

Nr C 511  
Mars 2020

## Atmosfäriskt nedfall av mikrokräp

Kerstin Magnusson, Lisa Winberg von Friesen, Karin Söderlund, Per-Erik Karlsson, Gunilla Pihl Karlsson

**Författare:** Kerstin Magnusson, Lisa Winberg von Friesen, Karin Söderlund, Per-Erik Karlsson,  
Gunilla Pihl Karlsson, IVL Svenska Miljöinstitutet

**Medel från:** Naturvårdsverket

**Fotograf:** Kerstin Magnusson

**Rapportnummer** C 511

**ISBN** 978-91-7883-169-2

**Upplaga** Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© **IVL Svenska Miljöinstitutet 2020**

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

Tel 010-788 65 00 // [www.ivl.se](http://www.ivl.se)

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

## Förord

Projektet har finansierats med medel från Naturvårdsverket.

Vi vill tacka personal inom Krondroppsätverket som parallellt med ordinarie fältprovtagning även samlade in prover för analys av mikrokräpppartiklar.

## Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	5
Summary .....	6
Bakgrund .....	7
Mikroplast i miljön .....	7
Mätningar av atmosfäriskt nedfall.....	7
Transport och deposition av luftburna partiklar.....	9
Syfte med rapporten.....	9
Metod.....	9
Provtagning och provtagningslokaler .....	9
Behandling och analys av prover .....	10
Resultat och diskussion.....	13
Nedfall av mikrokräpppartiklar vid samtliga lokaler .....	13
Nedfall vid provtagningspunkter inom och utanför tätort .....	16
Jämförelse mellan fält- och blankprover .....	17
Information om luftens ursprung .....	19
Konklusion.....	21
Referenser.....	22

# Sammanfattning

Atmosfäriskt nedfall av mikroskopiska skräppartiklar i storleksspannet 30 – 5000  $\mu\text{m}$ , så som plastfibrer, plastfragment, gummifragment från fordonsdäck (SBR) och icke-syntetiska textilfibrer, 978-91-7883-169-2 analyserades i prover från elva platser som ingår i Krondroppsnätet.

Krondroppsnätet är ett nätverk för övervakning av atmosfäriskt nedfall till skog och öppen mark, och har provtagningsplatser fördelade över hela Sverige. Varje plats har två provtagningspunkter, en för nedfall som passerat genom trädkronorna, s.k. krondropp, och en för provtagning av nederbörd på öppet fält. Krondropp representerar både våt- och torrdeposition medan prover från öppet fält, även kallade bulkdeposition, i huvudsak representerar våtdeposition. Data från de två punkterna kan användas för att beräkna torrdeposition och våtdeposition av luftburna ämnen till skog och öppen mark. Provtagningsplatserna ligger utspridda över landet och representerade också tre kategorier av närhet till tätbebyggt område.

Nedfall av alla kategorier av mikrokräp kunde påvisas vid de flesta av provtagningsplatserna. SBR-fragment dominerade vid de lokaler som låg i en större stad, och högsta koncentrationen, 433 SBR-fragment/ $\text{m}^2/\text{dag}$ , uppmättes i centrala Malmö. Nedfall av mikroplast (plastfibrer + plastfragment) varierade mellan 0 och 70 partiklar/ $\text{m}^2/\text{dag}$  vid de olika lokalerna. Plastfibrer dominerade i antal över plastfragment vid 14 av de 20 provtagningspunkterna. Ingen konsekvent skillnad i mikrokräpdeposition kunde uppmätas mellan krondropp - och öppet fält-prover, varför data inte kunde användas för att särskilja torr- resp. våtdeposition av partiklarna.

Resultaten från studien visar att mikrokräppartiklar transporteras med luften till områden långt bort från punktkällor. Den styrker också tidigare litteraturbaserade studier om att fordonsdäck utgör en viktig källa till mikrokräp i miljön.

## Summary

Atmospheric deposition of microscopic litter particles in the range 30 – 5000  $\mu\text{m}$ , like plastic fibres, plastic fragments, tire fragments (SBR, styrene butadiene rubber) and non-synthetic textile fibres, were analyzed in samples from eleven sampling locations from the Swedish Throughfall Monitoring Network (SWETHRO). Each location has two sampling points, one for collection of the deposition as the precipitation passing through the forest canopies, so-called throughfall, and one for collection of the bulk deposition with precipitation to the open field. Bulk deposition mainly reflects the wet deposition. Data from these two sampling points can be used to calculate dry and wet deposition of airborne substances to forests and to the open field. The sampling locations are spread out over Sweden and represent three categories depending on their position in relation to urban areas.

Deposition of all the microlitter fractions was detected at most of the sampling locations. SBR fragments were the dominating category at the locations in large cities, and the highest detected concentration was found in central Malmö, 433 SBR fragments/ $\text{m}^2/\text{day}$ . Deposition of microplastic (plastic fibres + plastic fragments) varied between 0 and 70 particles/ $\text{m}^2/\text{day}$  at the different locations. Plastic fibres dominated in numbers over plastic fragments at 14 of the 20 sampling points. No consistent difference in microlitter deposition could be detected between the samples from the throughfall and the bulk deposition to the open field, and hence the obtained data could not be used to separate dry and wet deposition of particles.

The results from the study show that microlitter particles can be subject to atmospheric transport to areas far away from point sources. This supports theoretical estimations from previous literature reviews stating that tire wear is an important source of microlitter also in remote areas.

# Bakgrund

## Mikroplast i miljön

Mikroskopiska fragment av plast och andra av människan producerade material återfinns i alla miljöer, över hela jordklotet. Hur och var mikrokräp hamnar i miljön beror både på vilken källan är och hur partiklarna transporterats. Bland de källor som identifierats som kvantitativt betydelsefulla för tillförsel av plast och annat mikrokräp till miljön finns vägtrafik, utsläpp från plastindustrier, nedskräpning, och kläder (i samband med slitage eller tvätt). Spridning av mikrokräp (definierat som partiklar  $\leq 5$  mm) från källan ut i miljön sker framför allt via dagvatten och avloppsvatten (Lassen et al., 2015, Magnusson et al., 2016, Sundt et al., 2014). Även lufttransport omnämns som en potentiellt viktig transportväg, men hittills finns här mycket begränsat med data. Studier av mikrokräppartiklar har framför allt fokuserat på undersökningar av förekomst i akvatisk miljö, medan antalet undersökningar terrester miljö fortfarande är få.

Flertalet studier av luftnedfall av mikrokräp i terrester miljö har gjorts i urbana områden. Undersökningar i och runt Hamburg visade på en deposition av mikroplaster i storleksordningen 150 – 500 mikroplastpartiklar per  $m^2/dag$  (Klein och Fischer, 2019). Merparten av partiklarna utgjordes av plastfragment. Den analyserade storleksfraktionen av partiklar uppgavs till  $>300 \mu m - <63 \mu m$ , men inga exakta gränser för största eller minsta partikelstorlek redovisades. I en studie från Paris fann man en deposition på mellan 30 och 300 mikrokräppartiklar/ $m^2/dag$  (Dris et al., 2015). De undersökta partiklarna var i storleksspannet 100 – 5000  $\mu m$  och utgjordes till mer än 90 % av fibrer. Fördelningen mellan plastfibrer och icke-syntetiska fibrer (t.ex. bomull) redovisades inte. I en studie från tätbefolkat område i Kina fann man ett atmosfäriskt nedfall på 175 - 313 plastfibrer och plastfragment / $m^2/dag$  (Cai et al., 2017).

