



UIT

NORGES
ARKTISKE
UNIVERSITET

Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi - Norges Fiskerihøgskole

Avløp og oppdrettsanlegg som mulige forurensningskilder til mikroplast i blåskjell (*Mytilus edulis*)

Ingunn Solheim Johnsen

Masteroppgave i fiskeri- og havbruksvitenskap (60 stp.), mai 2019



Forord

«Tavaha er Nordens «aloha» og betyr å ta vare på havet. Det beskriver en kultur hvor vi som bruker havet også bidrar til at det forblir levende. Fordi uten et levende hav kan vi ikke ha en fungerende planet. Havet har alltid tatt vare på oss, og det er på tide å gi noe tilbake.»

-Nordic Ocean Watch

Å skrive masteroppgave har vært en engasjerende, lærerik og gøy prosess. Til tider har det også vært demotiverende, slitsomt og stressende, men endelig er jeg i mål. For det vil jeg takke alle som har bidratt gjennom prosessen og gjort seg disponibel slik at jeg har fått samlet inn materiale til denne oppgaven. Takk til AquaPlast for finansiering av oppgaven. En spesiell takk til min hovedveileder professor Torstein Pedersen ved UiT, Norges arktiske universitet for uvurderlig hjelp og veiledning til både stort og smått fra første til siste stund. Jeg vil også takke biveileder dr. Dorte Herzke ved Norsk institutt for luftforskning (NILU) i Tromsø, for all hjelp på laboratorium og for gode tilbakemeldinger. Jeg setter spesielt stor pris på hvor velkommen jeg har følt meg blant teamet på NILU og lån av fasiliteter, tusen takk. Takk til Maria Jenssen ved Havforskningsinstituttet i Tromsø for hjelp og lån av utstyr.

Tromsø, mai 2019

Ingunn Solheim Johnsen



#tavaha

Sammendrag

De siste 60 årene har masseproduksjonen av plast økt (Barnes et al., 2009) og lite tyder på at produksjonen av plast vil avta med det første på grunn av de samme egenskapene som gjør at plast er farlig på avveie; det er et slitesterkt materiale og vi kjenner ikke fullstendig til konsekvensene eller nedbrytningsforløpet av det. Mikroplast er små plastpartikler som kan komme fra mange ulike forurensningskilder som for eksempel redskaper og utstyr i fiskeri- og havbruksnæringen og mikroplastfibre fra syntetiske klær. I dette studiet er mikroplast delt inn i tre størrelsesgrupper; < 5 mm, 2-4 mm og < 1 mm. Valget av blåskjell (*Mytilus edulis*) kommer av at de er lett tilgjengelig over et stort geografisk område, de filtrerer vann og er lite spesifikk i dietten, og er derfor svært utsatt for å filtrere mikroplastpartikler.

Problemstillingen var å undersøke hvilken effekt nærhet til avløp og nærhet til oppdrettsanlegg hadde på forekomst av mikroplast i blåskjellene. Dette ble gjort ved å samle inn blåskjell rundt om i Tromsøområdet på stasjoner nært avløp og nært oppdrettsanlegg, samt på kontrollstasjoner. Blåskjellene ble behandlet på laboratorium i en basisk løsning som løste opp det biologiske materialet for å deretter kunne skille det fra mikroplasten. Mikroplasten ble så undersøkt under mikroskop. Underveis i behandlingen ble det tatt en rekke blanke prøver for å ta høyde for kontaminering under prosessen.

Til sist ble det gjort en statistisk analyse av resultatene og det ble gjort følgende funn; ingen resultater tilsier at stasjoner med nærhet til en av de mulige forurensningskildene som ble undersøkt har flere mikroplastpartikler enn kontrollstasjonene, og det var ikke en høyere proporsjon av fiber på stasjonene med nærhet til avløp sammenlignet med kontrollstasjonene. Av stasjonene med nærhet til avløp var det stasjonen ved Sommarøy som hadde flest mikroplastpartikler. Blå fragmenter med størrelse < 1 mm var den dominerende plasttypen og gikk igjen som en av de plasttypene som ikke var jevnt fordelt mellom individene på stasjonene. Generelt var forekomsten av plasttypene ulik mellom stasjonene som kan tyde på eksponering fra ulike forurensningskilder. Antall mikroplastpartikler økte med økt størrelse på blåskjellet, men det var ikke nødvendigvis de største individene som hadde flest mikroplastpartikler.

Alle stasjonene som ble undersøkt inneholdt mikroplastpartikler, og studiet bekrefter derfor at blåskjell kan brukes som et biologisk referansepunkt (Lusher et al., 2017a; Bråte et al., 2018b), samt bidrar resultatene til kartlegging av mikroplast rundt Tromsøområdet.

