



Mikroplaster i Vänern, Vättern, Mälaren och Hjälmaren 2017



**Vätternvårdsförbundet Rapport 131
Vänerns Vattenvårdsförbund Rapport 110
Mälarens Vattenvårdsförbund Rapport, 2019
Hjälmarens Vattenvårdsförbund, Rapport 2019**

Vätternvårdsförbundet Rapport 131
Vänerns Vattenvårdsförbund Rapport 110
Mälarens Vattenvårdsförbund Rapport, 2019
Hjälmarens Vattenvårdsförbund, Rapport 2019

Rapport	Vätternvårdsförbundet 131 Vänerns vattenvårdsförbund: 110 Mälarens Vattenvårdsförbund, Rapport, 2019 Hjälmarens Vattenvårdsförbund, Rapport 2019
Framsida	Provtagning av mikroplaster i centrala Stockholm
Utgivare	Måns Lindell, Vätternvårdsförbundet Sara Peilot, Vänerns vattenvårdsförbund Ingrid Hägermark, Mälarens Vattenvårdsförbund Mia Andersson, Hjälmarens Vattenvårdsförbund
Kontaktperson	Måns Lindell, Telefon 010-223 60 00, e-post: vattenvardsforbundet@lansstyrelsen.se
Webbplats	www.vattern.org www.malaren.org www.vanern.se
Författare	Anna Rotander och Anna Kärrman Örebro Universitet, MTM Forskningscentrum, Institutionen för naturvetenskap och teknik, 701 82 Örebro
Fotografier	Respektive vattenvårdsförbund arkiv
Kartmaterial	-
ISSN	Vättern: 1102-3791 , Vänern: ISSN: 1403-6134
Upplaga	Digital publicering, trycks av respektive vattenvårdsförbund
Tryckt på	Trycks av respektive vattenvårdsförbund 2019

Denna studie har genomförts i samverkan med och finansierats av:



Förord

Den ökande användningen av plast i kombination med långsam nedbrytning i miljön resulterar i att plast ansamlas i världshaven. Det blir alltmer vedertaget att plasten sprids till haven via sötvattenssystem d v s floder. Trots att antalet studier globalt har ökat kraftigt de senaste åren är studier i sötvattensmiljöer betydligt ovanligare och utgör mindre än 4% av alla publicerade studier om mikroplaster i miljön.

Den information som finns om mikroplaster i miljön visar på stora skillnader i förekomst i tid och rum samt i fördelning av mikroplaster. Dessutom används olika provtagningsmetoder som ökar variationen ytterligare, det finns nämligen ingen standardiserad metod för provtagning och analys av mikroplaster. Därför är det svårt att jämföra studier emellan.

I en pilotstudie i Vättern 2015 fick projektgruppen indikationer om att förekomsten av mikroplaster i Vättern var i samma storleksområde som tidigare studier utförda med samma metodik i Östersjön – ett ekosystem som förknippas med generellt tydlig mänsklig påverkan. Det föranledde behov av en fördjupad undersökning, och inte bara i Vättern utan samtidigt i Vänern, Hjälmaren och Mälaren. Efter planering, finansiering, rådslag mm genomfördes provtagningar mellan maj och augusti 2017. Syftet var att med en och samma metodik kunna uppskatta förekomsten av mikroplast i ytvatten både inom en sjö men även mellan sjöar samt visa på ev skillnader mellan olika tillflöden till en och samma sjö.

I den här studien redovisas även Vätternproverna från 2015.

Provtagningar och analyser utfördes av Örebro Universitet genom finansiering från Havs- och Vattenmyndigheten (bl a delprogram Stora Sjöar), Jönköpings kommun, Stockholms stad, Länsstyrelsen Västra Götaland, Stockholm Vatten och Avfall, Norrvatten, Skaraborgsvatten och vattenvårdsförbunden i Vänern, Vättern, Mälaren, Hjälmaren och Göta älv. Projektet har koordinerats av Länsstyrelsen i Jönköping.

Innehållsförteckning

Förord	2
Sammanfattning	4
Metoder	5
Provtagning	5
Provlagring	6
Provanalys	6
>300 µm	6
50-300 µm	8
Databearbetning	8
Resultat	11
>300 µm	11
Ytvatten	12
Mätosäkerheter vid provtagning av mikroplast	12
Djupprofiler	16
Jämförelse med andra studier	17
Mikroplasttyper	18
Verifiering av MP och polymertyp	21
50-300 µm	23
Jämförelse med andra studier	25
Mikroplasttyper	26
Framtida mätningar och åtgärder	27
Tack till	27
Referenser	28
Appendix 1	29
Appendix 2	35
Appendix 3	37
Appendix 4	41
Appendix 5	43
Appendix 6	44

Sammanfattning

Mikroplaster (MP) definieras som plastpartiklar mindre än 5 mm. I denna rapport presenteras resultaten av förekomsten av MP i Sveriges fyra största insjöar från provtagningar utförda under maj/juni 2017. Denna rapport innefattar även resultaten från en provtagning som Örebro universitet utförde i Vättern 2015 och vars preliminära resultat tidigare presenterats. Provtagningen utfördes med en pump som sorterade in partiklarna i fraktionerna > 300 µm och 50-300 µm och prover togs vid ytan och även på djupet på vissa lokaler. Analys av MP gjordes genom visuell bedömning av form, färg och textur med ljusmikroskop, och ett slumpartat urval av partiklar > 300 µm analyserades med infraröd spektroskopi (FTIR). Fibrer är inte inkluderade i antalet MP som redovisas här, då mängden och typen av organiskt material på provtagningsfiltren påverkar hur mycket fibrer som fastnar i provtagningen.

I > 300 µm fraktionen var variationen i halterna mikroplaster relativt låg, i 80% av proverna varierar haltern mellan 0,0-0,6 MP/m³. Undantagen gäller prover tagna i så kallade tillflöden i nära anslutning till städer (t.ex. i Svartåns utlopp i Örebro och i Munksjön i Jönköping där 7,2 MP/m³ återfanns som högst). Stadsnära prover i Stockholm visade halter mellan 1,5 och 2,2 MP/m³. Detta stämmer överens med att större städer oftast pekas ut som en betydande källa för utsläpp av mikroplaster.

Tidigare rapporterade preliminära resultat för prover tagna i Vättern 2015 har justerats och är betydligt lägre i denna rapport. Detta beror dels på att MP presenteras här separat från fibrer och övriga antropogena partiklar samt att vissa resultat från 2015 inte kunde verifieras med infraröd spektroskopi.

I 50-300 µm fraktionen sattes en rapporteringsgräns till 3 MP baserat på en bakgrundskontaminering i blankproverna. Endast 15 prover, alla ytvattenprover, hade koncentrationer över denna gräns. Jämfört med den större fraktionen var halterna högre i samtliga prover med undantag av Svartån. Högst värden uppmättes i Munksjöns utlopp (30 MP/m³), Huskvarnaån (19 MP/m³) och Munksjöns inlopp (16 MP/m³).

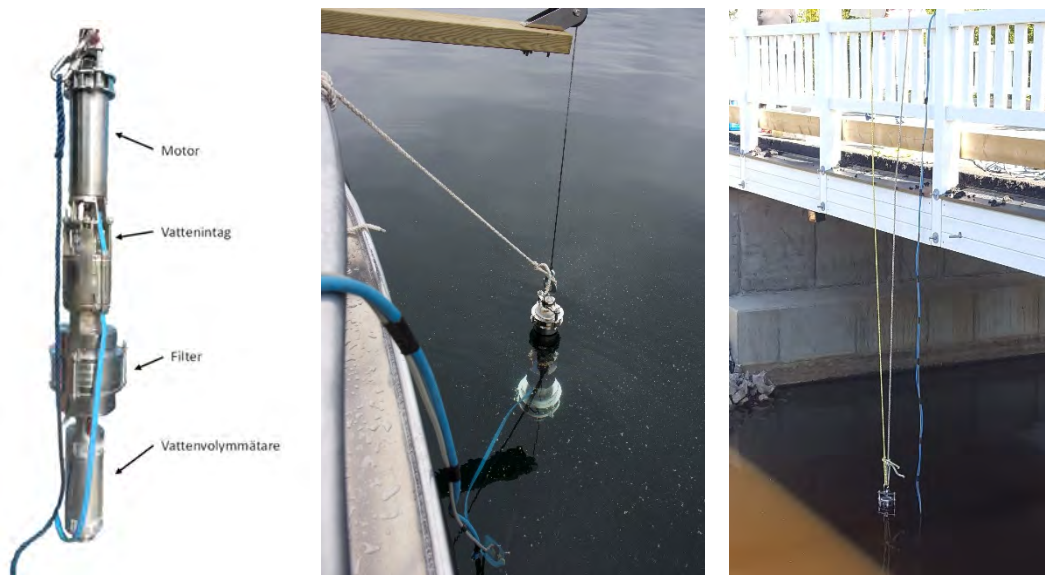
Samma metod har använts i projektet för såväl utsjöprovtagning från båt som för provtagning i mindre vattendrag från broar inne i stadsmiljö. Studien har visat förekomst av mikroplaster av varierat slag i de fyra sjöarna, både i ytskiktet och på djupet. De uppmätta koncentrationerna är dock för låga för att tillåta jämförelse och statistisk analys av skillnader mellan sjöarna. För framtida provtagningar och speciellt för utsjöpunkter bör större volymer vatten än de 20 m³ som användes i denna studie provtas. Framtida övervakning av mikroplaster i insjöar och vattendrag bör också innefatta studier hur koncentrationerna varierar över tid. Det finns många möjliga risker med mikroplast, men i dagsläget finns inga studier som visar på ett dos-respons förhållande vid de koncentrationer som uppmätts i denna studie.

Metoder

Provtagning

Provtagningen skedde i mitten av maj till mitten av juni 2017. Provpunkterna valdes av respektive Vattenvårdsförbund och ett replikat per lokal togs med undantag av vissa lokaler i Vättern där en upprepad provtagning ägde rum i slutet av augusti 2017. I den här rapporten beskrivs även prover från Vätterns som togs 2015 och som analyserats om tillsammans med proverna från 2017. En detaljerad beskrivning av provtagningspunkterna presenteras i Appendix 1.

Provtagning genomfördes från båt eller bro med en pump. Pumpen 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 1). Pumpens maxvolym är 25000 L/h och maxdjupet är 60 m. I denna studie positionerades pumpen vertikalt med vattenintaget vilket medför att ytvatten provtas ca 10 cm under vattenytan, vilket benämns som 0 m, eller sänktes ned till önskat djup. Provtagningsvolymen var 20 m³ för förutom proverna från 2015 (Vättern) som provtogs med 15 m³. Filtren är gjorda av rostfritt stål och tillverkade med laserskärning i en diameter av 14 cm (Figur 2). I denna studie användes filter med maskstorlek 300 µm och 50 µm, för det sistnämnda filtrerades upp till 2 m³ sjövattnet. Filtren rengjordes i laboratoriet och transporterades till provtagningslokalen i tätslutande burkar av stål. Ett blankprov togs per provtagningsdag, där ett filter av vardera storleken monterades i pumpen för att sedan avlägsnas direkt utan att exponerats för vatten. Blankfiltren behandlades på samma sätt som provfiltren förutom att pumpen inte sänktes ner i vattnet eller pumpade luft.



Figur 1. TV: Pumpen består av en motor placerad högst upp, följt av ett intag för vatten, en filterstack med plats för tre filter, och en digital flödesmätare längst ner som mäter vattenvolymen med hög precision. **Mitt:** Pumpen hängdes på önskat djup från båt. **TH:** I vissa fall hängdes pumpen från land.

Provlagring

Från pumpen togs filtren direkt till rengjorda, tätslutande burkar gjorda av plåt för vidare transport till laboratoriet. Alla prover lagrades i ett kylrum vid 6 °C i väntan på analys.

Provanalys

>300 μm

Resultaten i denna studie är baserade på visuell analys med ljusmikroskop. Analysen gjordes genom bedömning av form, textur, och så vidare för att särskilja organiskt material från antropogent. Ett fåtal prover hade mycket alger och annat makroskräp. Dessa är markerade i Appendix 1 och behandlades med 30% väteperoxidlösning för att spjälka det organiska materialet innan visuell analys. Ett antal partiklar/fragment som antingen var svåra att klassificera med visuell analys, eller som slumpmässigt valdes ut för att verifiera den visuella analysen, testades även med infraröd spektroskopi (Attenuated total reflection-Fourier transform infrared spectroscopy, ATR-FTIR, Perkin-Elmer). För dessa partiklar rapporteras även polymertyp.

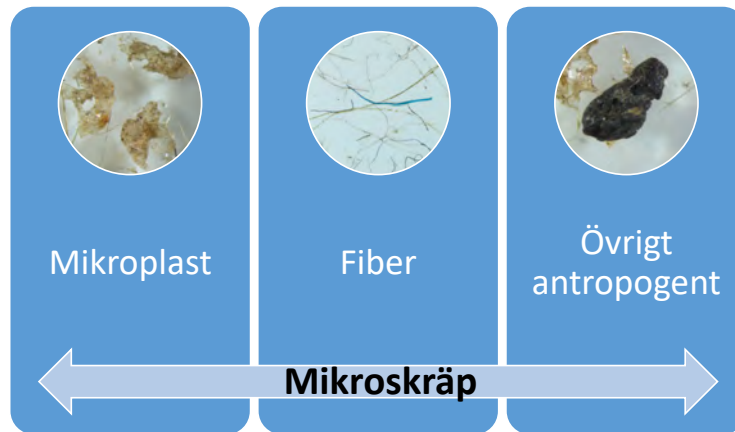


Figur 2. Ett 300 μm filter från Svartåns utlopp i Örebro (Hjälmaren).