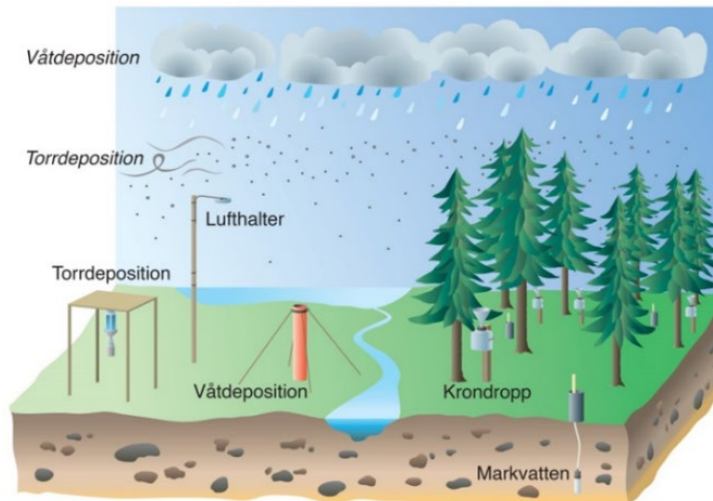
Det finns även några studier gjorda där man kunnat påvisa atmosfäriskt nedfall av mikrokräp i bakgrundsmiljön, långt från tätorter. Bergmann et al. (2019) visade att mikrokräp förekommer i snöprover från såväl Svalbard som från Alperna. Vidare har mikrokräp påvisats i prover av atmosfäriskt nedfall på hög höjd i Klippiga Bergen i USA (Wetherbee et al. 2019).

Inga publicerade studier av nedfall av däckgummi (styrenbutadiengummi, SBR) har påträffats vid sökning av litteratur i ämnet.

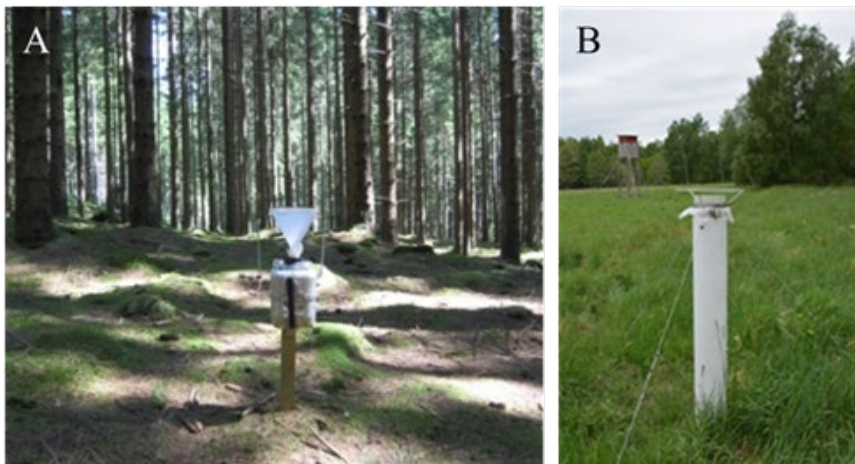
## Mätningar av atmosfäriskt nedfall

Luftdeposition av lösta ämnen och partiklar sker dels som våtdeposition, dvs deposition av ämnen/partiklar som följer med nederbörden, och dels som torrdeposition vilken består av gaser och partiklar som deponerats till växtlighetens och markens alla ytor och som sedan spolas till marken med nederbörden. I Sverige görs sedan 1985 mätningar av torr- och våtdeposition av olika ämnen inom Krondroppsnätet (The Swedish Throughfall Monitoring Network, SWETHRO) (Pihl Karlsson et al., 2011, [www.krondroppsnatet.ivl.se](http://www.krondroppsnatet.ivl.se)). Syftet är framför allt att mäta och följa upp luftföroreningar och deras effekter med avseende bland annat på försurning, övergödning och marknära ozon. Krondroppsnätet finansieras främst av Luftvårdsförbund och Länsstyrelser, men även av Naturvårdsverket. Prover samlas in månadsvis, dels av krondropp som utgörs av nederbörd som passerat genom trädkronor av löv, gran och tall, och dels av nederbördsprover insamlade på öppet fält nära krondroppsprovtagningen (Fig. 1). Utrustning för krondropp-

respektive öppet fält-provtagning visas i figur 2 och är beskriven i detalj av Pihl Karlsson et al. (2011) och Karlsson et al. (2019). I denna studie har prover för analys av mikroplast samlats in från vissa av Krondroppsnätets provtagningslokaler med tall och gran i samband med ordinarie provtagningar.



**Figur 1. Inom Krondroppsnätet mäts lufthalter, våt- och torrdeposition samt markvattenkemi. Nedfallet mäts dels som våtdeposition på öppet fält, och dels under trädkronorna som krondropp. Resultaten från mätningar av lufthalter, markvatten och torrdeposition används inte i denna studie. (Illustration: Bo Reinerdahl).**



**Figur 2. Fotografier av den mätutrustning som används inom Krondroppsnätet för krondropp (A) och deposition på öppet fält (B).**



# Transport och deposition av luftburna partiklar

Våtdeposition utgörs av partiklar som följer med nederbörden. Torrdepositionen av partiklar till skogsekosystemen beror av flera faktorer såsom vindstyrka, turbulens, ytans skrovlighet samt partiklarnas aerodynamiska diameter. Torrdepositionen kan ske genom ett antal olika fysikaliska processer, såsom diffusion, impaktion samt sedimentation (Seinfeld & Pandis, 2006). Vilken process som är av störst betydelse avgörs bland annat av partiklarnas storlek och densitet.

Torrdepositionen av till exempel nitratkväve, som till stor del förmedlas av små partiklar i storleksordningen 1 µm (Erisman et al. 1994), är som störst i sydvästra Sverige och avtar mot norr (Karlsson et al. 2019). I sydväst utgör torrdepositionen av nitratkväve ca 50 % av den totala depositionen. Det är troligt att deponering av större och tyngre partiklar inte följer samma mönster som deponering av mindre partiklar.