Innholdsfortegnelse

1 Introduksjon	1
2 Material og metode.....	4
2.1 Feltarbeid.....	4
2.1.1 Korsnes oppdrettsanlegg	6
2.1.2 Breivika kai, avløp	7
2.1.3 Sommarøy, avløp	8
2.1.4 Skulgambukt oppdrettsanlegg	9
2.2 Laboratoriumsarbeid	10
2.3 Kvantitativ behandling	13
2.3.1 Rådata og kvalitetssikring	13
2.3.2 Statistisk analyse	14
3 Resultater.....	17
3.1 Størrelse på blåskjell	17
3.2 Fordeling av mikroplastpartikler i blåskjell på stasjoner	20
3.3 Plasttyper funnet i blåskjell	27
4 Diskusjon.....	39
4.1 Avløp og oppdrettsanlegg som mulig forurensningskilde til mikroplast.....	39
4.2 Forekomst av de ulike plasttypene	41
4.3 Størrelse på blåskjellene.....	42
4.5 Mulige feilkilder.....	43
4.5.1 Havstrømmenes påvirkning på spredning av mikroplastpartikler.....	43
4.5.2 Akkumulering av mikroplastpartikler i blåskjell	44
4.5.3 Mål på funn av mikroplastpartikler i blåskjell	45
4.5.4 Overestimat av mikroplastpartikler	45
4.5.5 Feilidentifikasjon av mikroplastpartikler	46
4.5.6 Biologiske partikler	47
4.5.7 Antall opparbeidede blåskjell.....	47
4.6 Konklusjoner	48
4.6.1 Videre studier	49
Referanser.....	50
Appendiks.....	I

1 Introduksjon

Siden 60-tallet har masseproduksjonen av plast økt (Barnes et al., 2009) og man har først nå begynt å se konsekvensene av økningen. Til tross for økt oppmerksomhet er det lite sannsynlig at produksjonen av plast vil avta på grunn av egenskaper slik som at det er et slitesterkt materiale. Det er den samme egenskapen som gjør plast farlig når det kommer på avveie blant annet fordi plastprodukter produsert av petroleumsindustrien har et ukjent nedbrytningsforløp. Det som imidlertid er kjent er at nedbrytningsforløpet går sakte i det marine miljø og at plast kan vedvare i flere tiår (Moos et al., 2012). Plast har blitt funnet over alt, også i de mest fjerntliggende områdene (Barnes et al., 2009).

De siste tretti årene har det blitt et økt fokus på at store, relativt lett synlige plastartikler brytes ned av friksjon som blant annet vind, vann og sol, slik at de etter hvert kan defineres som mikroplastpartikler (Barnes et al., 2009). I dette studiet definerer jeg mikroplast i tre størrelsesgrupper; < 5 mm, 2-4 mm og < 1 mm. Jo mindre mikroplastpartiklene blir, jo flere arter vil være utsatt for å få i seg mikroplastpartiklene (Moos et al., 2012).

Partikler som kan kategoriseres som mikroplastpartikler allerede før de introduseres til det marine miljøet er også et stort problem når det kommer på avveie, som når råmaterialet for produksjon av plast (resin pellets) går tapt under transport og håndtering (Moos et al., 2012; Lusher et al., 2017a). Et annet eksempel er at det estimert forsvinner 1500 tonn gummiknotter fra kunstgressbaner årlig i Norge. Gummiknottene kan havne i havet fordi man blant annet i Tromsø må måke kunstgressbaner og snøen blir deponert i havet eller ved at gummiknottene fester seg til klær og blir vasket og deretter havner i avløpsvannet (Herzke et al., 2018).

Flere studier viser til konsekvenser bruk av plast i husholdninger kan ha. For eksempel kan et enkelt syntetisk plagg produsere over 1900 mikroplastfibre per vask (Browne et al., 2011) og mikroplast kan bli brukt som skrubbende effekt i blant annet kosmetikk (Fendall & Sewell, 2009). Dette er mikroplastpartikler som havner i avløpsvannet vårt og som potensielt kan nå havet.

Lusher et al. (2017b) estimerte at 4,8 – 12,7 millioner tonn med plast nådde havet i 2010 på verdensbasis. Lusher et al. (2017a) og Sundet et al. (2015) rapporterte at fiskeri- og havbrukssektoren var den største forurensningskilden til plast i Norge. Fiskeredskaper som har blitt tapt eller på annet vis dumpet regnes som hovedkilden til plastforsøpling innen fiskeri- og havbrukssektoren (Lusher et al., 2017b). I akvakultur benyttes plast blant annet i emballasje, tau, flyteelementer og nøtene som fisken er i.

Blåskjell (*Mytilus edulis*) er en art innen muslinger som er lavt i næringskjeden (Moos et al., 2012). Leveområdet til blåskjell er i tidevannssonen, men skjellene kan også trives på dypere områder og er festet til hardbunn med byssustråder. Blåskjell har en høy toleranse for variasjon i temperatur, saltholdighet og tørrlegging, noe som bidrar til at den forekommer i stort antall og er å finne i hele det nordlige Atlanterhavet (Havforskningsinstituttet, 2016) samt forekommer globalt langs kysten fra ca. 20-30°N til 75°N (Hutchins, 1947). Disse kvalitetene gjør blåskjell lett tilgjengelig for innsamling og vil være et bra globalt biologisk referansepunkt.

