ej MP |
|------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|--------------|
| L1_1 | 2        | 1        | 1        |          |           |          |              |
| L1_2 | 4        | 2        | 1        |          |           |          | 1            |
| L1_3 | 4        | 2        | 1        |          |           |          | 1            |
| L2_1 | 2        | 1        |          |          |           |          | 1            |
| L2_2 | 2        | 1        |          | 1        |           |          | 2            |
| L2_3 | 2        |          | 1        |          |           |          | 1            |
| M1_1 | 8        | 6        | 1        | 1        |           |          |              |
| M1_2 | 8        | 7        | 1        |          |           |          |              |
| M1_3 | 2        |          | 1        | 1        |           |          |              |
| M2_1 | 19       | 7        | 7        | 4        |           | 1        |              |
| M2_2 | 22       | 16       | 2        |          | 1         | 1        | 2            |
| M2_3 | 3        |          | 3        |          |           |          | 3            |
| S1_1 | 46       | 20       | 2        | 4        | 1         |          | 9            |
| S1_2 | 21       | 8        | 6        |          | 2         |          | 5            |
| S1_3 | 2        | 1        |          | 1        |           |          |              |
| S2_1 | 8        | 5        | 2        |          |           |          | 1            |
| S2_2 | 10       | 4        | 1        |          |           |          | 5            |
| S2_3 | 8        | 1        | 1        |          |           |          | 6            |
| K2_1 | 14       | 5        | 7        | 2        |           |          |              |
| K2_2 | 16       | 9        |          | 1        |           | 1        | 5            |
| K2_3 | 7        | 2        | 1        | 1        |           |          | 3            |
| Å2_1 | 17       | 13       | 1        | 3        |           |          |              |
| Å2_2 | 3        | 1        | 1        |          |           |          | 1            |
| Å2_3 | 4        | 4        |          |          |           |          | 4            |
| G1_1 | 14       | 5        | 5        |          |           |          | 4            |
| G1_2 | 3        |          |          |          | 1         |          | 2            |
| G1_3 | 4        | 1        |          |          |           |          | 3            |
| G2_1 | 1        |          |          |          |           |          | 1            |
| G2_2 | 2        | 1        |          |          |           |          | 1            |
| G2_3 | 4        | 2        | 1        | 2        |           |          |              |



**Figur 8.** Urval av partiklar, film, cellplast och pellet från en provtagningslokal, Stora Än den 12/9 (Å2-1)

### 3.4 Koncentrationer i 50-300 µm fraktionen

Tabell 7 summerar resultaten av mikroskräp (MS) för tre replikat av de 10 provtagningslokalerna. Koncentrationer mellan 0 och 81 MP/m<sup>3</sup> mättes i ytvattenproverna och dessa är indelade i kategorierna partiklar/fragment, filament, pellet och film.

Göta älv uppströms (G1) och nedströms (G2) (0-6,5 MP/ m<sup>3</sup>) uppvisade även i denna fraktion lägst medelhalter, och flest MP hittades även vid provtagningsstillfälle 2 i Sävån uppströms (S1\_2), 81 MP/ m<sup>3</sup>. Det provet kännetecknas av en stor mängd partikulärt material vilket gjorde att endast 0,1 m<sup>3</sup> vatten kunde provtas. De två nästföljande proverna med högst koncentration är Sävån (S1\_1 55 MP/m<sup>3</sup>) och Stora Än (Å2\_1 41 MP/m<sup>3</sup>).

Fibrer, både syntetiska och naturliga, dominerade till antalet och utgjorde i medeltal 74% av MS. Övrigt antropogena partiklar (ÖA) hittades endast i fem av proverna och i betydligt lägre halter jämfört med MP. Att inga svarta oljeliknande partiklar återfanns i M1\_1 och M1\_2 i denna fraktion kan bero på att förekomsten av de svarta partiklarna i denna mindre storleksfraktion var mer sällsynt.

**Tabell 7.** Mikroskräp (MS) rapporterat som antal (#) mikroplaster (MP), Övrigt antropogent (ÖA) och fibrer (F) 50-300 µm i 10 provlokaler vid tre olika tidpunkter enligt visuellt identifikationsprotokoll.