## Syfte med rapporten

Denna rapport är gjord på uppdrag av Naturvårdsverket med syfte att undersöka geografiska skillnader i luftdeposition av mikrokräpppartiklar. Analyser har gjorts av partiklar i prover som representerar deposition som krondropp och deposition i nederbördsprover på öppet fält. En ursprunglig målsättning att även undersöka luftfilter för PM10 fick utgå. Preliminära tester gjordes, men det blev uppenbart att sättet att transportera filter, löst i plastburkar utan transportblankprover, var en oacceptabelt stor felkälla. Vid ett framtida försök bör provtagningen designas specifikt för mikrokräp, dvs mäta större partikelfraktion (totalt svävande partiklar, TSP), samt att filtren bör transporteras mer kontrollerat tillsammans med blankprov utformade specifikt för att upptäcka påverkan på fältproverna under transport.

## Metod

### Provtagning och provtagningslokaler

Prover samlades in i oktober 2019 från totalt elva lokaler fördelade över Sverige, från Grankölen i Norrbottens län till Malmö i sydväst (Figur 3 och Tabell 1). Från majoriteten av lokalerna togs prov både från deposition som krondropp (KD) och från deposition på öppet fält (ÖF). Inget prov kunde tas från öppet fält i Timrilt på grund av problem med utrustningen, och inga krondropsprov kunde tas från Heleneholm och Augustenborg på grund av det extremt centrala läget mitt i Malmö, med brist på lämpliga träd. Provtagningsutrustningen stod ute på de olika lokalerna mellan 29 och 38 dagar innan nederbördsproverna samlades in (Tabell 1). För att få en indikation på variationen inom en förmodat hårt belastad lokal samlades in två prover från lokalen

Heleneholm (A & B). Proven togs från två olika provtagningsuppsättningar för mätning av deposition i öppet fält. De två ÖF-rören stod på ca 2 - 3 m avstånd från varandra och proverna exponerades under samma tidsperiod.

Öppet fält-proverna samlades in genom att ett hörn på provtagningspåsen klipptes av. Plasten i den genomskinliga provtagningspåsen består av polyeten (10 % linjär lågdensitetspolyeten, LLDPE och 90 % lågdensitetspolyeten, LDPE). Den uppsamlade nederbörden tömdes i en-litersflaskor av högdensitets polyeten (HDPE). Krondropsproven samlades in genom att samtliga tio dunkarna med insamlat krondropp tömdes i en väl rengjord 20 liters plasthink. Från hinken togs prover till väl rengjorda plastflaskor (HDPE) som förvarats en och en i plastpåsar av LDPE. Vid provtagning från hinken vrängdes plastpåsen ut och in, så att flaskan kunde hållas utan att riskera att vare sig den eller insidan av plastpåsen berördes med händerna. Efter att totalvolymen av krondropp bestämts paketerades proverna och skickades till laboratoriet för analys. Proverna förvarades kallt och mörkt.

## Behandling och analys av prover

Provvattnet filtrerades med hjälp av vakuumsug ner på 10 µm polykarbonatfilter. Mängden filtrerat prov varierade mellan 750 to 2245 mL (i genomsnitt, 1412 mL). Åtta av de elva ÖF-proverna innehöll en relativt liten mängd naturligt organiskt material, vilket gjorde att de kunde analyseras utan någon förbehandling. De nio KD-proven samt fyra ÖF-prover (Stenshult, Bergby and Heleneholm A & B) innehöll en hel del organiskt material vilket riskerade att försvåra filtrering och analys. För att bryta ner det organiska materialet behandlades därför dessa prover med pankreasenzym enligt en modifierad metod utarbetad av von Friesen et al. (2019). Efter filtrering fördes filtren över till individuella filterhållare. Filterhållarna med filtren förvarades tillslutna, i mörker tills de analyserades.

För att förhindra kontaminering av proverna vidtogs en rad åtgärder: a) all utrustning som riskerade att komma i kontakt med provvattnet sköljdes noga med MilliQ-vatten och täcktes därefter med aluminiumfolie tills den skulle användas; b) flaskorna hanterades så att risken för luftnedfall av partiklar i samband med provtagning minimerades; c) användande av syntetiska kläder undveks i samband med provtagning, provbearbetning och provanalys och laboratorierockar var av 100 % bomull; d) förbehandling och filtrering av proverna gjordes i laminärflödesbänk.

För att kunna göra en kvantitativ och kvalitativ bedömning av eventuell kontaminering gjordes metodblankprover (MB) som behandlades på samma sätt som de riktiga fältproverna i alla steg, från provtagningen i fält till analys. MB togs genom att rengjorda provtagare för öppet fält-respektive krondropsprover fylldes med MilliQ-vatten, vilket sedan samlades in på samma sätt som för fältproverna. Tre MB-prover för respektive provtyp (ÖF och KD) preparerades, och dessa behandlades sedan på samma sätt som fältproverna i alla steg.

Filtren analyserades med stereomikroskop (Nikon SMZ745T, förstoring 6,7 – 120x) och den nedre storleksgränsen för partikeldetektion låg mellan 30 och 50 µm. De detekterade mikrokräpppartiklarna delades in i kategorierna plastfibrer, plastfragment, färgfragment och

fragment av styrenbutadiengummi (SBR, gummi från bildäck). Analyser gjordes både genom okulär bedömning och genom manipulation med pincett. Vid tveksamhet om en partikel bestod av plast eller icke-syntetiskt material placerades den på ett glas som hölls över lågan av en spritlampa. Partiklar och fibrer som smälte bedömdes vara av plast, medan de som inte smälte bedömdes vara av icke-syntetiskt material. SBR-fragment smälter inte, men de identifierades genom det generella visuella intrycket i kombination med beröring med pincett varvid den gummiartade strukturen framträdde mycket tydligt.

Deposition av partiklar uttrycks som antal partiklar per dag och kvadratmeter projicerad markyta och beräknades på följande vis (n= antal partiklar):

$$\text{Deposition av partiklar (n/m}^2\text{/dag)} = \frac{\text{Partikelkoncentration (n/L) x nederbörd (L/m}^2\text{)}}{\text{Antal dagar}} \quad (\text{Ekvation 1})$$



Figur 3 Karta över de elva provtagningslokalerna markerade med röd stjärna). Karta gjord i Google Earth 2020

**Tabell 1. En sammanfattning av provtagningslokaler, deras koordinater, läge i förhållande till urban miljö, provtagningsperiod och nederbördsmängd under den angivna tidsperioden. ÖF = öppet fält; KD: krondropp; MB: Metodblank. Lokalerna har karaktäriserats i tre kategorier varav "Urban" innebär att provtagningslokalen ligger i en större stad (> 350 000 invånare) sedan finns "Bakgrund-relativt nära större stad" och "Bakgrund-långt bort från större stad". Nederbörd anges i mm, och 1 mm motsvarar 1 liter nederbörd per kvadratmeter.**