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 1. Mikrokräp (MS) innefattar mikroplaster, fibrer och övrigt antropogent (Figur 3). Mikroplaster (MP) sorterades in i kategorierna filament (lite kraftigare och längre form av fibrer som är lätta att särskilja från fibrer av naturmaterial), partiklar/fragment, filmer, expanderad cellplast, och pellets. Övrigt antropogena (ÖA) är partiklar som är antropogena men inte klassas som plast. Exempel på ÖA är semisolda syntetiska partiklar (t.ex. paraffin), och svarta partiklar (t.ex. oljeliknande partiklar). Fibrer sorterades in i en separat klass, och kännetecknas av kortare trådar som kan vara syntetiska

eller naturliga fibrer. Bilder av representativa partiklar från de olika kategorierna togs med en Axiocam ERc 5s monterad på ett ljusmikroskop (Stemi 508, Zeiss) (Tabell 1, Appendix 2).

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



Figur 3. Mikroplast, fibrer och övriga antropogena partiklar utgör tillsammans mikroskräp.

50-300 μm

Samtliga 50 μm filter behandlades med väteperoxid för att spjälka organiskt material 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. De prov som innehöll en relativt stor mängd inorganiskt material, t.ex. sandpartiklar, torkades i ugn i 60 grader och genomgick sedan en densitetsseparation med NaCl innan filtreringssteget. 40 ml 1.2 mg/ml NaCl tillsattes provet i ett 50 ml provrör och omskakades kraftigt. Efter sedimentering i tre timmar så hälldes vätskan över till ett nytt rör, en procedur som upprepades tre gånger. Den resulterande vätskan filtrerades sedan över ett teflonfilter.

Förlusten av mikroplaster vid densitetsseparationen studerades genom att tillsätta ett känt antal PE och PP fragment till ett provrör vardera med NaCl och sedan utvärdera hur många som fanns kvar efter separationssteget. Färgglada plastbitar av respektive polymer filades ner och fragment i storleken ca 200-1000 μm sorterades ut manuellt under ljusmikroskop. Ett prov från Göta älv utvärderades också för partikelförlust inom ett annat projekt genom att räkna antalet partiklar och fibrer under ljusmikroskop före och efter densitetsseparation. Testen med PP och PE gav höga resultat, 100% PE och 93% PP var kvar efter separationen. I provet från Göta älv var resultatet lägre, 73% av plastpartiklarna och 42% av fibrerna var kvar efter separationen.

Databearbetning

Kontaminering från provtagning, upparbetning och analys studerades genom att analysera filter som hanterades som provfiltren med skillnaden att inget vatten pumpades igenom. Filter med porstorlek 300 μm innehöll inga mikroplastpartiklar, däremot detekterades fibrer, i medeltal 4 st. En rapporteringsgräns av 8 fibrer per prov användes för >300 μm proverna, baserat på medelvärdet av antal fibrer på 12 stycken blankfilter plus tre standardavvikelser. Motsvarande

undersökning av 50 μm blankfiltren resulterade i en rapporteringsgräns för 50-300 μm proverna till 2 MP och 39 fibrer.

Maskstorleken 300 μm är inte optimal för analys av fibrer eftersom diametern hos fibrer vanligtvis är mellan 25-50 μm . T.ex. 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.

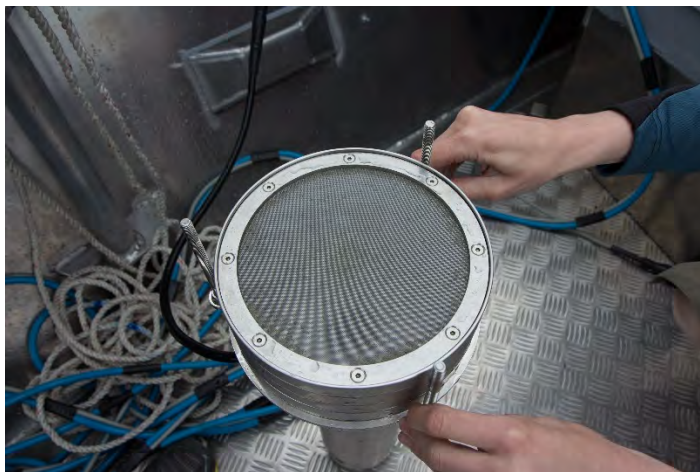
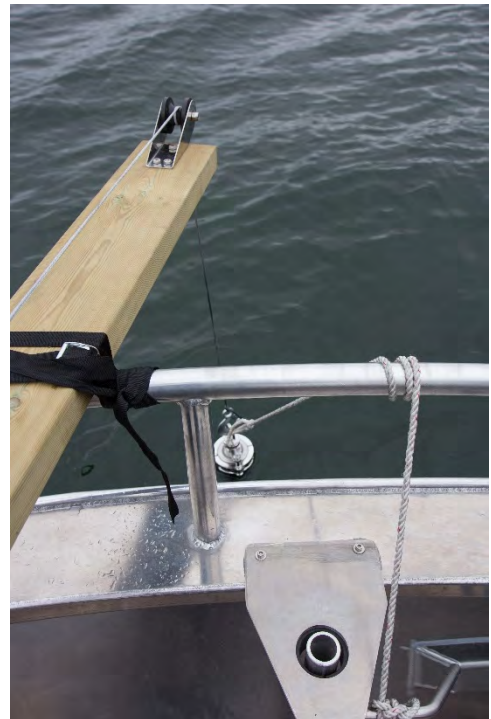
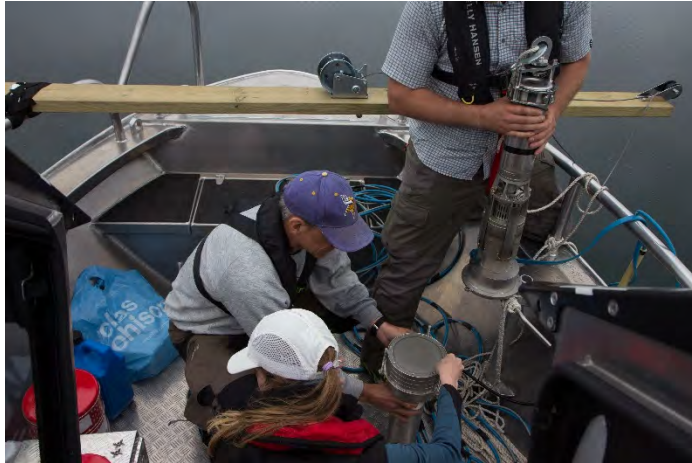
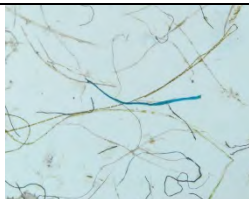
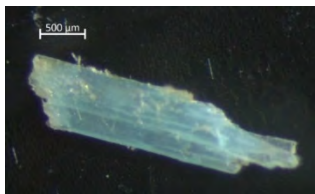
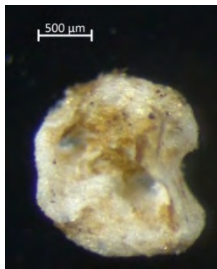
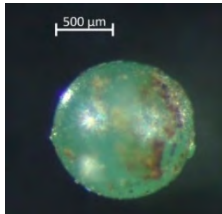


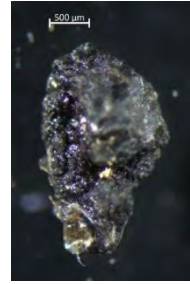
Foto 1. Provtagningsbilder

Tabell 1. Kategorier som används för att klassificera antropogena solida och semisolida partiklar genom visuell analys.

Klassificering	Typ	Representativ bild
Fiber	Fiber	 Fiber från Vättern.
Filament	Mikroplast	 Filament från Vargön, Vänern.
Partiklar/fragment	Mikroplast	 Partikel/fragment från Mälaren utanför Köping.
Filmer	Mikroplast	 Filmer från Svartåns Utlopp, Hjälmaren
Expanderad cellplast	Mikroplast	 Expanderad cellplast från Svartåns utlopp, Hjälmaren.
Pellets	Mikroplast	 Pellet från Huskvarna's utlopp i Vättern.

Svarta partiklar
(t.ex. oljor)

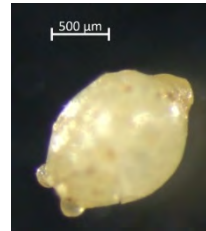
Övrigt antropogent



Svart partikel från Munksjöns utlopp.

Semisolida
syntetiska
partiklar (t.ex.
paraffin)

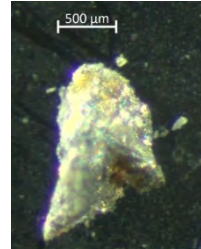
Övrigt antropogent



Semisolid syntetisk partikel från Munksjöns utlopp.

Annat

Övrigt antropogent



Metallisk partikel från Ulvsundasjön Mälaren.



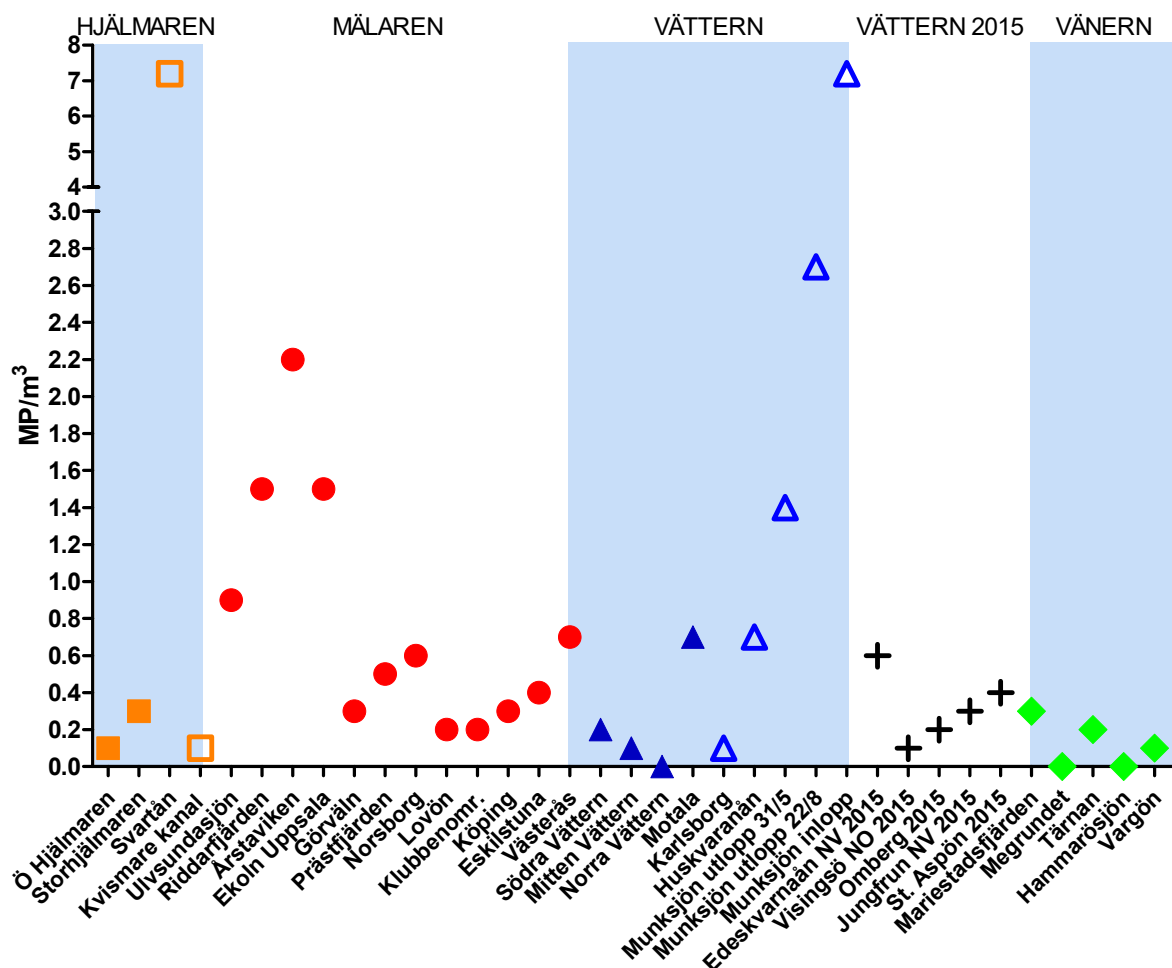
Foto 2. På väg ut på Vänern.

Resultat

Partiklar >300 µm

Tabell 2-6 summerar resultaten av mikroskräp (MS), dvs mikroplaster (MP), övrigt antropogena partiklar (ÖA) och fibrer (F), i ytvatten för samtliga sjöar, även inkluderat resultat från en provtagning i Vättern 2015 vars preliminära resultat tidigare presenterats.

I Figur 4 jämförs halten mikroplaster i alla sjöar. I Hjälmaren och Vättern togs även prover i tillflöden och dessa provpunkter är markerade i figuren som icke ifyllda ikoner.



Figur 4. Jämförelse av halten mikroplaster > 300 µm i alla fyra sjöar (endast ytvatten). Ej ifyllda trianglar (Vättern) och fyrkanter (Hjälmaren) utgör tillflöden till dessa sjöar.