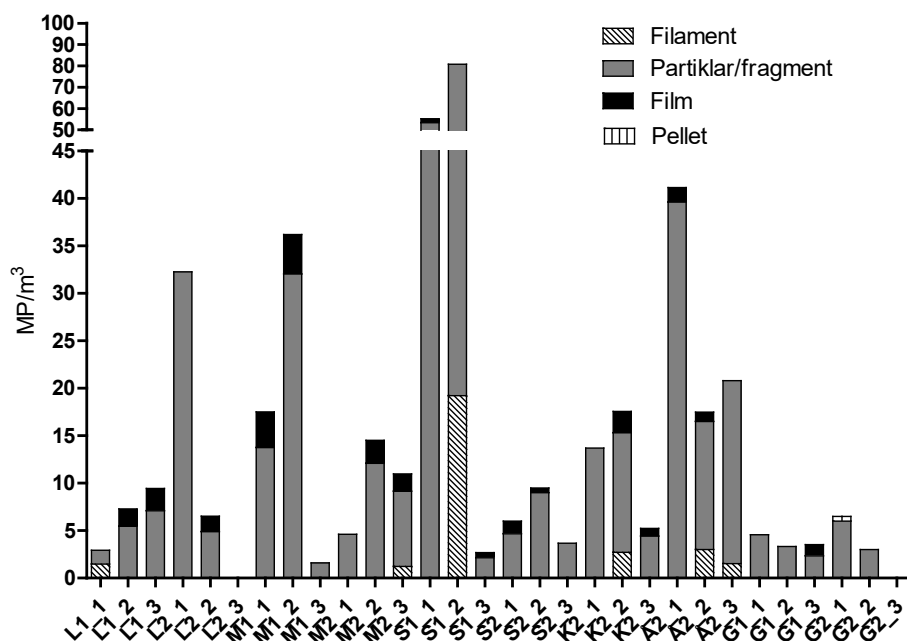
| Prov | Volym (m <sup>3</sup> ) | Datum | # mikroplast (MP) | # Övr. Antr. (ÖA) | # fibrer (F) | MP/m <sup>3</sup> | ÖA/m <sup>3</sup>  | TOTAL MS/m <sup>3</sup> |
|------|-------------------------|-------|-------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------------|-------------------------|
| L1_1 | 0,7                     | 11/9  | 2                 | 1                 | 13           | 2,9               | 1.47               | 24                      |
| L1_2 | 0,5                     | 4/10  | 4                 | 0                 | 12           | 7,3               | 0.00               | 29                      |
| L1_3 | 0,4                     | 11/12 | 4                 | 0                 | 24           | 9,4               | 0.00               | 66                      |
| L2_1 | 0,1                     | 13/9  | 3                 | 0                 | 16           | 32 <sup>□□</sup>  | 0.00 <sup>□□</sup> | 204 <sup>□□</sup>       |
| L2_2 | 1,2                     | 6/10  | 8                 | 0                 | 53           | 6,5               | 0.00               | 50                      |
| L2_3 | 0,7                     | 13/12 | 0                 | 0                 | 6            | 0,0               | 0.00               | 8,4                     |
| M1_1 | 0,8                     | 12/9  | 14                | 0                 | 53           | 18                | 0.00               | 84                      |
| M1_2 | 0,7                     | 5/10  | 26                | 0                 | 34           | 36                | 0.00               | 84                      |
| M1_3 | 1,9                     | 12/12 | 3                 | 0                 | 7            | 1,6               | 0.00               | 5,3                     |
| M2_1 | 1,3                     | 12/9  | 6                 | 0                 | 22           | 4,6               | 0.00               | 22                      |
| M2_2 | 0,8                     | 5/10  | 12                | 0                 | 18           | 15                | 0.00               | 36                      |
| M2_3 | 1,6                     | 12/12 | 18                | 0                 | 29           | 11                | 0.00               | 29                      |
| S1_1 | 0,5                     | 11/9  | 29                | 1                 | 28           | 55 <sup>□</sup>   | 1.90 <sup>□</sup>  | 110 <sup>□</sup>        |
| S1_2 | 0,3                     | 4/10  | 21                | 0                 | 31           | 81                | 0.00               | 200                     |
| S1_3 | 1,9                     | 11/12 | 5                 | 0                 | 37           | 2,7               | 0.00               | 23                      |
| S2_1 | 1,5                     | 11/9  | 9                 | 0                 | 22           | 6,0               | 0.00               | 21                      |
| S2_2 | 2,0                     | 5/10  | 19                | 0                 | 37           | 9,5               | 0.00               | 28                      |
| S2_3 | 1,6                     | 11/12 | 6                 | 0                 | 28           | 3,7               | 0.00               | 21                      |
| K2_1 | 1,3                     | 12/9  | 18                | 4                 | 22           | 14 <sup>□</sup>   | 3.05 <sup>□</sup>  | 34 <sup>□</sup>         |
| K2_2 | 2,2                     | 5/10  | 39                | 0                 | 76           | 18                | 0.00               | 52                      |
| K2_3 | 2,5                     | 12/12 | 13                | 0                 | 58           | 5,2               | 0.00               | 29                      |
| Å2_1 | 1,3                     | 12/9  | 54                | 3                 | 40           | 41 <sup>□</sup>   | 2.29 <sup>□</sup>  | 74 <sup>□</sup>         |
| Å2_2 | 2,0                     | 5/10  | 35                | 0                 | 44           | 18                | 0.00               | 39                      |
| Å2_3 | 2,0                     | 12/12 | 41                | 0                 | 291          | 21                | 0.00               | 169                     |
| G1_1 | 1,3                     | 13/9  | 6                 | 0                 | 22           | 4,6 <sup>□</sup>  | 0.00 <sup>□</sup>  | 21 <sup>□</sup>         |
| G1_2 | 1,2                     | 6/10  | 4                 | 0                 | 41           | 3,3               | 0.00               | 38                      |
| G1_3 | 0,9                     | 12/12 | 3                 | 0                 | 18           | 3,5               | 0.00               | 25                      |
| G2_1 | 2,0                     | 12/9  | 13                | 0                 | 54           | 6,5               | 0.00               | 34                      |
| G2_2 | 2,0                     | 5/10  | 6                 | 2                 | 15           | 3,0               | 1.00               | 12                      |
| G2_3 | 1,4                     | 13/12 | 0                 | 0                 | 25           | 0,0               | 0.00               | 17                      |