Namn på lokal	Latitud °N	Longitud °E	Karaktär av lokal	Provtyp	Start	Avslut	Nederbörd (mm) (ÖF / KD)
Augustenborg	55°34'39.09"	13° 1'41.01"	Urban- i en större stad	ÖF	2019-10-02	2019-10-31	67 / -
Bergby <sup>a</sup>	59°33'36.00"	18°3' 0.00"	Bakgrund-relativt nära större stad	ÖF, KD, MB	2019-10-01	2019-11-04	57 / 43
Blåbärskullen	59°49'12.00"	12°54'36.00 "	Bakgrund-långt bort från större stad	ÖF, KD	2019-09-30	2019-10-31	150 / 90
Grankölen	66°3'36.00"	Hensbacka	Bakgrund-långt bort från större stad	ÖF, KD	2019-09-30	2019-11-01	57 / 49
Heleneholm A	55°34'52.51"	13°0'42.29"	Urban- i en större stad	ÖF	2019-10-02	2019-10-31	64 / -
Heleneholm B	55°34'52.51"	13°0'42.29"	Urban- i en större stad	ÖF	2019-10-02	2019-10-31	65 / -
Hensbacka	58°25'48.00"	11°44'24.00 "	Bakgrund-relativt nära större stad	ÖF, KD	2019-09-30	2019-11-04	157 / 85
Rockneby	56°51'36.00"	16°18'0.00"	Bakgrund-långt bort från större stad	ÖF, KD	2019-09-30	2019-11-04	68 / 54
Stenshult	55°32'24.00"	13°35'24.00 "	Bakgrund-långt bort från större stad	ÖF, KD, MB	2019-09-30	2019-11-04	87 / 72
Storskogen	57°51'36.00"	12°40'12.00 "	Bakgrund-relativt nära större stad	ÖF, KD, MB	2019-09-27	2019-11-01	148 / 88
Storulvsjön	62°16'48.00"	16°19'12.00 "	Bakgrund-långt bort från större stad	ÖF, KD	2019-10-01	2019-11-04	58 / 64
Timrilt	56°46'12.00"	13°9'36.00"	Bakgrund-långt bort från större stad	KD	2019-09-27	2019-11-04	- / 117

<sup>a</sup> Krondroppet provtogs i en tallskog till skillnad från övriga skogar som var granskogar.

# Resultat och diskussion

## Nedfall av mikrokräppartiklar vid samtliga lokaler

Nedfall av mikrokräppartiklar kunde påvisas vid flertalet lokaler och provtagningspunkter (ÖF respektive KD) Några exempel på detekterade partiklar visas i figur 4. Det totala nedfallet av mikrokräppartiklar ( $\Sigma$ mikrokräp) vid de analyserade lokalerna varierade mellan 0 och 360 partiklar/m<sup>2</sup>/dag (Fig. 5). Genomsnittlig deposition vid samtliga lokaler var 116 mikrokräppartiklar/m<sup>2</sup>/dag, för ÖF-lokaler var genomsnittet 168 mikrokräppartiklar/m<sup>2</sup>/dag och för KD-lokaler 52 mikrokräppartiklar/m<sup>2</sup>/dag. Vid lokalen Storskogen kunde dock inga mikrokräppartiklar detekteras i KD-provet, och endast en plastfiber och en icke-syntetisk textilfiber kunde detekteras i ÖF-provet.

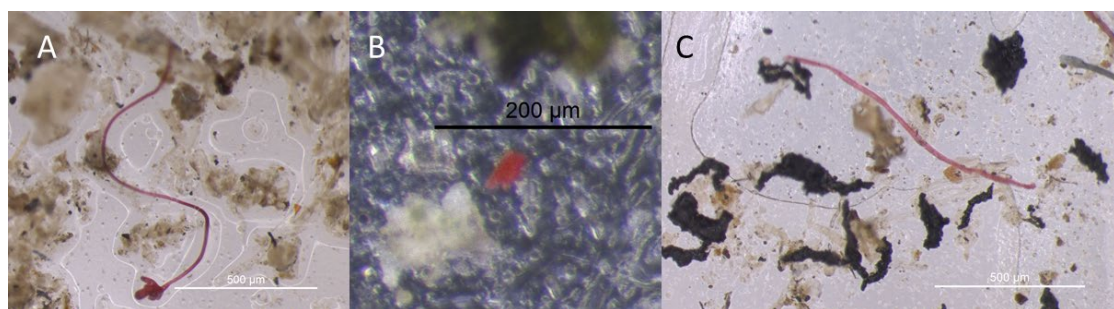
Vid samtliga lokaler, utom vid Stenshult ÖF och Storskogen ÖF, var antingen icke-syntetiska textilfibrer eller SBR-fragment den dominerande skräpkategorin (Fig. 6 och 7). Vid bägge dessa lokaler var det totala antalet uppfångade partiklar väldigt lågt. Inget mönster kunde upptäckas när det gäller vilken av de två partikelkategorierna, SBR-fragment och icke-syntetiska textilfibrer, som dominerar vid vilken provtagningspunkt, ÖF eller KD.

Det totala antalet *mikroplastpartiklar* (plastfibrer + plastfragment) varierade mellan 0 och 70 partiklar/m<sup>2</sup>/dag. Plastfibrer dominerade i antal över plastfragment vid 14 av de 20 provtagningspunkterna. Nedfall av plastfibrer var i genomsnitt 12 plastfibrer/m<sup>2</sup>/dag, baserat på samtliga lokaler, och antalet plastfragment var i genomsnitt 5,0 fragment/m<sup>2</sup>/dag. Nedfall av SBR-fragment varierade mellan 0 och 433 fragment/m<sup>2</sup>/dag med ett medelvärde på 37 fragment/m<sup>2</sup>/dag för samtliga provtagningspunkter. Icke-syntetiska textilfibrer fanns på samtliga lokaler och var i genomsnitt 62 fibrer/m<sup>2</sup>/dag, men eftersom blankprover som togs i anslutning till provtagning av fältprover hade relativt höga koncentrationer av dessa fibrer (Fig. 9) måste data tolkas med försiktighet.