Ytvatten

Flest mikroplaster > 300 µm i ytvatten (7,2 MP/m³) hittades i tillflödena från Svartån i Örebro (Hjälmaren) och Munksjön i Jönköping (Vättern). Utloppet i Munksjön, som i denna studie är inkluderad i Vättern men egentligen är en sjö i Jönköping som ingår i Motala ströms huvudavrinningsområde, samt de stadsnära lokalerna Riddarfjärden, Ekoln, Ulvsundasjön och Årstaviken (alla i Mälaren) hade 0,9-2,7 MP/m³. Minst MP hittades överlag i utsjöprovpunkterna. Då städer är en betydande källa till mikroplaster är det väntat att högst koncentrationer återfinns i anslutning till dessa och att halterna minskar med avstånd och utspädning. Övriga antropogena partiklar (ÖA), främst i form av semisolida antropogena partiklar och svarta partiklar (se Tabell 1), hittades i en del av proverna men i de flesta fall i betydligt lägre halter jämfört med MP. Fibrer var vanligt förekommande och rapporteras här men med kommentaren att maskstorlek 300 µm generellt är för stor för de betydligt mindre fibrerna vilket medför att koncentrationerna antas vara slumpartade eller bero på mängd organiskt material.

Mätosäkerhet vid provtagning av mikroplast

Det finns idag flertalet publicerade studier om förekomst av mikroplast i sjöar och hav, trots det är provtagning och analys av mikroplast utmanande. Förståelsen för hur mikroplaster sprids från land till hav är begränsad och den tillgängliga information som finns beskriver en heterogen fördelning av mikroplast i sötvatten. Den naturliga variationen i sötvattensystem resulterar i stora tidsliga och rumsliga skillnader i förekomsten av mikroplast i ytvatten.

I en studie med sex upprepade provtagningar á 20 m³ under en dag på samma lokal erhöles ett medelvärde på 0,17 MP/m³ och en standardavvikelse på 0,13 (Karlsson et al. 2018). Med den variationen erhöles att sex replikat á 20 m³ (alternativt två replikat á 60 m³) skulle krävas för att statistiskt (med en power på 60%) särskilja ett område med 0,17 MP/m³ från ett område utan mikroplaster (0 MP/m³).

Med ökat antal partiklar sjunker variationen i provtagningen men eftersom endast 1-2 replikat á 20 m³ per provtagningslokal gjorts i denna studie bör resultaten tolkas med försiktighet och statistisk analys av skillnader mellan provlokaler är ej möjlig.

Tabell 2. Resultat för fraktionen > 300 µm i ytvatten (0 m) i Hjälmaren enligt visuellt identifikationsprotokoll.

Prov ID	Volym (m ³)	Datum	# övr.			MP/m ³	ÖA/m ³	MS/m ³
			# mikroplast (MP)	antropogen (ÖA)	# fibrer (F)			
Ö Hjälmaren	20	12/5	1	-	35	0,1	-	1,8
Storhjälmaren	20	12/5	5	1	25	0,3	-	1,6
Utlopp Svartån	20	8/6	144	-	9	7,2	-	7,7
Kvismare kanal utlopp	20	8/6	1	-	< 8	0,1	-	0,1

Tabell 3. Resultat för fraktionen > 300 µm i ytvatten (0 m) i Mälaren enligt visuellt identifikationsprotokoll.

Prov ID	Volym (m ³)	Datum	# övr.			MP/m ³	ÖA/m ³	MS/m ³
			# mikroplast (MP)	antropogen (ÖA)	# fibrer (F)			
Ulvsundasjön	20	15/5	17	1	50	0,9	0,1	3,4
Riddarfjärden*	20	15/5	30	-	99	1,5	-	6,5
Årstaviken	20	15/5	44	-	69	2,2	-	5,7
Ekoln Uppsala	20	16/5	29	-	22	1,5	-	2,6
Görvåln	20	16/5	5	-	25	0,3	-	1,5
Prästfjärden	20	16/5	10	-	< 8	0,5	-	0,5
Norsborg	20	17/5	12	-	22	0,6	-	1,7
Lövön	20	17/5	3	-	< 8	0,2	-	0,2
Klubbenomr.	20	17/5	3	-	22	0,2	-	1,3
Köping	20	18/5	5	-	9	0,3	-	0,7
Eskilstuna	20	18/5	7	-	< 8	0,4	-	0,4
Västerås	20	18/5	14	-	< 8	0,7	-	0,7

* Filtret behandlat med 30% väteperoxidlösning.

Tabell 4. Resultat för fraktionen > 300 µm i ytvatten (0 m) i Vättern enligt visuellt identifikationsprotokoll.

Prov ID	Volym (m ³)	Datum	# mikroplast (MP)	# övr. antropogen (ÖA)	# fibrer (F)	MP/m ³	ÖA/m ³	MS/m ³
Södra Vättern	20	29/5	3	-	< 8	0,2	-	0,2
Södra Vättern	20	23/8	2	-	< 8	0,1	-	0,1
Mitten Vättern	20	29/5	1	-	< 8	0,1	-	0,1
Norra Vättern	20	30/5	0	1	13	0,0	0,1	0,7
Motala	20	30/5	14	-	< 8	0,7	-	0,7
Karlsborg	20	30/5	2	1	19	0,1	0,1	1,1
Huskvaranån	20	31/5	14	2	< 8	0,7	0,1	0,8
Munksjön utlopp	20	31/5	28	7	129	1,4	0,4	8,2
Munksjön utlopp*	20	22/8	53	4	40	2,7	0,2	4,9
Munksjön inlopp*	20	22/8	143	9	50	7,2	0,5	10

* Filtret behandlat med 30% väteperoxidlösning.

Tabell 5. Resultat för fraktionen > 300 µm i ytvatten (0 m) i Vättern efter provtagning 2015 enligt visuellt identifikations-protokoll.

Prov ID	Volym (m ³)	Datum	# mikroplast (MP)	# övr. antropogen (ÖA)	# fibrer (F)	MP/m ³	ÖA/m ³	MS/m ³
Edeskvarnaån NV	15	11/8	9	1	11	0,6	0,1	1,4
Visingsö NO	15	11/8	1	-	34	0,1	-	2,3
Omberg	15	11/8	3	-	31	0,2	-	2,3
Jungfrun NV	15	12/8	4	-	33	0,3	-	2,5
St. Aspön	15	12/8	6	1	8	0,4	0,1	1,0

Tabell 6. Resultat för fraktionen > 300 µm i ytvatten (0 m) i Vänern enligt visuellt identifikationsprotokoll.

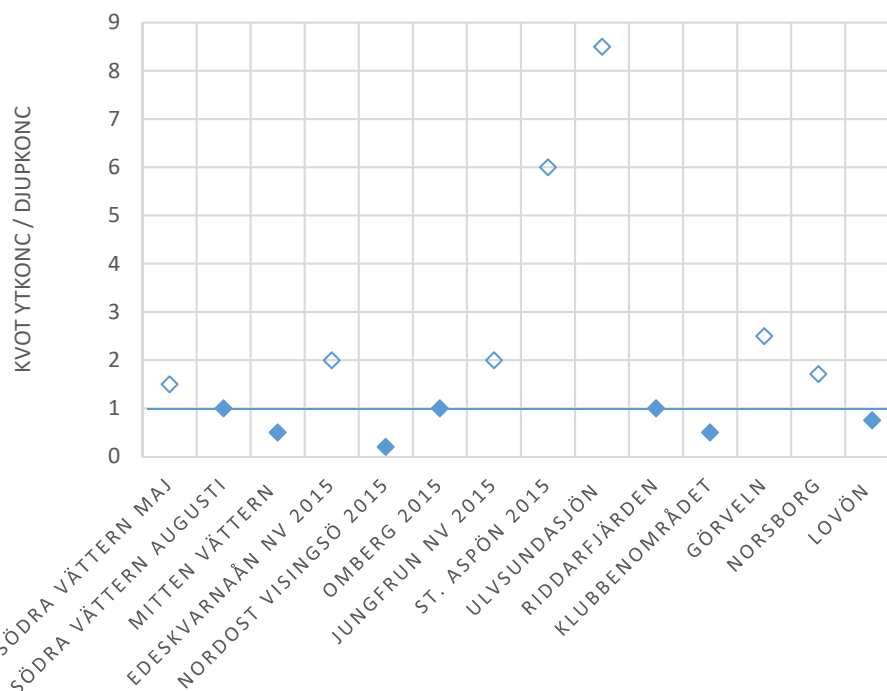
Prov ID	Volym (m ³)	Datum	# mikroplast (MP)	# övr. antropogen (ÖA)	# fibrer (F)	MP/m ³	ÖA/m ³	MS/m ³
Mariestadsfjärden	20	31/5	5	-	< 8	0,3	-	0,3
Megrundet	20	1/6	0	-	< 8	0,0	-	0,0
Tärnan	20	9/6	4	-	< 8	0,2	-	0,2
Hammarösjön	20	13/6	0	-	< 8	0,0	-	0,0
Vargön	20	1/6	2	-	< 8	0,1	-	0,1



Foto 3. Flera mediala inslag gjordes under projektiden

Djupprofiler

Vid flertalet provpunkter i Mälaren, Vättern och Vänern togs prov på två eller flera djup. Då Hjälmaren har ett medeldjup på endast ca 6 m prioriterades prover i ytvatten. Analysen visar att mikroplaster finns på andra djup än ytzone men det är generellt sett svårt att dra några slutsatser gällande koncentrationen då få partiklar erhöles i de flesta av proverna. Figur 5 visar kvoten av mikroplastkoncentrationen för samtliga lokaler där prov togs både i ytan och på djupet och där halterna översteg 0,0 MP/m³. Skillnaden mellan MP i ytzone och på 15-22 m djup är olika, exakt lika koncentration återfanns i Riddarfjärden, Södra Vättern och Omberg 2015, medan en till synes mindre koncentration återfanns på 15 m djup i Ulvsundasjön och St. Aspön 2015. På övriga lokaler var koncentrationen mer snarlik. Förekomsten av MP i en vattenkolonn beror av flertalet faktorer varav densitet är en. Hur en vertikal rörelse av partiklar av olika storlekar och polymertyper med neutral densitet, det vill säga med en densitet snarlik vattnets densitet, sker är till stor del okänd. Omblandning, påväxt av biologiskt material, nedbrytning, form och polymertyp kan orsaka att MP sjunker i vattenkolonnen och sedimentet betraktas som den mest betydelsefulla sänkan för mikroplaster. Sammansättningen av MP i Riddarfjärdens och Norsborgs djupprover var majoriteten av kategorin filament vilket även ytzonens MP var. Filamenten gav blandade resultat vid FTIR-analys, sannolikt på grund av storlek och form, och inget samband mellan polymertyp vid de olika djupen kunde göras. Alla djupkoncentrationer återges i Appendix 4.



Figur 5. Kvot mellan mikroplastkoncentrationen i ytvatten (MP/m³) (0 m) och i en djupzon (12-15 m i Ulvsundasjön, Klubbenområdet, Riddarfjärden och Vättern 2015, 20 m i Vättern 2017 och 22 m i Görväln och Lovön).

Jämförelse med andra studier

Det finns inga standardiserade metoder för att provta, analysera och klassificera mikroplaster i vatten. Jämförelse med andra studier är därför nästintill omöjliga att göra. Följande studier är alla gjorda av Örebro universitet, med samma provtagare, samma filterstorlek och analysmetod som denna studie. Halterna MP i denna studie är överlag jämförbara med studier utförda i Östersjön 2014 och i Nyköpingsåarna (Nyköpingsån, Kilaån, Svärtaån och Trosaån) och i Gullmarsfjorden utanför Lysekil 2017 (Tabell 7). Halterna är däremot lägre jämfört med ytvatten i Göteborg (Mölnålsån, Kvillebäcken, Sävåån, Lärjeån och Stora ån) i en nyligen utförd provtagning (2017).

Tabell 7. Median-, medel-, min- och maxkoncentrationer av mikroplast >300 µm i Östersjön, i Gullmarsfjorden, i Nyköpingsåarna, samt i Göteborg uppmätta med samma pump som i denna studie.

	mediankoncentration (medelkoncentration) MP/m ³	min-max MP/m ³
Östersjön 2014 (n=9)	0,1 (0,3)	0,0–1,5
Gullmarsfjorden 2017 (n=6)	0,2 (0,2)	0,0–0,6
Nyköpingsåarna 2017 (n=4)	0,4 (0,3)	0,0–0,6
Ytvatten i Göteborg 2017 (n=30)	0,8 (2,2)	0,1–22
Ytvatten i Stora sjöar (n=36)	0,3 (0,9)	0,0–7,2

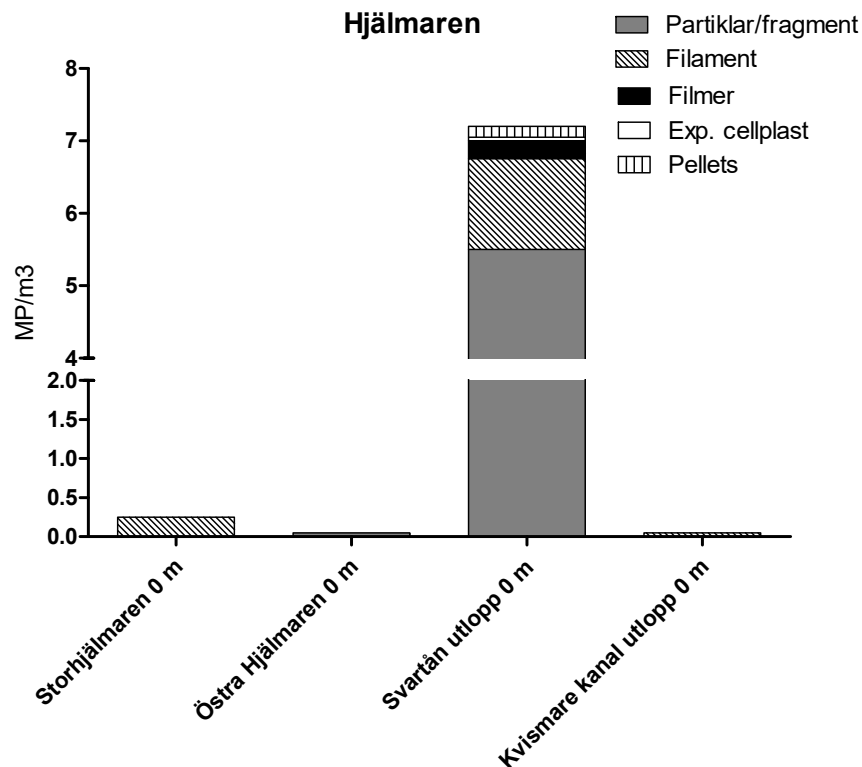
De flesta andra studier som finns tillgängliga har använt andra provtagningsmetoder. Som referens inkluderas här studier av Norén och Magnusson som utfört flertalet mätningar med trål och 330 µm maskstorlek (Tabell 8). Mikroskräp som anges i studierna av Norén och Magnusson symboliserar alla antropogena partiklar och ska således jämföras med MS/m³ i sista kolumnen i tabell 2-6.