<sup>□□</sup> Resultat bör tolkas med viss försiktighet då provtagningsvolymen understeg 0,1 m<sup>3</sup>.

<sup>□</sup> Volym beräknad baserat på provtagningstiden multiplicerad med en uppskattad flödes hastighet.

### 3.5 Mikroplasttyper

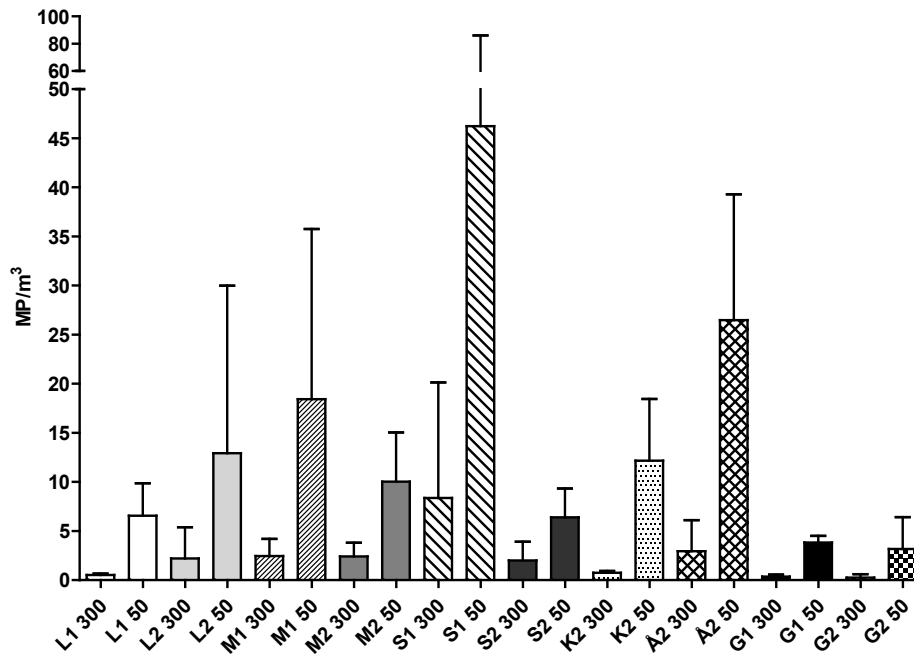
Bland de totalt 441 st mikroplaster som hittades i samtliga 30 prover återfanns alla kategorier utom expanderad cellplast. Partiklar/fragment utgjorde 84 %, film 7,6 %, filament 7,6 % och pellets 0,22%. (Figur 9). Inte heller i denna storleksfraktion går det att skönja en tydlig trend i att kategorisammansättningen ändras från uppströms till nedströms.