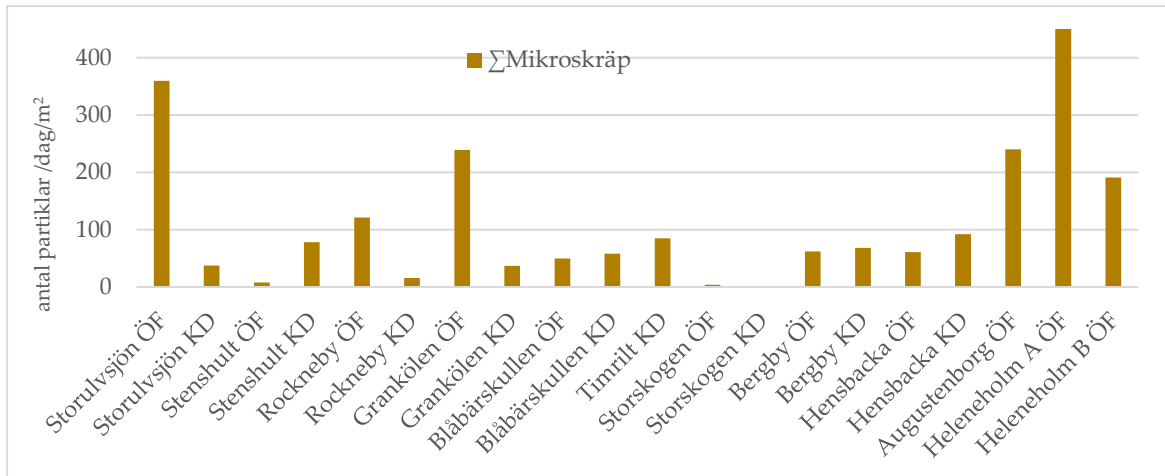
Beräkning av torrdeposition av luftburna ämnen beräknas som skillnaden i nedfall mellan ett KD-prov och ett närbeläget ÖF-prov. Utgångspunkten för denna beräkning är att koncentrationen av ämnena är högre i KD-proverna än i ÖF-prover, eftersom de förra samlar upp både substanser som sköljs ur luften med fallande nederbörd och substanser som torrdeponerats i lövverket och därefter sköljs av vid nederbörd. Koncentrationen av mikrokräppartiklar, både summan av samtliga partikelkategorier och för individuella kategorier, var dock på somliga lokaler högre i KD-proverna och på andra högre i ÖF-lokaler (Tabell 2). Någon separering i torr- och våtdeposition gick alltså inte att göra utifrån erhållna data. Man kan anta att mikrokräppartiklarna troligen inte rör sig på samma sätt i luften som mindre partiklar och aerosoler, och därför inte heller deponeras på samma sätt. Det är möjligt att de biologiskt inerta partiklarna med mikrokräp fastnar i träd Kronorna och att de senare följer med nedfallet av döda barr och grenar, så kallad förnafall. Förnafall provtas inte med krondroppet. En djupare analys av varför nedfallet inte som förväntat är störst i krondropp, jämfört med nederbörd till öppet fält, ryms inte inom ramen för denna rapport.

**Tabell 2** En jämförelse av depositionen av mikrokräp mellan öppet fält (ÖF) och krondropp (KD) vid platser där jämförelsen var möjlig. Platserna är grovt ordnade från norr till söder. ÖF betyder att depositionen till öppet fält var störst; KD betyder att depositionen som krondropp var störst, - betecknar ingen tydlig skillnad (<50 %). Även vid absoluta låga värden görs bedömningen att det inte är någon skillnad.

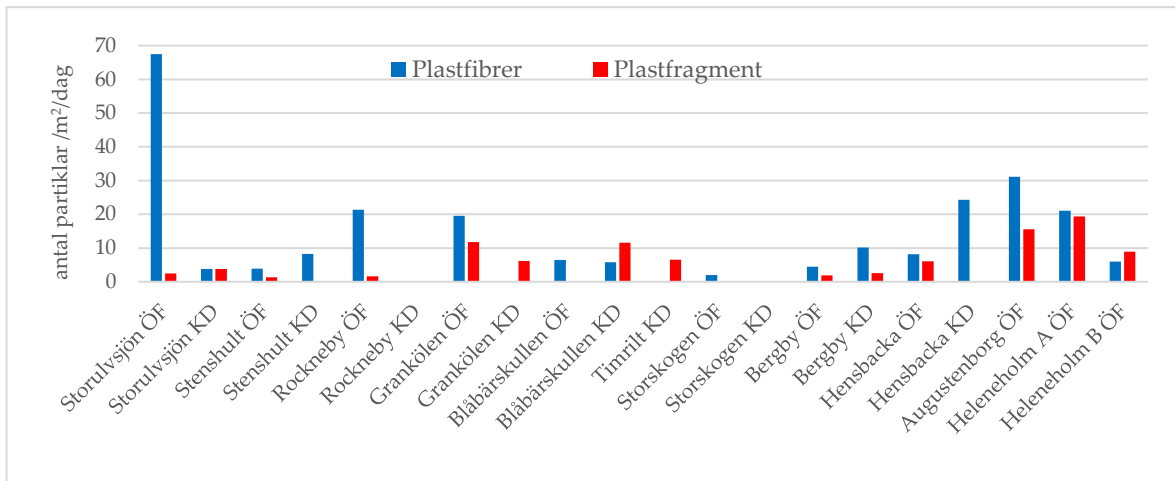
Lokal	ΣMikroplast	Plastfibrer	Plastfragment	SBR	Icke-synt. fibrer
Grankölen	ÖF	ÖF	ÖF	-	ÖF
Storulvsjön	ÖF	ÖF	-	ÖF	-
Blåbärskullen	KD	-	KD	-	-
Bergby	KD	KD	-	ÖF	KD
Hensbacka	KD	KD	ÖF	-	-
Storskogen	-	ÖF	-	-	-
Rockneby	ÖF	ÖF	ÖF	ÖF	ÖF
Stenshult	KD	KD	ÖF	-	KD



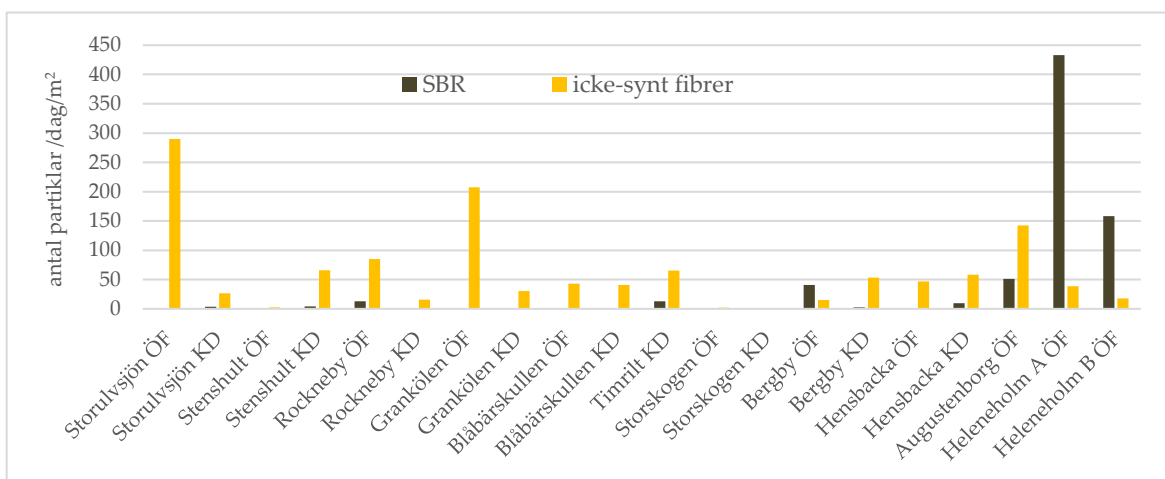
**Figur 4.** Mikrokräppartiklar från prover med atmosfäriskt nedfall. A) Röd plastfiber; B) rött plastfragment; C) SBR-fragment från fordonsdäck och icke-syntetiska textilfibrer.



Figur 5. Nedfall av mikrokräppartiklar (plastfibrer, plastfragment, SBR-fragment och icke-syntetiska textilfibrer; antal partiklar/m<sup>2</sup>/dag) vid samtliga provtagningslokaler.