Tabell 8. Medelkoncentrationer av mikroskräp i Svenska städer, industriella områden och rurala områden runt västkusten enligt mätningar med andra tekniker under 2013 och 2014 [1].

	2013 medelkoncentration (MS/m ³)	2014 medelkoncentration (MS/m ³)
Städer	25	1,0
Industriella områden	3,6	0,9
Rurala områden	2,1	0,14

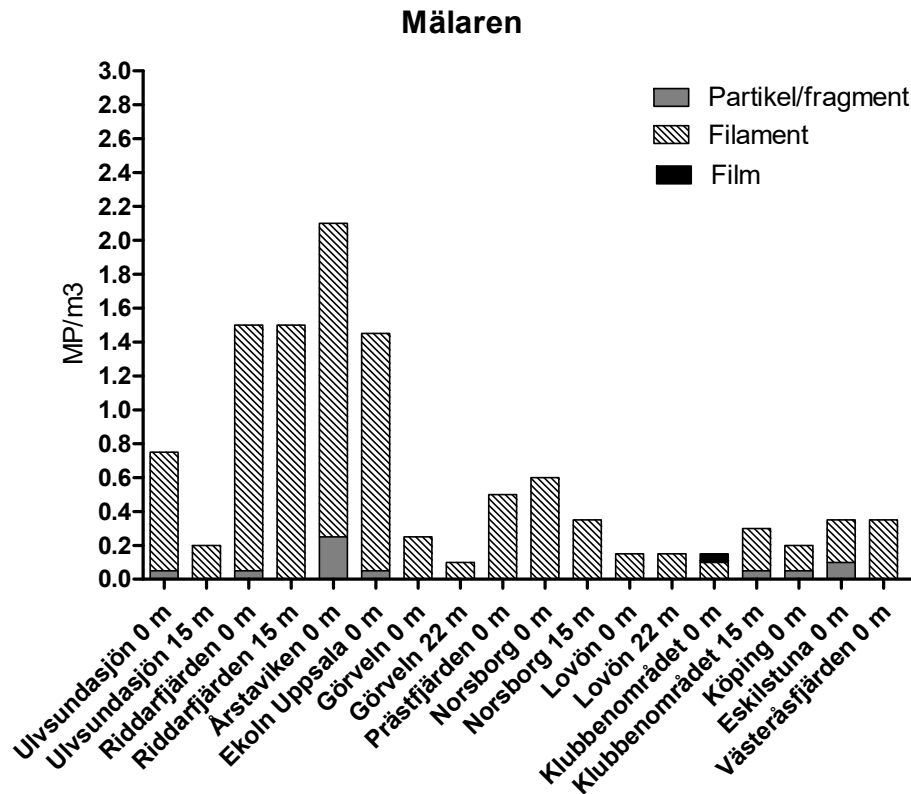
Mikroplasttyper

Majoriteten av de mikroplaster som hittades bestod av partiklar/fragment och filament (för de olika klassificeringstyperna, se tabell 1). I figurerna 6-10 redovisas sammansättningen av mikroplaster för respektive sjö.

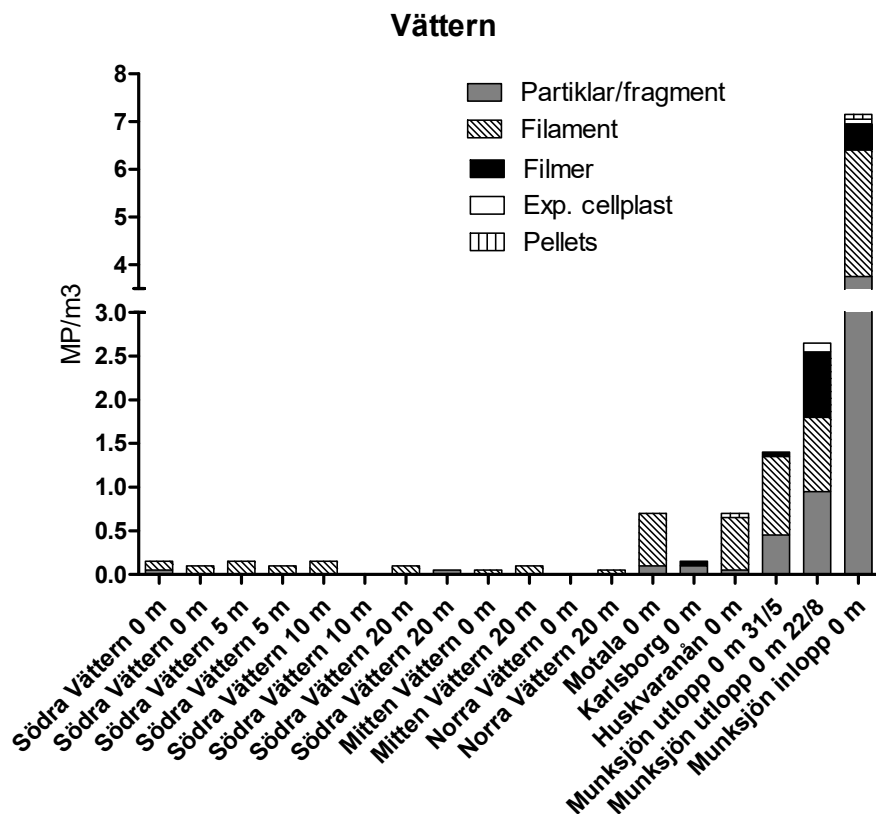


Figur 6. Ovan: Sammansättning och antal mikroplaster > 300 µm (MP/m³) i proven från Hjälmaren. Nedan: Provtagning i Hjälmaren.

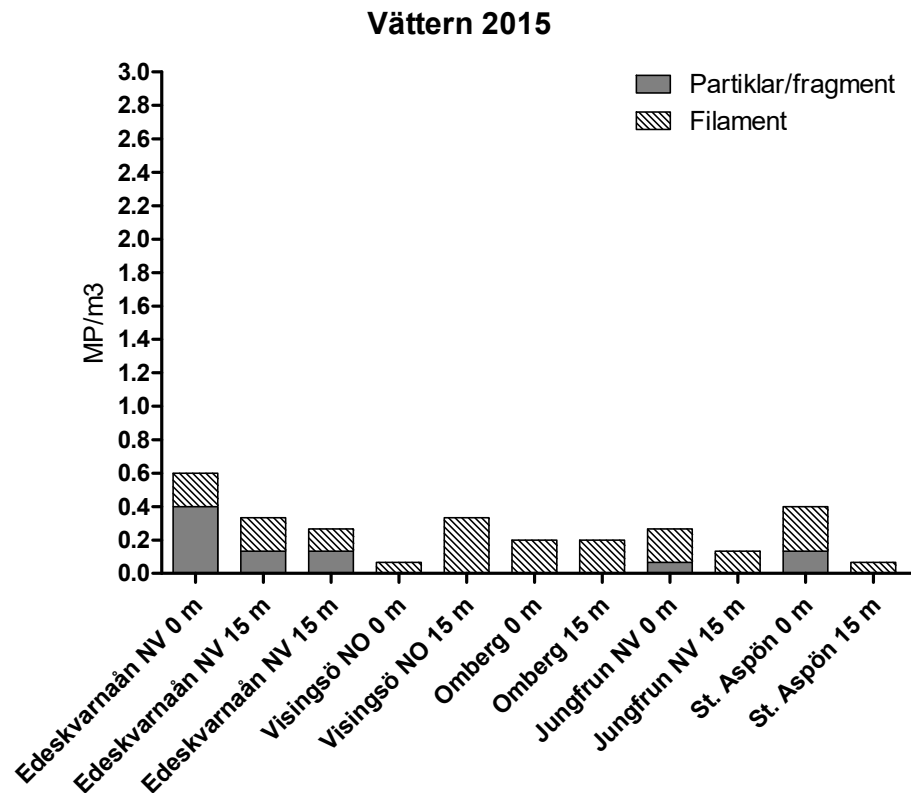




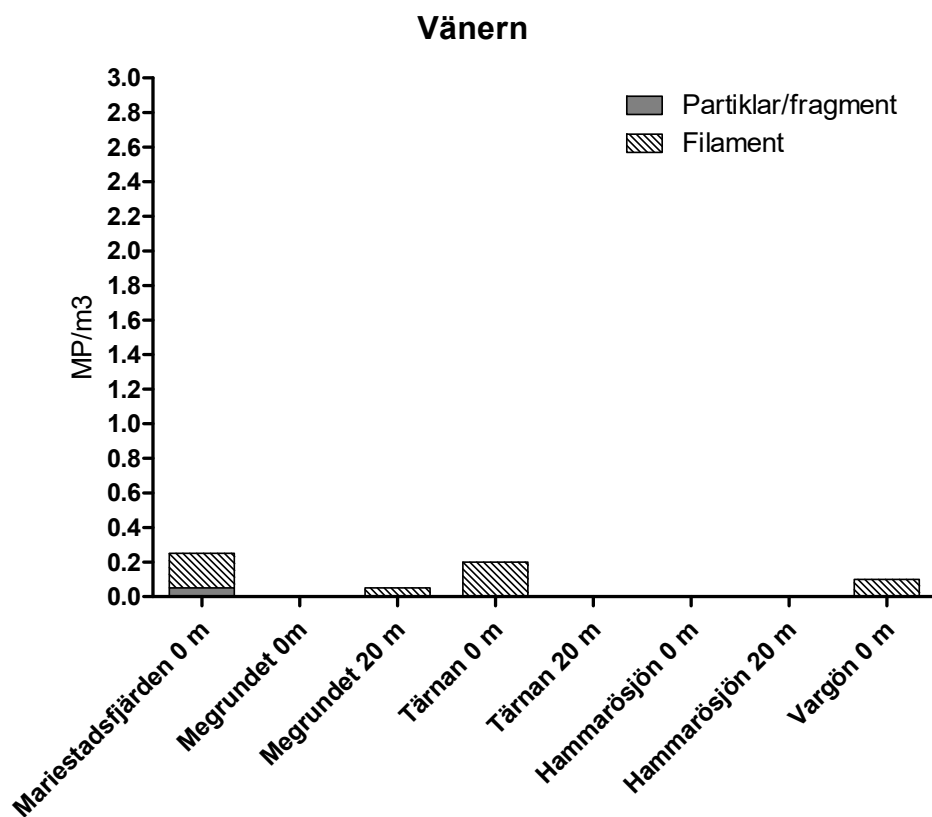
Figur 7. Sammansättning och antal mikroplaster > 300 µm (MP/m³) i proven från Mälaren.



Figur 8. Sammansättning och antal mikroplaster > 300 µm (MP/m³) i proven från Vättern.



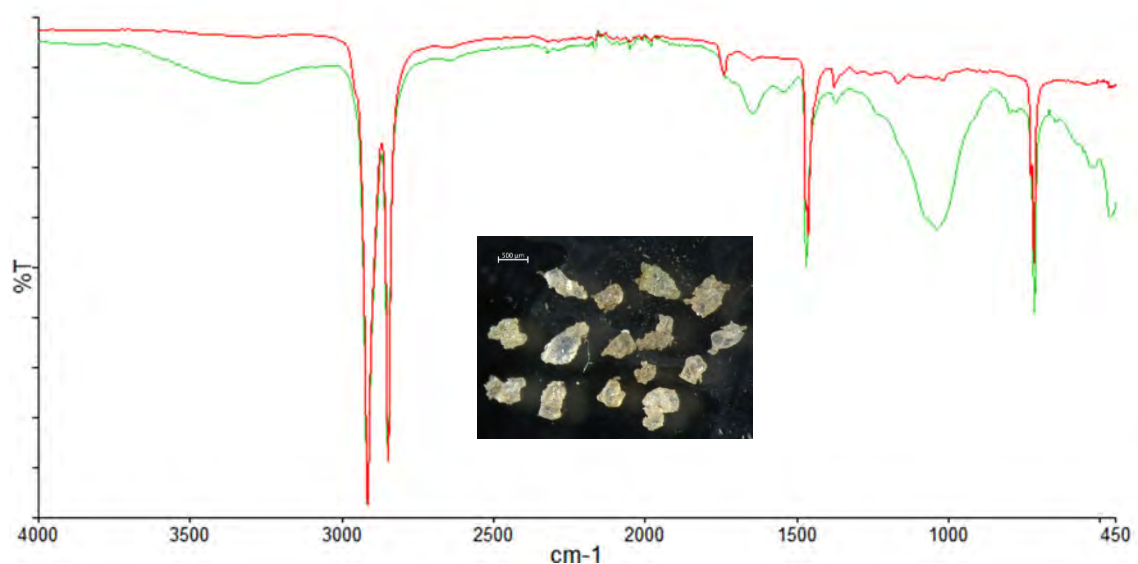
Figur 9. Sammansättning och antal mikroplaster > 300 µm (MP/m³) i proven från Vättern 2015.