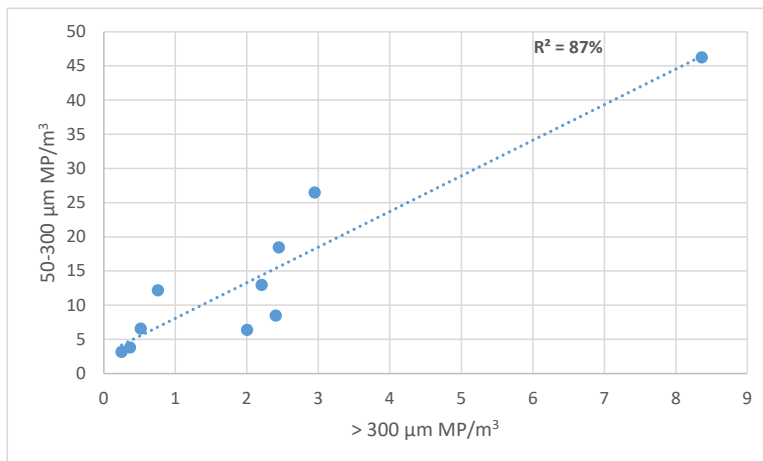
**Figur 9.** Koncentrationen mikroplaster ( $\text{MP}/\text{m}^3$ ) 50-300  $\mu\text{m}$  och dess sammansättning i tio provpunkter som provtagits vid tre olika tillfällen. Notera att y-axeln är kapad och har två olika skalor.

### 3.6 Jämförelse mellan de två storleksfraktionerna

Halterna var med undantag av två prov (L2\_3 och G2\_3) högre jämfört med > 300  $\mu\text{m}$  fraktionen och varierade mellan en faktor 1.2 och 30 (Figur 10). Det fanns en positiv korrelation mellan halterna mikroplaster i de båda storleksfraktionerna. Höga koncentrationer i den större fraktionen hänger ihop med höga koncentrationer i den mindre fraktionen. I Figur 11 har samtliga provers medelkoncentrationer plottats mot varandra och den resulterande förklaringsgraden ( $r^2$ ) på 87 % pekar på ett tydligt linjärt samband.



**Figur 10.** Medelvärden (kolumner) med standardavvikelse (felstaplar) som jämför koncentrationerna (MP/m<sup>3</sup>) i samtliga prov.



**Figur 11.** Samtliga provers medelkoncentrationer (MP/m<sup>3</sup>) i de båda storleksfraktionerna plottade mot varandra visar på ett tydligt linjärt samband med en förklaringsgrad ( $r^2$ ) på 87%.