Figur 6. Nedfall av plastfibrer och plastfragment (antal partiklar/m<sup>2</sup>/dag) vid samtliga provtagningslokaler.



Figur 7. Nedfall av styrenbutadien (SBR)-fragment och icke-syntetiska textilfibrer (antal partiklar/m<sup>2</sup>/dag) vid samtliga provtagningslokaler.

## Nedfall vid provtagningspunkter inom och utanför tätort

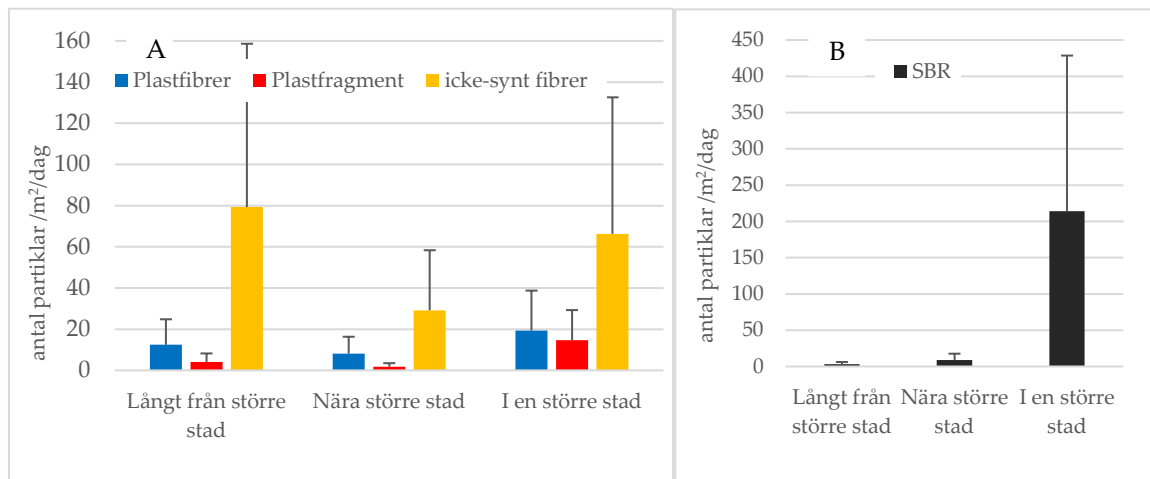
De tjugo provtagningspunkterna (varje ÖF- resp. KD provtagningspunkt från samtliga elva lokaler) grupperades efter sitt läge i förhållande till tätbebyggt område (se Tabell 1). Tre provtagningspunkter, vilka samtliga låg i centrala Malmö, kategoriserades som "Större stad", sex kategoriserades som "Relativt nära större stad", och elva som "Långt bort från större stad". För de ämnen som normalt analyseras inom Krondropps nätverket betraktas både "Relativt nära större stad" och "Långt bort från större stad" som bakgrundslokaler.

Inga statistiska analyser har gjorts av data, men den tydligaste skillnaden mellan de olika kategorierna av provtagningspunkter var för SBR-fragment från fordonsdäck. Nedfallet var avsevärt högre vid lokalerna "Större stad" än vid övriga lokaler (Fig. 8B). I genomsnitt deponerades här 214 SBR-fragment/m<sup>2</sup>/dag, jämfört med 8,8 resp. 3,1 SBR-fragment vid lokalerna "Nära större stad" och "Långt från större stad". Storstadslokalerna uppvisade även stora skillnader mellan sig, även om samtliga hade betydligt högre nedfall än övriga lokaler. Mest utmärkande var den relativt stora skillnaden mellan Heleneholm A och B, två provtagningspunkter placerade med bara några meters mellanrum. Nedfallet vid Heleneholm A var 433 SBR-fragment/m<sup>2</sup>/dag, medan det vid Heleneholm B var ungefär en tredjedel så stort, 158 SBR-fragment/m<sup>2</sup>/dag (Fig. 7). Inget nedfall av SBR-fragment kunde uppmätas i vare sig ÖF- eller KD-prover från två lokaler belägna långt från någon större stad, Grankölen och Blåbärskullen, och från en lokal belägen relativt nära en större stad, Storskogen. Skillnaden mellan lokaler belägna mitt i en större stad och övriga lokaler kan förklaras med den mycket stora skillnaden i trafikintensitet.

Det finns en viss indikation på att nedfall av både plastfibrer, och plastfragment var större vid de lokaler som låg i en större stad jämfört med övriga lokaler (Fig. 8A). En lokal som dock skiljde ut sig från övriga var Storulvsjön ÖF, en lokal långt från någon större stad, där nedfall av plastfibrer var avsevärt högre än vid alla andra lokaler (Fig. 6). Nedfallet uppgick här till 67 plastfibrer/m<sup>2</sup>/dag, vilket var mer än dubbelt så mycket som det näst högst uppmätta nedfallet, 31 plastfibrer/m<sup>2</sup>/dag, i centrala Malmö.

Ingen geografisk skillnad kunde detekteras när det gäller nedfall av icke-syntetiska textilfibrer (Fig. 8A). Som tidigare nämnts kan detta förmodligen delvis förklaras av att kontamineringen av dessa fibrer i proverna är relativt hög jämfört med andra mikrokräpkategorier (Fig. 9).