Figur 10. Sammansättning och antal mikroplaster > 300 µm (MP/m³) i proven från Vänern.

Verifiering av MP och polymertyp

Infrarödspektroskopi (ATR-FTIR) användes i denna studie för att verifiera den visuella bestämningen och avgöra polymertyp. Minst 10% av partiklar/fragment > 500 µm analyserades i de flesta prover med ATR-FTIR (se Appendix 5). Exempel på analysresultat ges i Figur 11 samt i Appendix 6.



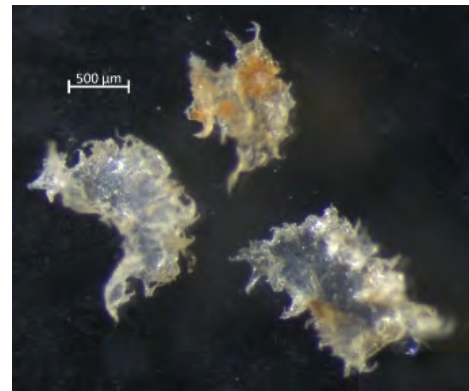
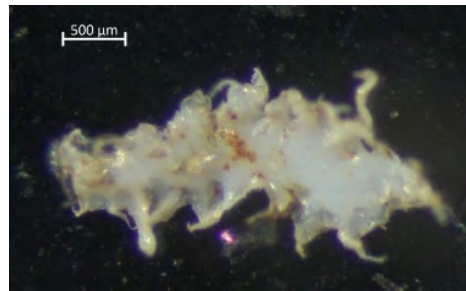
Figur 11. Partiklar från Svartåns utlopp, Hjälmaren, identifierade som polyeten (PE) med ATR-FTIR Grönt spektrum = partikel från Svartån. Rött spektrum = referensprov PE.

Av de mikroplaster som verifierades i denna studie kunde tre polymertyper identifieras; polypropen (PP), polyeten (PE) och polystyren (PS). Dessa är vanligast förekommande i studier på grund av deras neutrala flytkraft samt att PE och PP produceras och används i stora kvantiteter, bland annat som förpackningsmaterial. I tidigare nämnda studie i Östersjön bekräftades andelen MP >300 µm vara 80% PE och PP (där PE dominerade), 3% PS, och 11% oidentifierade polymerer.

Det går inte att avgöra källorna till MP bara genom att bestämma polymertyp. Några provpunkter hade ett större antal MP av samma typ, eller MP av en säregen form, och dessa kan möjligtvis spåras till en utsläppskälla. Utseende, färg och form kan ge information om källan och i vissa fall kan man misstänka att industriella processer har gett upphov till MP. Exempel på partiklar med ett speciellt utseende som återfanns i denna studie ges i figur 12.



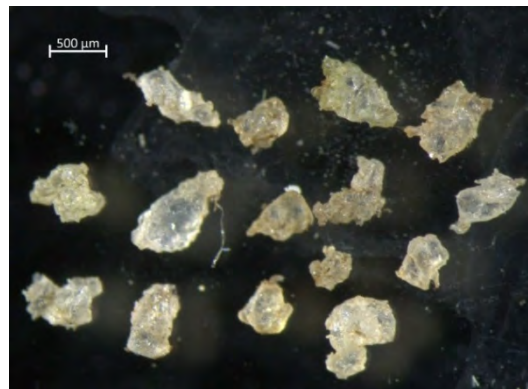
a) PE fragment, Munksjöns inlopp 22/8



b) PE fragment, Munksjöns utlopp 31/5 (övre bild) och 22/8 (nedre bild).



c) PP fragment, Svartåns utlopp, Hjälmaren



d) PE partiklar, Svartåns utlopp, Hjälmaren

Figur 12. Exempel på partiklar med säreget utseende i denna studie som identifierats som polyeten (PE) eller polypropen (PP).

Partiklar 50-300 μm

Tabell 9 summerar resultaten av mikroplaster (MP), övriga antropogena partiklar (ÖA) och fibrer (F) i ytvatten för de 15 prover där antalet MP översteg rapporteringsgränsen 2 MP (1,3 MP/m³ baserat på ett medelvärde av provvolymerna). Resultat för samtliga prover redovisas i Appendix 7. De högsta koncentrationerna uppmättes i Munksjöns utlopp (30 MP/m³), Huskvarnaån (19 MP/m³) och Munksjöns inlopp (16 MP/m³). Endast en ÖA återfanns i provet från Kvismare kanals utlopp i form av en semisolid antropogen partikel.

Det fanns ingen korrelation mellan halterna mikroplaster i de två storleksfraktionerna men en jämförelse i Figur 13 visar att halterna MP var högre i den mindre fraktionen i alla prov med undantag för Svartån. Att halterna är högre i 50-300 μm fraktionen stämmer överens med resultat från tidigare studier utförda av Örebro universitet i Östersjön, ytvatten i Göteborg och Nyköpingsåarna.

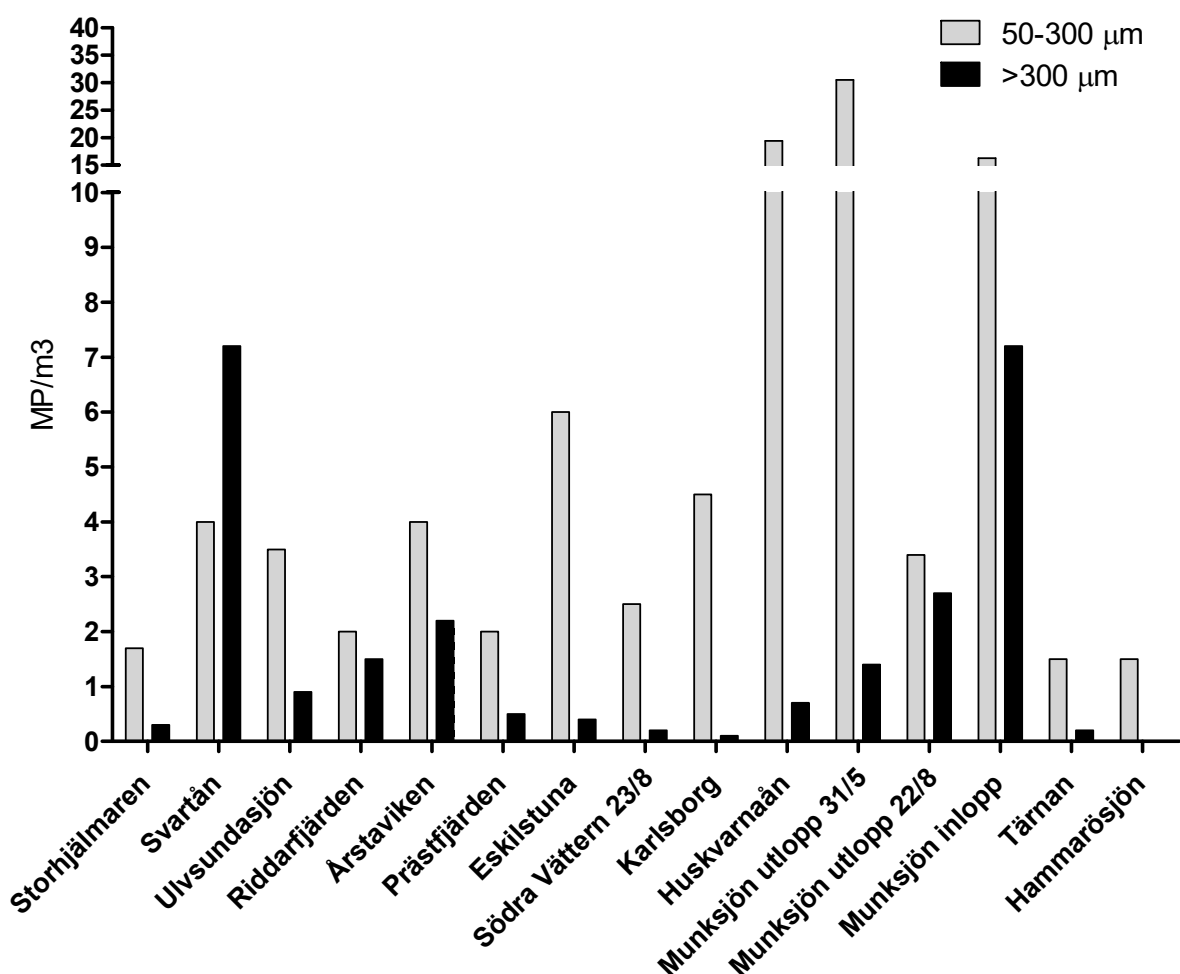
Hanteringen av filtren vid spjälkningen med väteperoxid kan vara en bidragande orsak till att det återfanns relativt många fibrer på 50 μm blankfiltren. En stor variation av antalet fibrer på blankfiltren, samt att ett par filter hade mer än 20 fibrer, gjorde att rapporteringsgränsen blev så hög som 39 fibrer. Endast ett prov från Munksjöns utlopp med 46 fibrer hade fler. Då fibrer är ständigt närvarande i luften och lätt lossnar från kläder är det mycket svårt att undvika fiberkontaminering under provtagning och på lab. Ett sätt att minska kontamineringen är att undvika kläder av t.ex. fleece och att hantera prover i ett så kallat renrum.

Densitetsseparationen utmynnade i en förlust av partiklar, och framför allt en förlust av fibrer, baserat på räkning av ett prov före och efter densitetsseparation. Det behövs dock göras fler tester för att bättre utreda storleken av förlusten av partiklar och fibrer i detta extraktionssteg.

Tabell 9. Resultat för fraktionen 50-300 µm i ytvatten i samtliga sjöar där koncentrationen översteg rapporteringsgränsen 2MP (1,3 MP/m³) enligt visuellt identifikationsprotokoll.

Sjö	Prov ID	Volym (m ³)	Datum	# mikroplast (MP)	# övr. antropogen (OA)	# fibrer (F) a	MP /m ³
Hjälmaren	Storhjälmaren*	2,3	12/5	4	-	< 39	1,8
Hjälmaren	Utlopp Svartån	2,0	8/6	8	-	< 39	4,0
Hjälmaren	Kvismare kanal utlopp*	2,0	8/6	< 3	1	< 39	< 1,3
Mälaren	Ulvsundasjön*	2,0	15/5	7	-	< 39	3,5
Mälaren	Riddarfjärden	2,0	15/5	4	-	< 39	2,0
Mälaren	Årstaviken	2,0	15/5	8	-	< 39	4,0
Mälaren	Prästfjärden*	1,5	16/5	3	-	< 39	2,0
Mälaren	Eskilstuna*	0,5	18/5	3	-	< 39	6,0
Vättern	Södra Vättern	2,0	23/8	5	-	< 39	2,5
Vättern	Karlsborg	1,3	30/5	6	-	< 39	4,5
Vättern	Huskvaranån	0,7	31/5	13	-	< 39	19
Vättern	Munksjön utlopp*	1,1	31/5	32	-	46	30
Vättern	Munksjön utlopp	1,5	22/8	5	-	< 39	3,4
Vättern	Munksjön inlopp	0,7	22/8	11	-	< 39	16
Vänern	Tärnan*	2,0	9/6	3	-	< 39	1,5
Vänern	Hammarösjön*	2,0	13/6	3	-	< 39	1,5

* Prov som genomgått densitetsseparation.



Figur 13. Jämförelse av halterna MP/m³ mellan de båda storleksfraktionerna. Endast prover där halterna i 50-300 µm fraktionen översteg rapporteringsgränsen 2 MP är representerade.

Jämförelse med andra studier

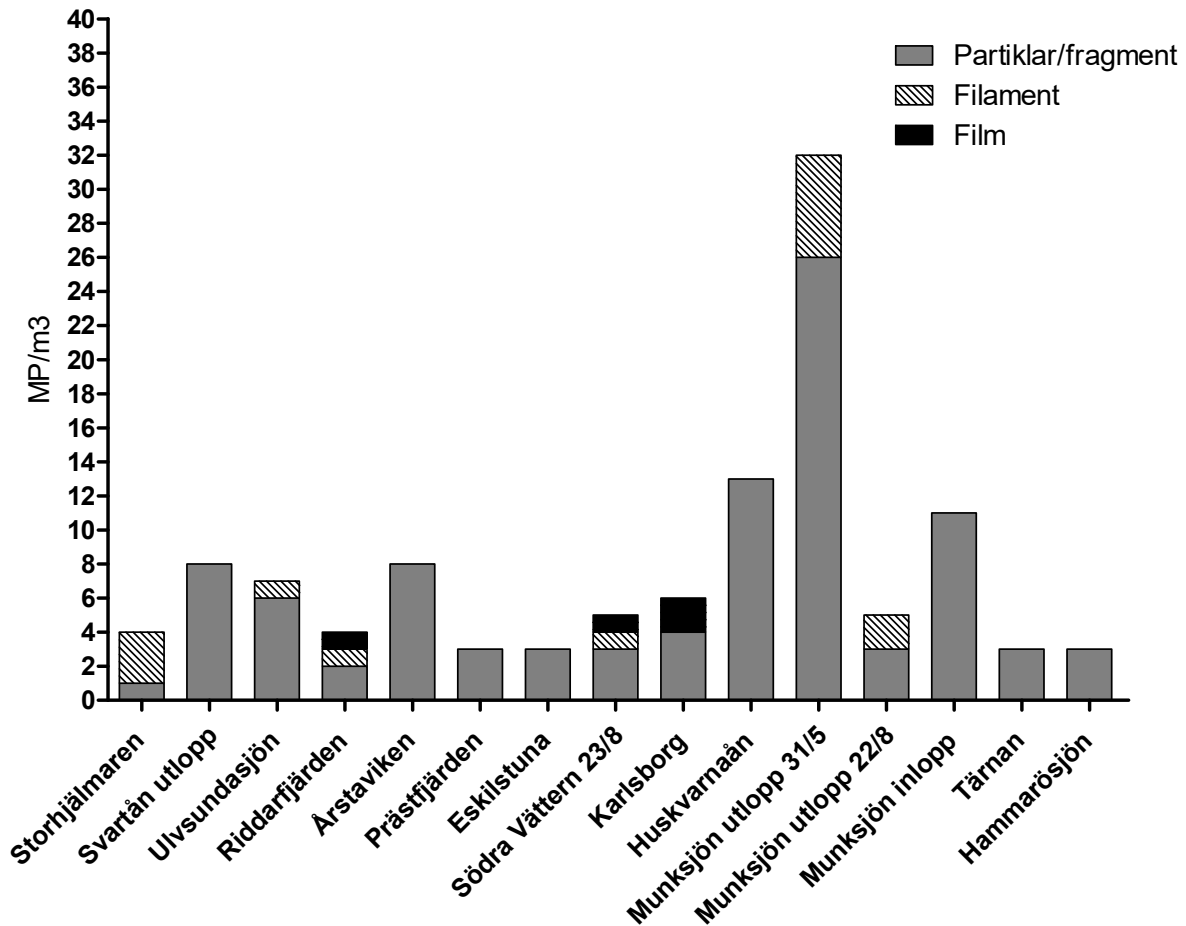
Då provtagning av mikroplaster med 50 µm filter är relativt ovanlig finns det få andra svenska relevanta studier att jämföra resultaten i denna studie med. I Tabell 10 redovisas resultaten från tidigare studier som Örebro universitet utfört och i jämförelse är koncentrationerna i denna studie något lägre jämfört med Östersjön och Göteborg, och något högre jämfört med Nyköpingsåarna.