## 4 Slutsatser

Mikroplaster > 300 µm förekom i ytvatten i Göteborg i koncentrationer som varierade mellan 0,1 och 22 st MP/m<sup>3</sup>. Dessa koncentrationer är i samma storleksordning som utlopp i Örebro och Jönköping, och i vatten från Mälaren i Stockholmsområdet. Koncentrationen mikroplaster i fraktionen 50-300 µm var i alla prover med undantag av två högre jämfört med den större fraktionen och skillnaden varierade mellan en faktor 1,2 och 30. Tre replikat under september, oktober och december 2017 visar på en stor tidlig variation i många av provtagningslokalerna. Några lokaler visar dock en jämn och låg partikelhalt, till exempel Göta älv uppströms och nedströms Göteborg. Det är med dessa data inte möjligt att kvantifiera olika källors bidrag till mikroplastförekomsten men det kan konstateras att det förekommer spridning av mikroplaster där mängden beror av tidliga faktorer. Nederbörds- och flödesstatistik kan vara betydelsefullt för att förstå dessa faktorer. Provtagningsmetodiken bedöms fungera väl i dessa lokaler och även små vattendrag kunde inkluderas i studien. För framtida mätningar bör vattenvolymen per prov ökas för de större vattendragen där partikelkoncentrationen är relativt sett lägre, till exempel Göta älv.

Tack till: Vi är tacksamma för hjälp vid provtagningarna och analysarbetet; Felix Hollert och Malin Bergman (Örebro universitet). Magnus Engwall, Örebro universitet, tackas för hjälp med rapporten. Vi vill även tacka Jenny Toth på Miljöförvaltningen som hjälpt till att välja ut provtagningspunkterna och varit ett allmänt stöd. Utveckling av pumpen finansierades med hjälp av bidrag från the European Union Seventh Framework Programme (FP7/2007–2013) under grant agreement no. 308370.

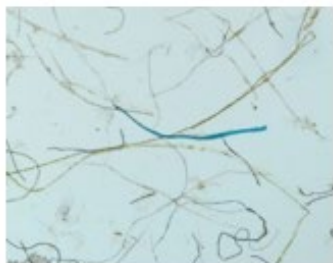
## 5 Referenser

1. Karlsson T, Kärrman A, Rotander A, Hassellöv M. 2018 *Provtagningsmetoder för mikroplast >300 µm i ytvatten: en jämförelsestudie mellan pump och trål*. Naturvårdsverket urn:nbn:se:naturvardsverket:diva-7776.
2. Norén, F., K. Norén, and K. Magnusson, *Marint mikroskopiskt skräp Undersökning längs svenska västkusten*, in *Tech. rep.* 2014.
3. Hidalgo-Ruz V., Gutow L, Thompson R.C., Thiel M. 2012. *Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification*. Environmental Science and Technology 46 (6) 3060-3075.

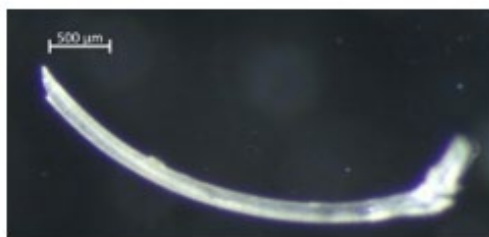
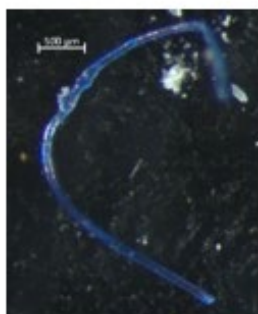
# Appendix 1

Representativa bilder från de olika kategorierna mikroplaster

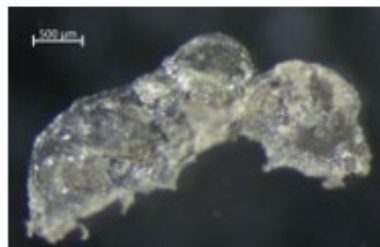
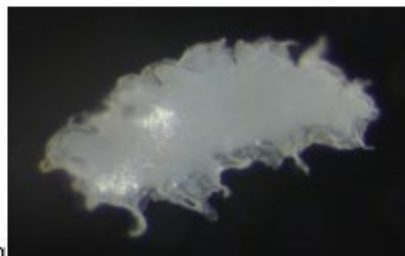
Fiber