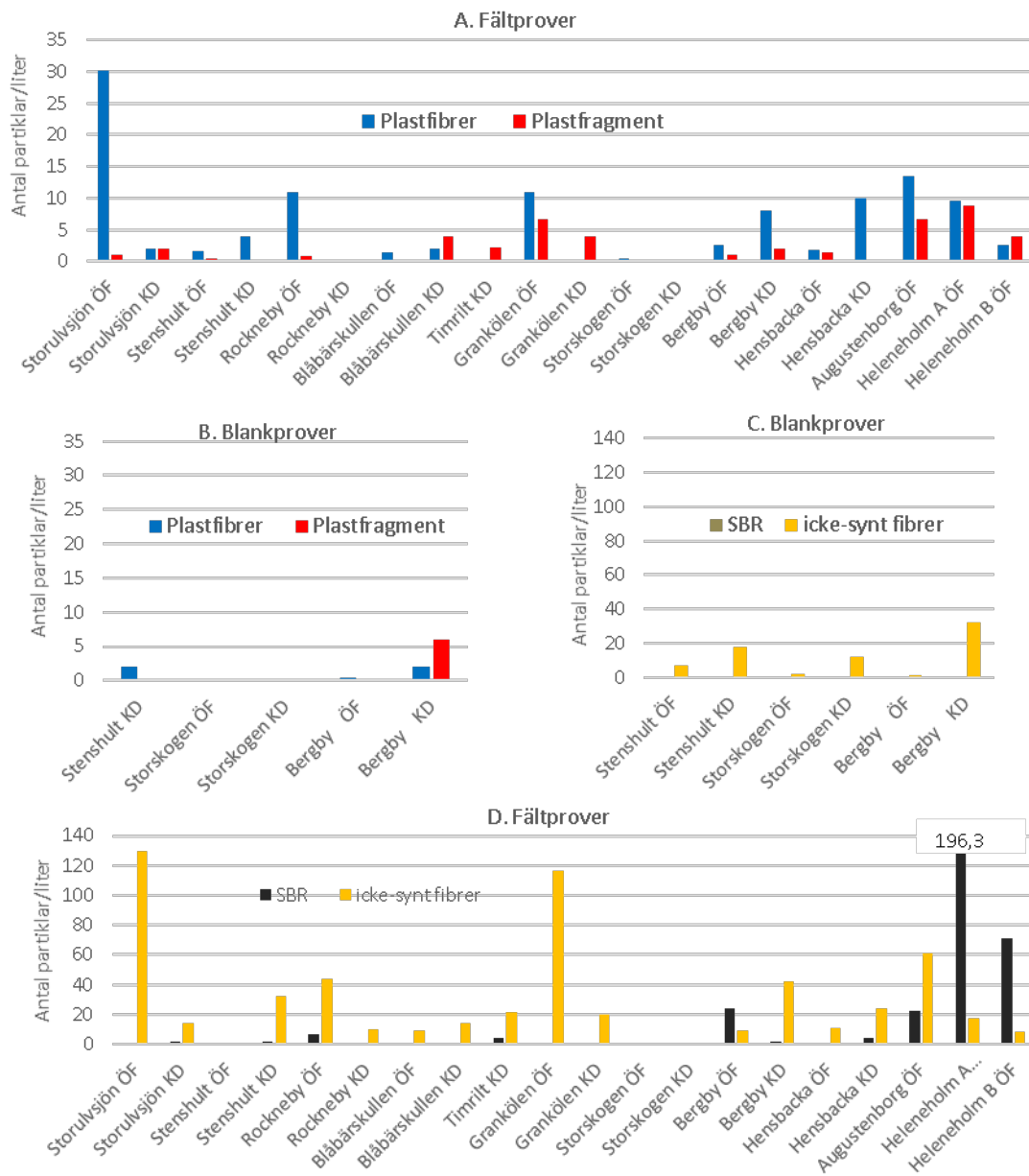




**Figur 8. Antal mikrokräppartiklar av olika kategorier från provtagningspunkter med olika avstånd till tätbefolkade områden. A) plastfibrer, plastfragment och icke-syntetiska textilfibrer. B) fragment av styrenbutadiengummi (SBR). Provtagningspunkterna delas upp i Långt från större stad (n=11), Nära större stad (n=6), och I en större stad (n=3). Data är presenterat som medelvärde +SD. Observera olika skalor på y-axlarna!**

## Jämförelse mellan fält- och blankprover

Vid analys av mikropartiklar är kontamineringsrisken stor. Blankprover togs i anslutning till provtagning av ÖF- och KD-prover från tre lokaler, Stenshult, långt från större stad och Storskogen, och Bergby, belägna nära en större stad. Inget blankprov togs från lokalerna i en större stad. Data för nedfall av plastfibrer och plastfragment finns presenterat för fältprover (Fig. 8A) och blankprover (Fig. 8B). Data för SBR-fragment och icke-syntetiska textilfibrer finns presenterat för blankprover (Fig. 8C) och för fältprover (Fig. 8D). Kontaminering fanns framför allt i form av icke-syntetiska textilfibrer, och den största mängden hittades i blankprover från KD-prover (Fig. 8C). En viss kontaminering fanns även av plastfibrer och plastfragment (Fig. 8B). Antalet plastfragment i blankprov från Bergby KD översteg koncentrationen i flera av fältproverna och även antalet plastfibrer låg över flera fältprover. Ingen kontaminering av SBR-fragment kunde detekteras. Rapporten är en preliminär presentation av data och därför har ännu ingen hänsyn till blankvärden tagits i redovisning av fälldata. Resultaten understryker dock vikten av att i alla undersökningar inkludera ett stort antal blankprover samt att provtagningsmetodiken för KD-prover kan behöva modifieras i framtida undersökningar.