Tabell 10. Median-, medel-, min- och maxkoncentrationer av mikroplast 50-300 µm i Östersjön, Nyköpingsåarna samt i Göteborg uppmätta med samma pump som i denna studie.

	mediankoncentration (medelkoncentration) MP/m ³	min-max MP/m ³
Östersjön 2014 (n=6)	5,1 (16)	0,0-70
Nyköpingsåarna 2017 (n=4)	2,5 (5,0)	2,0-13
Ytvatten i Göteborg 2017 (n=30)	6,9 (14)	0,0-81
Stora sjöar (n=15)	3,5 (6,8)	1,5-30

Mikroplasttyper

Majoriteten av de mikroplaster som hittades bestod även i denna fraktion av partiklar/fragment och filament (Figur 13, för de olika klassificeringstyperna, se tabell 1).



Figur 13. Sammansättning och antal mikroplaster (MP/m³) i 50-300 µm fraktionen i prov från samtliga sjöar med koncentrationer över rapporteringsgränsen 2 MP.

Framtida mätningar och åtgärder

Studien har visat förekomst av mikroplaster av varierat slag i de fyra sjöarna. Högst halter återfanns i tillflöden till sjöarna och ju närmare källan man mäter desto större är chanserna att kvantifiera och identifiera mikroplasterna. Vattendrag som dessa fungerar som transportväg för mikroplaster från landområden till större sjöar och hav. Det är därför önskvärt att återkomma till och utöka antalet uppströmsmätningar för att om möjligt spåra källorna. I den här studien återfanns typiska mikroplastfragment i Munksjön, Jönköping, och Svartån, Örebro som borde kunna spåras till källan om fler uppströmsmätningar görs. Inga kända plasttillverkare finns i dessa områden och betydelsen av olika tillverkningsindustrier och verksamheter för mikroplastutsläpp behöver undersökas. Endast ett fåtal mätningar gjordes i tillflöden till sjöarna, och i Väneren saknades dessa helt.

En viktig del i övervakning av mikroplaster är att uppskatta variationen i de uppmätta koncentrationerna. En del av variationen av en mätning är den naturliga variationen, från provtagning till provtagning. Den tidsliga variationen studerades i denna studie genom att göra två mätningar för vissa lokaler. Exempelvis gjordes upprepade mätningar vid två tillfällen i Munksjöns utlopp vilket gav resultaten 1,4 och 2,7 MP/m³. Vi har i andra studier visat att variationen mellan provtagningar kan variera mycket, även under en och samma dag. För framtida miljöövervakning bör detta studeras noggrannare och variationen bestämmas genom en längre tidserie av mätningar.

Att studera mikroplaster i utsjön visade sig vara svårare jämfört med tillflöden. Utspädningseffekten gör att betydligt större provvolymmer än de 20 m³ som togs i denna studie behövs för att komma upp i tillräckligt stort antal partiklar för att kunna bedöma skillnader i typ av mikroplaster samt se skillnader mellan olika provlokaler.

Det finns i dagsläget inga standardiserade metoder för övervakning av mikroplaster i ytvatten. Detta gör att det är nästintill omöjligt att jämföra resultat från olika studier. Den här studien använder en högvolympump som kan användas i både stadsmiljö och öppet vatten. En annan vanlig metod är att använda planktonnät eller mantatrål som filtrerar ytvattnet (Li et al. 2018). Vi har tidigare studerat skillnaderna mellan pump och trål där skillnaderna antogs i första hand relatera till de olika provvolymerna då trål filtrerar större volym vatten per tidsenhet jämfört med en pump (Karlsson et al. 2018).

Tack till

Vi är tacksamma för assistans vid provtagningar och analys av Clément Lebastard och David Vigren från Örebro universitet. Tack även till projektgruppen ledd av Måns Lindell, Vätternvårdsförbundet; Jenny Pirard, Stockholms stad, Ingrid Hägermark, Mälarens vattenvårdsförbund, Lotta Carlström, Hjälmarens vattenvårdsförbund och Sara Peilot, Vänerens vattenvårdsförbund. Utveckling av pumpen gjordes tillsammans med KC Denmark och finansierades med hjälp av bidrag från the European Union Seventh Framework Programme (FP7/2007–2013) under grant agreement no. 308370.

Referenser

Norén, F., K. Norén, and K. Magnusson, *Marint mikroskopiskt skräp Undersökning längs svenska västkusten*, in *Tech. rep.* 2014.

Cózar A, Echevarría F, González-Gordillo JI, Irigoien X, Ubeda B, Hernández-León S, Palma AT, Navarro S, García-de-Lomas J, Ruiz A, Fernández-de-Puelles ML, Duarte CM. 2014. Plastic debris in the open ocean. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 111, 10239–10244.

Wenfeng W, Ndungu AW, Li Z, Wang J. 2017. Microplastics pollution in inland freshwaters of China: A case study in urban surface waters of Wuhan, China. *Science of the Total Environment*, 575, 1369-1374

Schmidt, C; Krauth, T; Wagner, S. 2017. Export of Plastic Debris by Rivers into the Sea. *Environ. Sci. Technol.* 51 (21) 12246-12253

Miller RZ, Watts, AJR, Winslow, BO, Galloway, TS, Barrows, APW. 2017. Mountains to the sea: River study of plastic and non-plastic microfiber pollution in the northeast USA. *Marine Pollution Bulletin* 124 (1) 245-251.

Li J, Liu H, Chen JP. 2018. Microplastics in freshwater systems: A review on occurrence, environmental effects, and methods for microplastic detection. *Water Research*, 137, 362-374

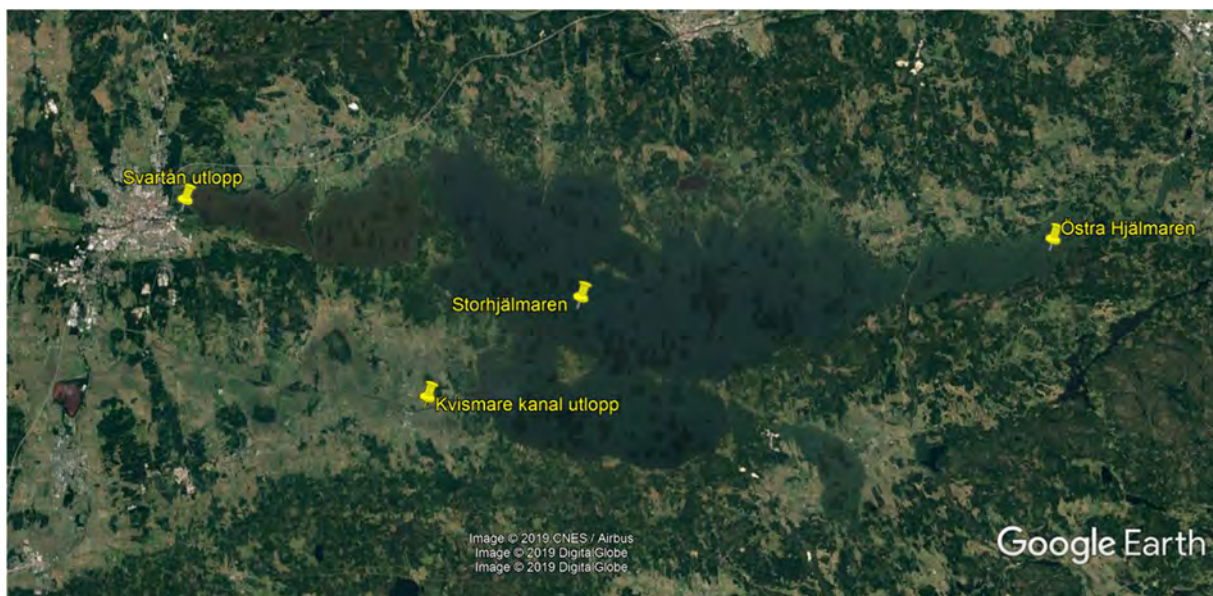
Karlsson T, Kärrman A, Rotander A, Hassellöv M. 2018 Provtagningsmetoder för mikroplast >300 µm i ytvatten: en jämförelsestudie mellan pump och trål. Naturvårdsverket urn:nbn:se:naturvardsverket:diva-7776.

Appendix 1

Kartor och detaljerad beskrivning av provtagningspunkterna (angivna enligt WGS84) samt eventuella kommentarer om provernas beskaffenhet.

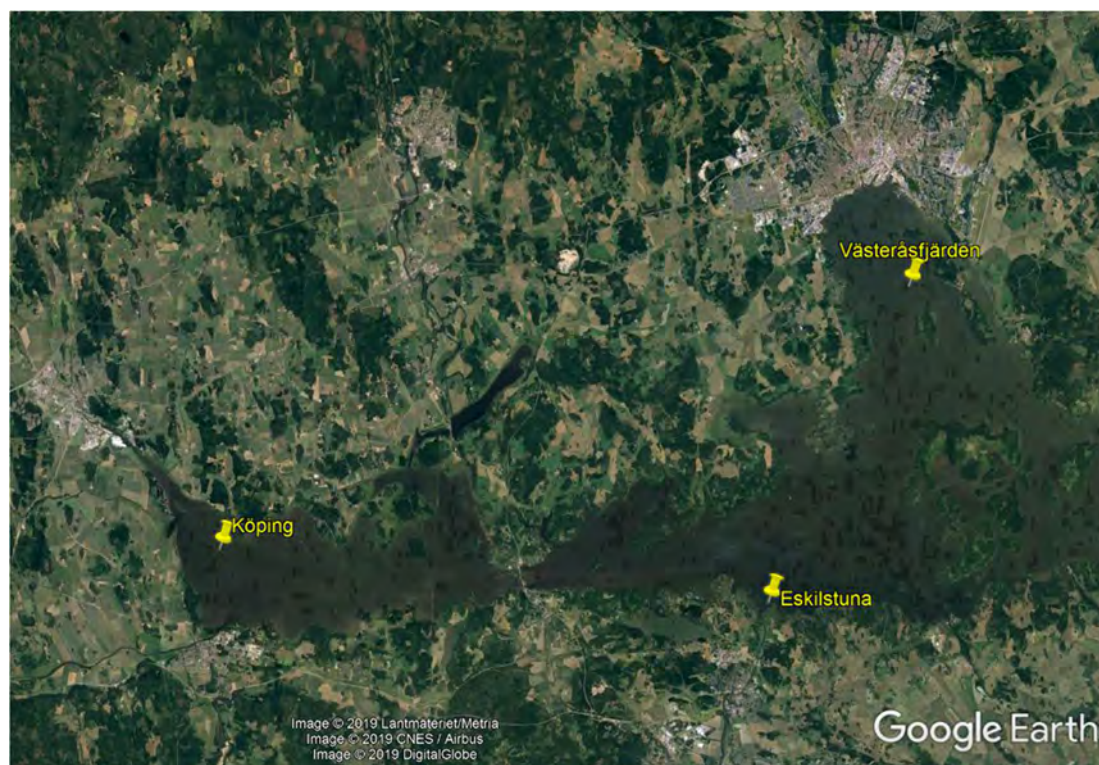
Hjälmaren

Prov Id	GPS	Beskrivning	Klassificering
Svartån utlopp	59°16'41.79"N, 15°15'34.56"O	Gång/cykelbro vid Naturens hus	Tillflöde
Täljeån/Kvismare kanal utlopp	59° 9'56.28"N, 15°32'50.53"O	Gång/cykelbro Köpberga, ca 500 m nerströms Odensbackens reningsverk	Tillflöde
Storhjälmaren	59°13'0.00"N, 15°43'9.85"O		Utsjö
Östra Hjälmaren	59°16'2.88"N, 16°16'6.23"O		Ej stadsnära vik/fjärd