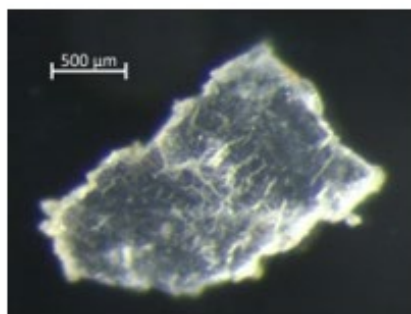
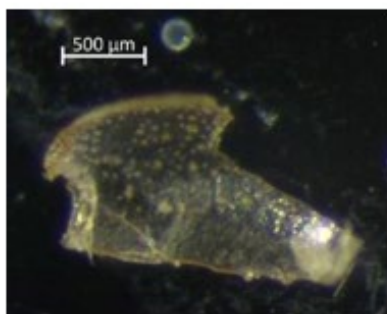
Filament



Partiklar/fragment



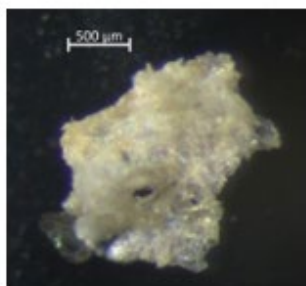
Film



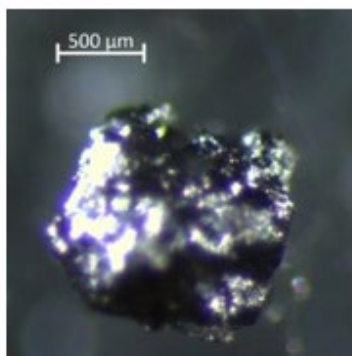
Pellets



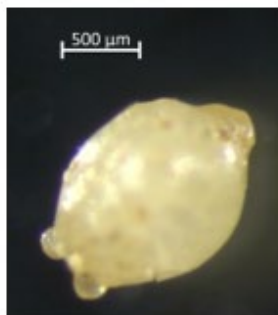
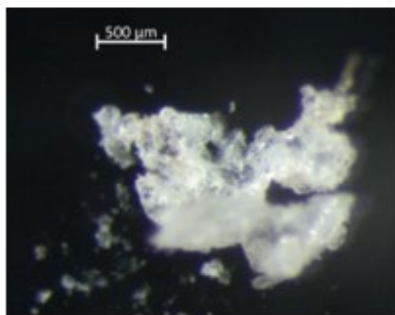
Expanderad cellplast



Svarta partiklar



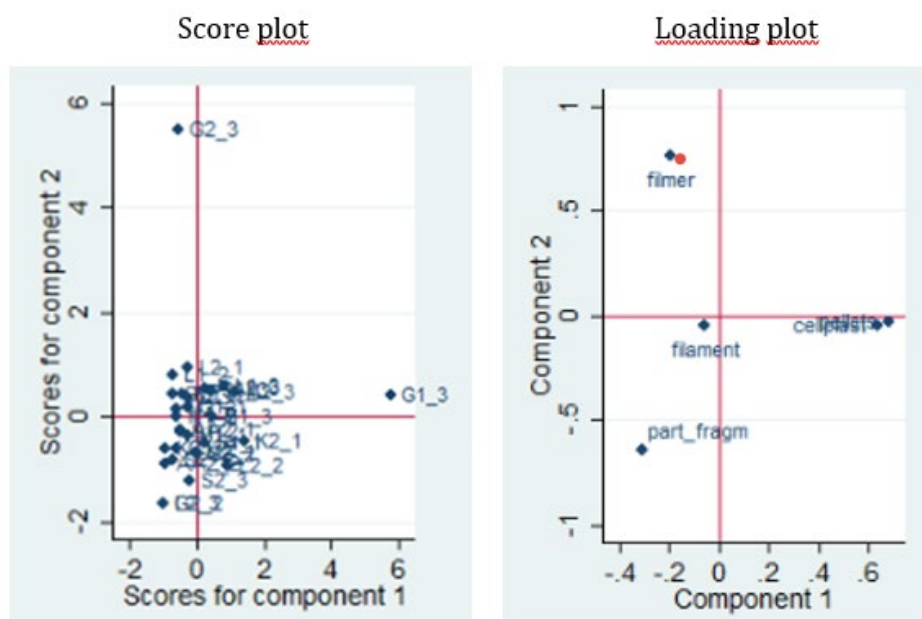
Semisolida syntetiska partiklar



# Appendix 2

Principalkomponentanalys (PCA, *Principal Component Analysis*) med samtliga 30 provpunkter (observations) och variablerna partiklar/fragment, filmer, filament, pellets och cellplast (Stata/IC 13.0, StatCorp LP, USA). Värdena som användes var antal/m<sup>3</sup> som normaliserats innan analys.