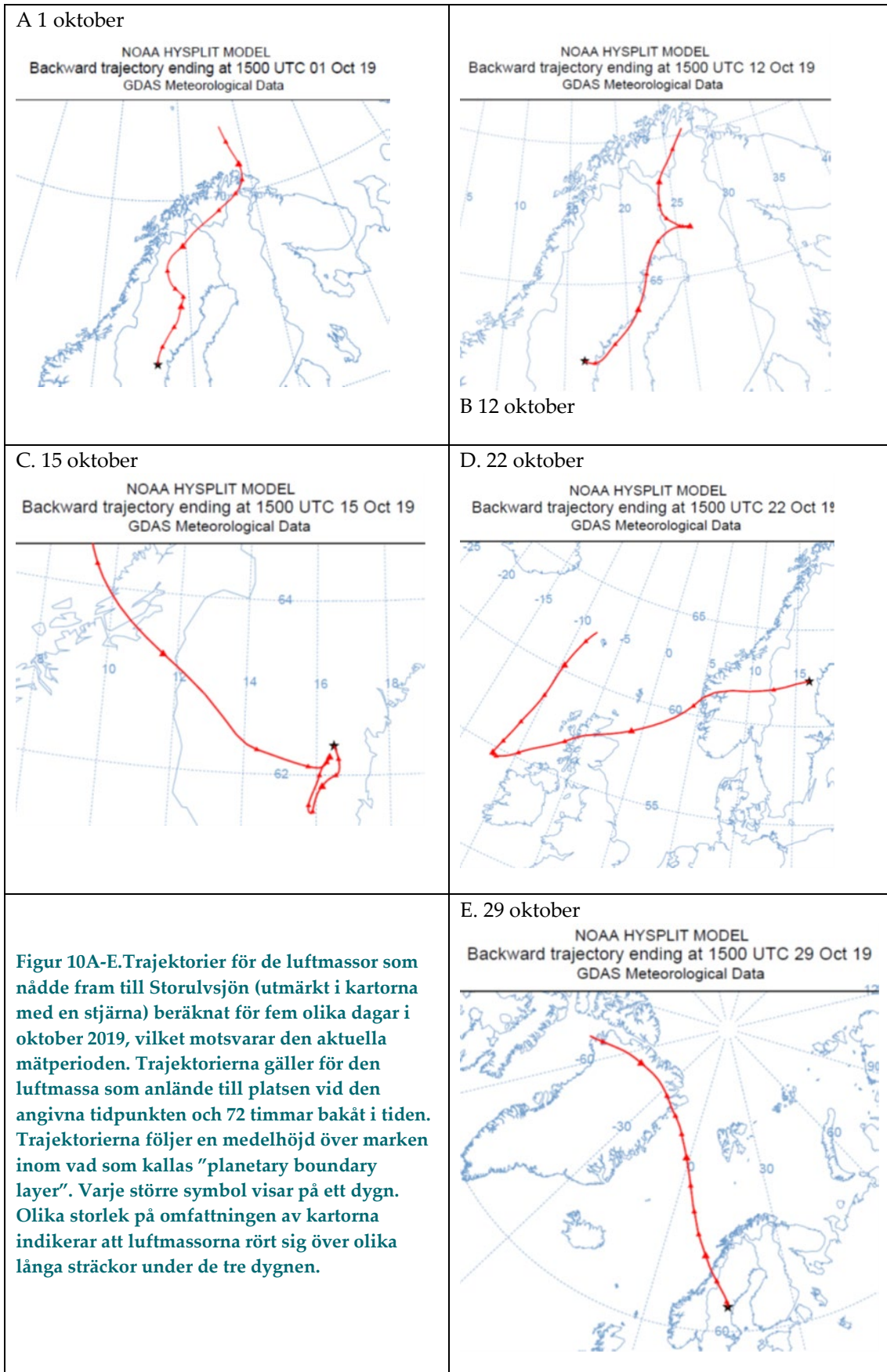


Figur 9. Jämförelse mellan antal partiklar i fältprover och blankprover. A och B: Plastfibrer & plastfragment i fält- och blankprover; C och D: Styrenbutadiengummi (SBR) & icke-syntetiska fibrer i fält- och blankprover. Observera olika skalor på y-axlarna!

## Information om luftens ursprung

Nedfall av luftföroreningar i områden utanför tätort beror till stor del på ursprunget för de förorenade luftmassor som passerat mätplatsen under mätperioden. Analyser av luftmassornas ursprung kallas för trajektorieanalys. Trajektorier beräknas med hjälp av storskaliga meteorologiska transportmodeller. Data från trajektorieanalyser finns att tillgå för valfri plats på jorden för olika tidsperioder från en modell benämnd HYSPLIT vid USA:s National Oceanic and Atmospheric Administrations (NOAAs) hemsida, <https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>. Data finns oftast att tillgå för ca fyra-fem dagar per månad.

Mätningen på öppet fält vid Storulvsjön i Västernorrlands län under oktober 2019 visade på ett förvånansvärt stort nedfall av mikrokräp med tanke på att lokalen ligger långt bort från någon större stad (Tabell 1). I ett försök att finna en förklaring till det höga nedfallet i förhållande till övriga provtagningspunkter undersöktes trajektorier för denna lokal under fem olika dagar i oktober 2019, dvs inom den aktuella mätperioden (Tabell 1). Trajektorierna för de fem dagarna visade att luftmassorna som anlände till Storulvsjön huvudsakligen kom från norr, vilket innebär att det sannolikt att de inte rört sig över områden med större städer (Fig. 10 A-E). Den 12 oktober hade dock luftmassan som anlände till Storulvsjön passerat längs Norrlands Östersjö kust och vikit in över Sundsvall. Vid en annan dag, 22 oktober, hade luftmassan i ett tidigt skede passerat över norra Storbritannien. Det finns således några tillfällen under de fem granskade dagarna som luftmassorna potentiellt skulle kunna ha passerat en större stad innan de slutligen nådde fram till Storulvsjön. Trots detta, är det svårt att utifrån dessa kartor över luftens ursprung finna någon stark förklaring till de relativt sett höga halterna av plastfibrer i nederbörden på öppet fält vid Storulvsjön under oktober 2019. Det är möjligt att ta fram trajektorier även för övriga mätplatser, med det ryms inte i denna rapport.



## Konklusion

Nedfall av någon form av mikrokräp (plastfibrer, plastfragment, SBR-fragment från fordonsdäck eller icke-syntetiska textilfibrer) kunde uppmätas vid samtliga elva lokaler som ingick i undersökningen. Detta bekräftar att atmosfärisk transport och påföljande luftdeposition är en transportväg av mikrokräppartiklar till områden långt från uppenbara punktkällor. Högst halter och störst skillnad mellan lokaler uppmättes för SBR-fragment från fordonsdäck. Vid tre lokaler från centrala Malmö var depositionen 51 – 433 fragment/m<sup>2</sup>/dag medan SBR-fragment saknades helt i prover från tre av lokalerna belägna utanför större städer.

Nedfall av mikroplast (plastfibrer + plastfragment) varierade mellan 0 och 70 partiklar/m<sup>2</sup>/dag vid de olika lokalerna. Plastfibrer dominerade i antal över plastfragment vid 14 av de 20 provtagningspunkterna.

Ingen skillnad kunde påvisas mellan prover från deposition på öppet fält och deposition som krondropp, vilket innebär att data inte kan användas för att särskilja torrdeposition från våtdeposition av mikrokräp.

Blankprover av krondropp innehöll relativt sett höga koncentrationer av framför allt icke-syntetiska textilfibrer, vilket innebär att dessa data måste tolkas med försiktighet.

## Referenser

- Bergmann, M., Mützel, S., Primpke, S., Tekman, M.B., Trachsel, J., Gerdt, G., 2019. White and wonderful? Microplastics prevail in snow from the Alps to the Arctic. *Science Advance* 5, eaax1157.
- Cai, L., Wang, J., Peng, J., Tan, Z., Zhan, Z., Tan, X. & Chen, Q. 2017. Characteristic of microplastics in the atmospheric fallout from Dongguan city, China: preliminary research and first evidence. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 24928–24935.
- Dris, R., Gasperi, J., Rocher, V., Saad, M., Renault, N. & Tassin, B. 2015. Microplastic contamination in an urban area: a case study in Greater Paris. *Environmental Chemistry*, 12, 592-599.
- Erisman et al., 1994. RIVM report 722108005
- Karlsson, P.E., Pihl Karlsson, G., Hellsten, S., Akselsson, C., Ferm, M., Hultberg H. 2019. Total deposition of inorganic nitrogen to Norway spruce forests – applying a surrogate surface method across a deposition gradient in Sweden. *Atmospheric Environment* 217, 116964.
- Klein, M. & Fischer, E. K. 2019. Microplastic abundance in atmospheric deposition within the Metropolitan area of Hamburg, Germany, *Science of the Total Environment*, 685, 96–103.
- Lassen, C., Foss Hansen, S., Magnusson, K., Norén, F., Bloch Hartmann, N. I., Rehne Jensen, P., Gissel Nielsen, T. & Brinch, A. 2015. Microplastics -Occurrence, effects and sources of releases to the environment in Denmark. Environmental project No. 1793. Copenhagen K: Danish Environmental Protection Agency.
- Magnusson, K., Eliasson, K., Fråne, A., Haikonen, K., Hultén, J., Olshammar, M., Stadmark, J. & Voisin, A. 2016. Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment. A review of existing data. IVL -rapport C183
- Seinfeld, J.H., Pandis, S.N. 2006. *Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change*. John Wiley & Sons.
- Sundt, P., Schulze, P.-E. & Syversen, F. 2014. Sources of microplastic pollution to the marine environment. Mepex for the Norwegian Environment Agency (Miljødirektoratet).
- Wetherbee, G.A., Baldwin, A. K., Ranville, J. F. 2019. It is Raining Plastic. U.S. Geological Survey. Open-File Report 2019–1048.