Mälaren

Prov Id	GPS	Beskrivning	Klassificering
Ulvsundasjön	59°20'30.70"N, 17°59'34.00"O	Hårdbelastat av Stockholm stad, Solna och Sunbyberg	Stadsnära vik/fjärd
Riddarfjärden	59°19'22.80"N, 18° 3'42.10"O	Hårdbelastat av Stockholm stad	Stadsnära vik/fjärd
Årstaviken	59°18'24.40"N, 18° 2'13.00"O	Hårdbelastat av Stockholm stad	Stadsnära vik/fjärd
Ekoln, Uppsala	59°45'1.22"N, 17°36'3.36"O	Belastat av Uppsala	Stadsnära vik/fjärd
Görveln	59°24'52.00"N, 17°44'51.70"O	Vattenintag Norrvatten	Ej stadsnära vik/fjärd
Prästfjärden	59°25'14.00"N, 17°26'21.90"O	Djupaste fjärden i Mälaren med bäst vattenkvalitet	Utsjö
Norsborg	59°15'37.00"N, 17°47'7.80"O	Vattenintag Stockholm Vatten och Avfall	Ej stadsnära vik/fjärd
Lövön	59°19'38.30"N, 17°47'50.00"O	Vattenintag Stockholm Vatten och Avfall	Ej stadsnära vik/fjärd
Klubbenområdet	59°18'35.90"N, 17°57'18.90"O	Här passerar det mesta Mälurvatten innan det når centrala Stockholm. Hårdbelastat av Stockholm stad	Stadsnära vik/fjärd
Köping	59°27'37.60"N, 16° 6'9.80"O	Tillrinningen från Hedströmmen; uppvisade höga värden vid provtagning 2011	Stadsnära vik/fjärd
Eskilstuna	59°27'0.84"N, 16°29'34.10"O	Nära Eskilstunaåns utlopp i Mälaren	Stadsnära vik/fjärd
Västeråsfjärden	59°33'58.70"N, 16°35'0.06"O	Svartån, Västerås ARV	Stadsnära vik/fjärd

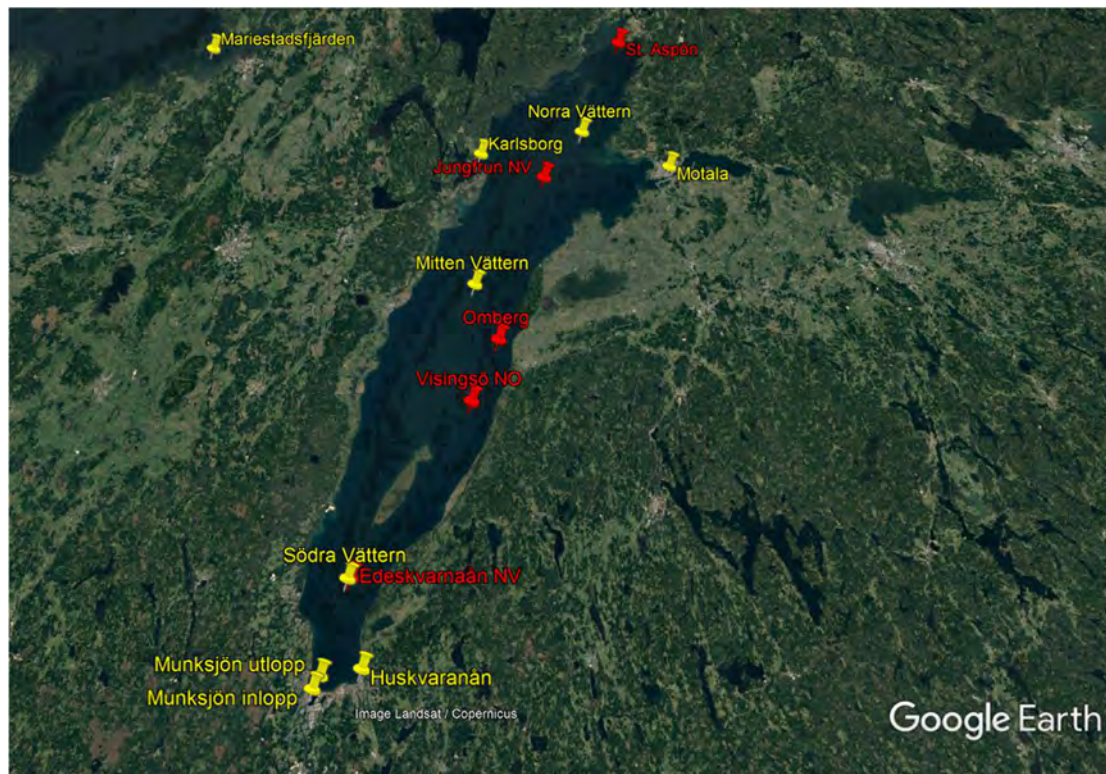


Vättern 2017

Prov Id	GPS	Beskrivning	Klassificering
Södra Vättern	57°54'25.60"N, 14°13'3.48"O	Samma som Edesvarnaån NV 2015. Bedömd som potentiellt lågbelastad	Utsjö
Mitten Vättern	58°19'44.40"N, 14°30'3.78"O	Bedömd som potentiellt lågbelastad	Utsjö
Norra Vättern	58°35'8.71"N, 14°47'25.90"O	Bedömd som potentiellt lågbelastad	Utsjö
Motala	58°31'50.95"N, 15° 2'1.99"O	Bedömd som potentiellt lågbelastad	Utlopp
Karlsborg	58°32'30.46"N, 14°30'23.58"O	Bedömd som potentiellt lågbelastad	Tillflöde
Huskvarnaån	57°47'40.75"N, 14°15'54.44"O	Provtagning från gång/cykelbro vid utloppet. Bedömd som potentiellt hårdbelastad	Tillflöde
Munksjön utlopp	57°47'2.53"N, 14°10'7.53"O	Provtagning från bro i gästhamnen. Bedömd som potentiellt hårdbelastad	Tillflöde
Munksjön inlopp	57°46'3.25"N, 14° 9'13.95"O	Provtagning från Jordbron (gång/cykelbro) . Bedömd som potentiellt hårdbelastad	Tillflöde

Vättern 2015

Prov Id	GPS	Beskrivning	Klassificering
Edesvarnaån NV	57°54'31.10"N, 14°13'29.30"O	Samma som Södra Vättern 2017. Bedömd som potentiellt lågbelastad	Utsjö
Visingsö NO	58° 9'16.10"N, 14°30'5.93"O	Bedömd som potentiellt lågbelastad	Utsjö
Omberg	58°14'47.10"N, 14°34'3.21"O	Bedömd som potentiellt lågbelastad	Utsjö
Jungfrun NV	58°30'22.40"N, 14°41'1.33"O	Bedömd som potentiellt lågbelastad	Utsjö
St. Aspön	58°44'52.50"N, 14°54'3.94"O	Bedömd som potentiellt lågbelastad	Utsjö



Vänern

Prov Id	GPS	Beskrivning	Klassificering
Mariestadsfjärden	58°42'40.00"N, 13°42'50.20"O	Belastat av Mariestad	Stadsnära vik/fjärd
Megrundet	58°44'45.50"N, 12°48'22.80"O	Vänerns vattenvårdsförbunds provtagningslokal (vattenkemi). Bedömd som potentiellt lågbelastad	Utsjö
Tärnan	59° 5'43.40"N, 13°28'7.50"O	Vänerns vattenvårdsförbunds provtagningslokal (vattenkemi). Bedömd som potentiellt lågbelastad	Utsjö
Hammarösjön	59°21'44.80"N, 13°35'40.80"O	Belastat av Karlstad	Stadsnära vik/fjärd
Vargön	58°21'51.12"N, 12°22'20.95"O	Östra vägen, cykel-/gång-/bilbro. Bedömd som potentiellt lågbelastad	Utlopp

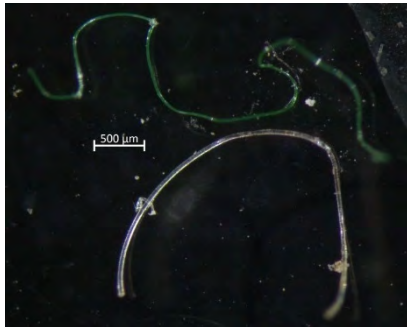


Appendix 2

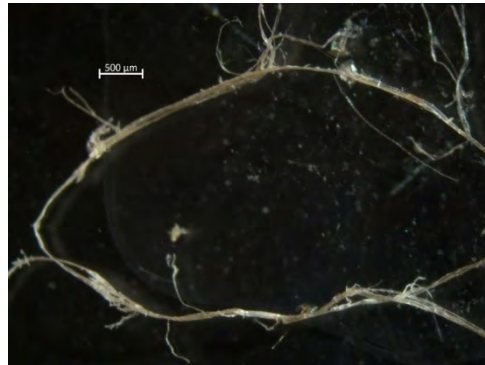
Representativa bilder från de olika kategorierna mikroplaster

Filament

Svartån Utlopp, Hjälmaren

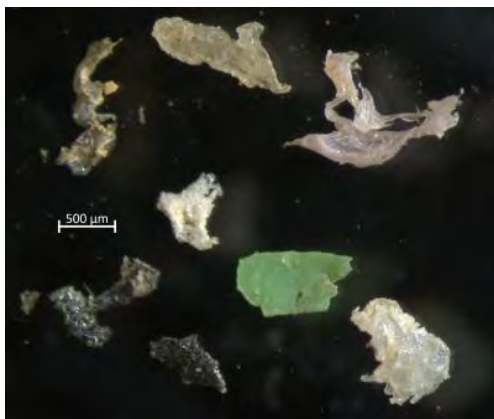


Tärnan 0 m, Vänern.



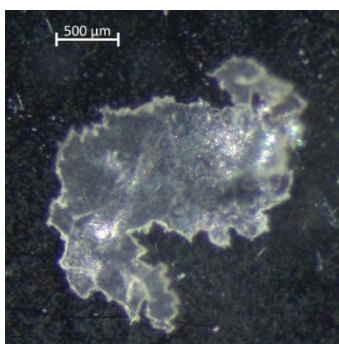
Partiklar/fragment

Fragment från Munksjöns inlopp, Vättern.



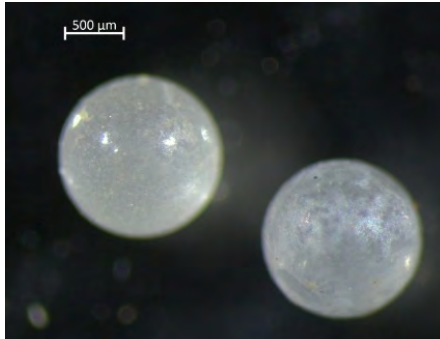
Filmer

Film från Klubbenområdet,
Mälaren.



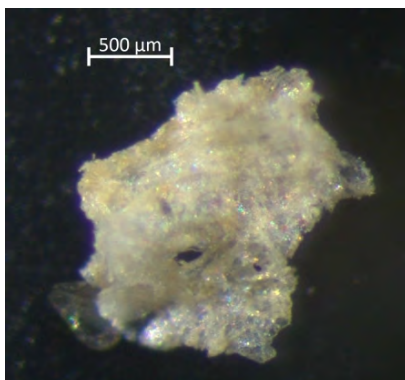
Pellets

Pellets från Munksjöns inlopp, Jönköping.



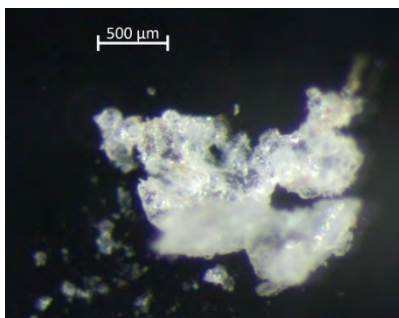
Expanderad cellplast

Expanderad cellplast från Munksjöns utlopp, Jönköping.



Semisolida syntetiska partiklar

Semisolid syntetisk partikel från Munksjöns utlopp.



Appendix 3

Tabell A3.1 Resultat för mätningar (> 300 µm) vid flera djup i Mälaren enligt visuellt identifikationsprotokoll.

Prov ID	Volym (m ³)	Datum	# mikroplast (MP)	# övr. antropogen (ÖA)	# fibrer (F)	MP/m ³	ÖA/m ³	MS/m ³
Ulsundasjön 0 m	20	15/5	17	1	50	0,9	0,1	3,4
Ulsundasjön 12 m	20	15/5	4	1	22	0,2	0,1	1,4
Riddarfjärden 0 m	20	15/5	30	-	99	1,5	-	6,5
Riddarfjärden 14 m	20	15/5	30	-	14	1,5	-	2,2
Görveln 0 m	20	16/5	5	-	25	0,3	-	1,5
Görveln 22 m	20	16/5	2	-	< 8	0,1	-	0,1
Norsborg 0 m	20	17/5	12	-	22	0,6	-	1,7
Norsborg 14 m	20	17/5	7	-	14	0,4	-	1,1
Lövön 0 m	20	17/5	3	-	< 8	0,2	-	0,2
Lövön 22 m	20	17/5	4	-	14	0,2	-	0,9
Klubbenomr. 0 m	20	17/5	3	-	22	0,2	-	1,3
Klubbenomr. 15 m	20	17/5	6	-	34	0,3	-	2,0

Tabell A3.2 Resultat för mätningar (> 300 µm) vid flera djup i Vättern enligt visuellt identifikationsprotokoll.