Varje observation har ett scorevärde som jämförs med modellen. Två modeller, component 1 (x-axeln) och 2 (y-axeln), visas i bilden nedan. Bildning av grupper och avvikande observationer kan ge information om variationen mellan provpunkter och mikroplastkategorier. Loadingbilden visar vilka variabler som definierar modellen. Här visas också två modeller, component 1 och 2.





## Publikationer utgivna av Göteborgs miljöförvaltning

### Rapporter (ISSN 1401-2448):

- R 2019:01      Årsrapport 2018  
R 2019:02      Inventering av hårbotten i vattenförekomsterna Askims fjord och Styrö-Vrångö, Rapport från fältarbete  
R 2019:03      Kartläggning av marina habitat i reservat Stora Amundö och Billdals skärgård, Rapport från fältarbete  
R 2019:04      Inventering av ålgräsängar i vattenförekomsten Brännö-Styrö Rapport från fältarbete  
R 2019:05      Bottenfauna – undersökningar av sötvattensmiljöer i Göteborg 2018  
R 2019:06      Metaller i vattenmossa – undersökning av biotillgängliga metaller i vattendrag i Göteborg 2018  
R 2019:07      Provfiske och inventering av fisk- och kräftdjursfauna i Göteborg  
R 2019:08      Övervakning av dagfjärilar i Göteborgs Stad 2013–2018  
R 2019:09      Övervakning av fåglar i Göteborgs Stad 2013–2018  
R 2019:10      Kemikalietillsyn 2018, Slutrapport.  
Tillsynsprojekt i samarbete mellan Malmö, Göteborg, Helsingborg och Stockholm  
R2019:11      Giftfri miljö  
R2019:12      Hållbar mat i Göteborg  
R2019:13      Skyddsvärda träd i Göteborgs Stad. Urval av träd och områden för lagligt skydd.  
R2019:14      Trafikbuller i Göteborg, kartläggning 2018  
R2019:15      Luften i Göteborg, årsrapport 2018  
R2019:16      Vad skapar ett gott företagsklimat?  
Rekommendationer för Göteborgs Stad med exempel från miljö- och klimatnämnden  
R2019:17      Övervakning av gaddsteklar i Göteborgs Stad 2018  
R2019:18      Mikroplaster i ytvatten i Göteborg  
Lärjeån, Sävån, Mölndalsån, Kvillebäcken, Stora Ån och Göta älv
- R 2018:1      Årsrapport 2017  
R 2018:2      Naturvärdesinventering av kustnära ljunghed, Göteborgs Stad, 2017  
R 2018:3      Ljudnivåer på innergårdar - Utvärdering av metodik  
R 2018:4      Bottenfauna – undersökningar av sötvattensmiljöer i Göteborg 2017  
R 2018:5      Metaller i vattenmossa – undersökning av biotillgängliga metaller i vattendrag i Göteborg 2017  
R2018:6      Effekter av tennorganiska föreningar i småbåtshamnar 2017  
R2018:7      Bullerkartläggning av Göteborgs Stad 2017  
R2018:8      Ett gemensamt miljöledningssystem - kan Göteborgsmetoden användas som en del av Göteborg Stads styrning av miljöarbetet?  
R2018:9      Uppföljning av Göteborgs lokala miljömål 2017  
R2018:10      Luftkvaliteten i Göteborgsområdet Årsrapport 2017  
R2018:11      Styrning och ledning inom den ekologiska dimensionen av hållbar utveckling – nulägesbeskrivning, omvärldsanalys och utvecklingsförslag  
R2018:12      Miljögifter i Göteborgs vattendrag  
R2018:13      Fossilfritt Göteborg - vad krävs?

Miljöförvaltningens hela rapportserie hittar du på [www.goteborg.se](http://www.goteborg.se)

# Miljöförvaltningen

Box 7012, 402 31 Göteborg

Tel vx: 031-365 00 00

E-post: miljoforvaltningen@miljo.goteborg.se