Prov ID	Voly m (m ³)	Datum	# mikroplast (MP)	# övr. antropogen (ÖA)	# fibrer (F)	MP/m ³	ÖA/m ³	MS/m ³
Södra Vättern 0 m	20	29/5	3	-	< 8	0,2	-	0,2
Södra Vättern 5 m	20	29/5	3	-	< 8	0,2	-	0,2
Södra Vättern 10 m	20	29/5	3	-	< 8	0,2	-	0,2
Södra Vättern 20 m	20	29/5	2	-	8	0,1	-	0,5
Södra Vättern 0 m	20	23/8	2	-	< 8	0,1	-	0,1
Södra Vättern 5 m	20	23/8	2	-	< 8	0,1	-	0,1
Södra Vättern 10 m	20	23/8	0	-	< 8	0,0	-	0,0
Södra Vättern 20 m	20	23/8	1	-	< 8	0,1	-	0,1
Mitten Vättern 0 m	20	29/5	1	-	< 8	0,1	-	0,1
Mitten Vättern 20 m	20	29/5	2	-	< 8	0,1	-	0,1
Norra Vättern 0 m	20	30/5	0	1	13	0,0	0,1	0,7
Norra Vättern 20 m	20	30/5	1	-	< 8	0,1	-	0,1

Tabell A3.3. Resultat för mätningar (> 300 µm) vid flera djup i Vättern efter provtagning 2015 enligt visuellt identifikationsprotokoll.

Prov ID	Volym (m ³)	Datum	# mikroplast (MP)	# övr. antropogen (ÖA)	# fibrer (F)	MP/m ³	ÖA/m ³	MS/m ³
Edesvarnaån NV 0 m	15	11/8	9	1	11	0,6	0,1	1,4
Edesvarnaån NV 15 m	15	11/8	5	-	12	0,3	-	1,1
Edesvarnaån NV 15 m	15	11/8	4	-	15	0,3	-	1,3
Visingsö NO 0 m	15	11/8	1	-	34	0,1	-	2,3
Visingsö NO 15 m	15	11/8	5	3	18	0,3	0,2	1,7
Omberg 0 m	15	11/8	3	-	31	0,2	-	2,3
Omberg 15 m	15	11/8	3	-	9	0,2	-	0,8
Jungfrun NV 0 m	15	12/8	4	-	33	0,3	-	2,5
Jungfrun NV 15 m	15	12/8	2	-	< 8	0,1	-	0,1
St. Aspön 0 m	15	12/8	6	1	8	0,4	0,1	1,0
St. Aspön 15 m	15	12/8	1	-	9	0,1	-	0,7

Tabell A3.4. Resultat för mätningar (> 300 µm) vid flera djup i Vänern enligt visuellt identifikationsprotokoll.

Prov ID	Volym (m ³)	Datum	# mikroplast (MP)	# övr. antropogen (ÖA)	# fibrer (F)	MP/m ³	ÖA/m ³	MS/m ³
Megrundet 0 m	20	1/6	0	-	< 8	0,0	-	0,0
Megrundet 20 m	20	1/6	1	-	< 8	0,1	-	0,1
Tärnan 0 m	20	9/6	4	-	< 8	0,2	-	0,2
Tärnan 20 m	20	9/6	0	-	< 8	0,0	-	0,0
Hammarösjön 0 m	20	13/6	0	-	< 8	0,0	-	0,0
Hammarösjön 20 m	20	13/6	0	-	< 8	0,0	-	0,0

Appendix 4

Procentuell andel av mikroplast + mikrokräp (MP/MS) där polymertyp bestämts med infraröd spektroskopi (ATR-FTIR). Polymertyper (skuggade kolumner) som återfanns är PE (polyeten), PP (polypropen), PS (polystyren), PA (polyamid) och PET (polyetentereftalat).

Tabell A4.1 Hjälmaren

Prov ID	Antal MP+ÖA analyserade/ total MP+ÖA	% PE	% PP	% PS	% ÖA	% Övrigt
Storhjälmaren 0 m	1/6					100
Utlopp Svartån 0 m	20/144	85	7,5			7,5

Tabell A4.2 Mälaren

Prov ID	Antal MP+ÖA analyserade/ total MP+ÖA	% PE	% PP	% PS	% PET	% PA	% oid. polymer	% ÖA	% Övrigt
Ulvsundasjön 0 m	2/18	50							50
Ulvsundasjön 15 m	1/5							100	
Riddarfjärden 0 m	2/30	50			50				
Årstaviken 0 m	4/46	25			25			25	25
Ekoln 0 m	2/29	50							50
Görveln 0 m	1/5						100		
Prästfjärden 0 m	1/13								100
Norsborg 15 m	2/7					50	50		
Lövön 22 m	1/4								100
Köping 0 m	1/5								100
Eskilstuna 0 m	2/7	100							
Västerås-fjärden 0 m	3/14								100

Tabell A4.3 Vättern

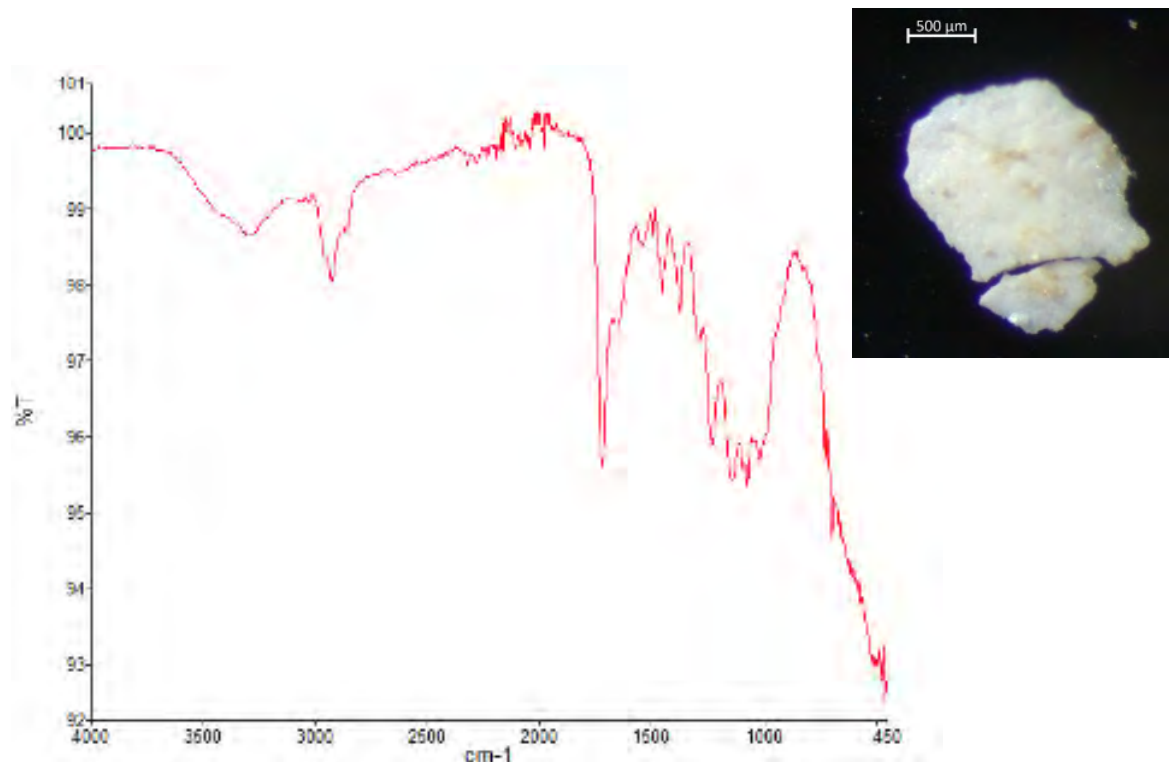
Prov ID	Antal MP+ÖA analyserade/ total MP+ÖA	% PE	% PP	% PS	% ÖA	% Övrigt
Motala 0 m	2/14	50	50			
Karlsborg 0 m	3/4		33		33	33
Huskvarnaån 0 m	2/14	50			50	
Munksjön inlopp 0 m	20/152	60		15	20	5
Munksjön utlopp 0 m 31/5	4/28	75			25	
Munksjön utlopp 0 m 22/8	8/57	50	13	13		25

Tabell A4.4 Vänern

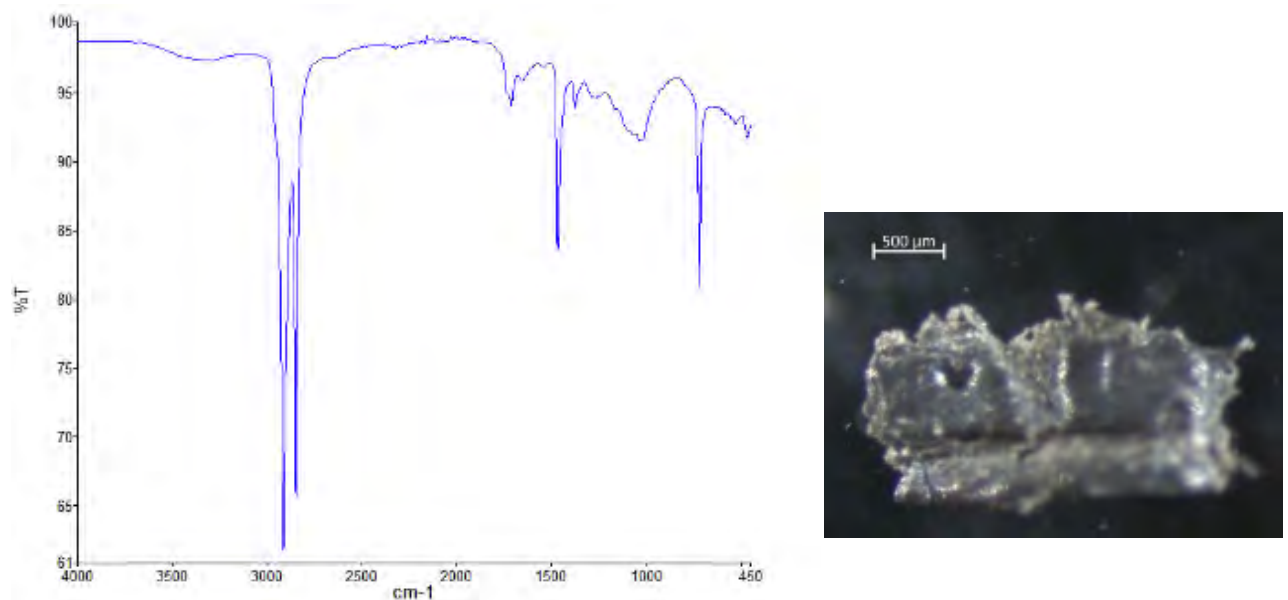
Prov ID	Antal MP+ÖA analyserade/ total MP+ÖA	% PE	% PP	% PS	% ÖA	% Övrigt
Hammarösjön 20 m	1/1					100
Tärnan 0 m	1/4		100			

Appendix 5

Exempel på FTIR-spektrum av partiklar från denna studie



Figur A5.1 Vitt fragment från Hammarösjön, Vänern, som ej kunde identifieras som mikroplast mha ATR-FTIR.



Figur A5.2 Grått fragment från Motala, Vättern, identifierat som polyeten mha ATR-FTIR.

Appendix 6

Tabell A6.1 Resultat för fraktionen 50-300 µm i Hjälmaren enligt visuellt identifikationsprotokoll.

Prov ID	Volym (m ³)	Datum	# mikroplast (MP)	# övr. antropogen (ÖA)	# fibrer (F) a	MP/m ³	MS/m ³
Ö Hjälmaren*	2,0	12/5	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3

Tabell A6.2 Resultat för fraktionen 50-300 µm i Mälaren enligt visuellt identifikationsprotokoll.

Prov ID	Volym (m ³)	Datum	# mikroplast (MP)	# övr. antropogen (ÖA)	# fibrer (F)	MP/m ³	MS/m ³
Ulvsundasjön* 12 m	2,0	15/5	2	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Riddarfjärden 15 m	2,0	15/5	1	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Ekoln Uppsala* 0 m	0,4	16/5	1	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Görvåln* 0 m	1,4	16/5	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Görvåln* 22 m	0,9	16/5	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Norsborg 0 m	2,0	17/5	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Norsborg* 14 m	2,0	17/5	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Lövön 0 m	1,7	17/5	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Lövön 22 m	1,0	17/5	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Klubbenomr. 0 m	2,1	17/5	2	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Klubbenomr.* 15 m	2,0	17/5	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Köping 0 m	0,5	18/5	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Västerås 0 m	0,8	18/5	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3

Tabell A6.3 Resultat för fraktionen 50-300 µm i Vättern enligt visuellt identifikationsprotokoll.

Prov ID	Volym (m ³)	Datum	# övr.			MP/m ³	MS/m ³
			# mikroplast (MP)	antropogen (ÖA)	# fibrer (F)		
Södra Vättern 0 m	0,9	29/5	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Södra Vättern* 5 m	1,0	29/5	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Södra Vättern 5 m	2,0	23/8	2	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Södra Vättern 10 m	0,9	29/5	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Södra Vättern 10 m	2,0	23/8	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Södra Vättern 20 m	0,6	29/5	1	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Södra Vättern 20 m	2,0	23/8	2	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Mitten Vättern 0 m	1,5	29/5	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Mitten Vättern 20 m	1,5	29/5	2	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Norra Vättern 0 m	1,1	30/5	1	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Norra Vättern 20 m	1,3	30/5	1	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Motala 0 m	2,2	30/5	1	-	< 39	< 1,3	< 1,3

Tabell A6.4 Resultat för fraktionen 50-300 µm i Vänern enligt visuellt identifikationsprotokoll.

Prov ID	Volym (m ³)	Datum	# övr.			MP/m ³	MS/m ³
			# mikroplast (MP)	antropogen (ÖA)	# fibrer (F)		
Mariestadsfjärden	1,0	31/5	2	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Megrundet 0 m	1,4	1/6	2	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Megrundet 20 m	2,8	1/6	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Tärnan 0 m	2,0	9/6	3	-	< 39	1,5	1,5
Tärnan 20 m	2,1	9/6	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Hammarösjön 15 m	2,0	13/6	0	-	< 39	< 1,3	< 1,3
Vargön	0,7	1/6	2	-	< 39	< 1,3	< 1,3