Blåskjell får i seg næring ved å filtrere vann og partikler ned til ca. 1 tusendels millimeter (Sundet et al., 2015), de er lite spesifikk i dietten og er derfor svært utsatt for å innta mikroplastpartikler som finnes suspendert i vannmassene. Blåskjellet er utsatt for både lett plast som vil flyte i vannet, og plast med høyere tetthet fordi omrøring i vannmassene fører til at tyngre plast av og til befinner seg i de frie vannmassene (Moos et al., 2012). Blåskjell har også vist seg å kunne være en biologisk referanse på miljøkontaminasjon ut fra resultater som viser at plast er et problem både fordi de skaper fysiske skader ved inntak og fordi plast tiltrekker POP's (persistente organiske forurensinger) (Moos et al., 2012; Sundet et al., 2015; Lusher et al., 2017a). Resultatene fra min oppgave er relevant for videre studier av mikroplast og miljøgifter i næringsnettet fordi blåskjell er en del av dietten til dyr høyere opp i næringskjeden, inkludert oss mennesker (Browne et al., 2008; Wegner et al., 2012).

Problemstillingen min er å undersøke hvilken effekt nærhet til en mulig forurensningskilde slik som avløp og oppdrettsanlegg har på forekomsten av mikroplast i blåskjell. Dette skal jeg gjøre ved å se på forskjeller mellom stasjonsparene, det vil si stasjoner med nærhet til mulig forurensningskilde (MK) og kontrollstasjon (K) som ligger i nærheten av kildestasjon.

Avløpsvann har vist seg å være en sikker kilde til mikroplast (Fendall & Sewell, 2009; Browne et al., 2011; Sundet et al., 2015) og jeg forventer derfor å finne et høyere antall mikroplastpartikler i blåskjellene fra stasjonene nært avløp sammenlignet med kontrollstasjonene. Jeg forventer også å se høyere andel fiber enn fragmenter på stasjonene nært avløp sammenlignet med kontrollstasjonen på grunn av avløpsvannet som slippes ut fra husholdningene. I tillegg forventer jeg å finne flere mikroplastpartikler i de blåskjellene som ligger nærmest Tromsø by da jeg antar at det er mer mikroplast jo mer folk som befinner seg i området.

Wallace (1980) viste at vekst hos blåskjell fra Nord-Norge som hadde vokst opp nært et tidligere forskningsoppdrettsanlegg vokste raskere og jevnere gjennom hele året, sammenlignet med blåskjell som ikke hadde vokst opp i nærheten av et oppdrettsanlegg (som hadde vokst saktere på vinterhalvåret og hadde tydeligere vekstsoner). Jeg antar derfor at blåskjell som har jevnere vekst har større energibehov og vil filtrere større mengder vann og derfor få i seg større mengder mikroplastpartikler. På grunn av mer aktivitet i området hvor oppdrettsanlegg holder til og fordi diverse utstyr på anlegget er laget av plast, antar jeg at jeg vil finne et høyere antall mikroplastpartikler på stasjonene i nærheten av oppdrettsanleggene enn på kontrollstasjonene.

Videre skal jeg undersøke om det er forskjeller i forekomsten av plasttypene jeg har identifisert mellom stasjonene. Fordi mikroplastpartikler akkumuleres i blåskjellene (Browne et al., 2008; Koehler et al., 2008; Karlsson et al., 2017) forventer jeg at større og eldre blåskjell vil ha akkumulert et høyere antall mikroplastpartikler enn mindre og yngre blåskjell.

I dette studiet har jeg følgende hypoteser:

1. Det er høyere antall mikroplastpartikler på stasjoner med nærhet til avløp og oppdrettsanlegg som mulig forurensningskilde enn på kontrollstasjonen
2. Den største proporsjonen av mikroplastpartiklene kommer til å være av typen fiber på stasjoner med nærhet til avløp sammenlignet med kontrollstasjonen
3. Jeg finner flest mikroplastpartikler på stasjonen med nærhet til avløp som er nærmest Tromsø by
4. Jeg finner forskjeller i sammensetningen av de ulike plasttypene mellom stasjonene
5. Større blåskjell har høyere antall mikroplastpartikler enn mindre blåskjell

I oppgaven har jeg brukt flere mål for forekomst; proporsjon av individer med mikroplastpartikler, antall mikroplastpartikler per individ og per gram våtvekt.

Jeg har tilnærmet meg oppgaven ved å samle inn blåskjell rundt om i Tromsøområdet på stasjoner nært avløp og nært oppdrettsanlegg som er mulige forurensningskilder, samt på kontrollstasjoner med minst 1 km avstand fra den mulige kildestasjonen. Jeg behandlet blåskjellene på laboratorium for å ekstrahere mikroplasten fra det biologiske materialet (bløtdelen i blåskjellet). Så undersøkte jeg mikroplasten under mikroskop for å kunne telle og kategorisere mikroplastpartiklene.

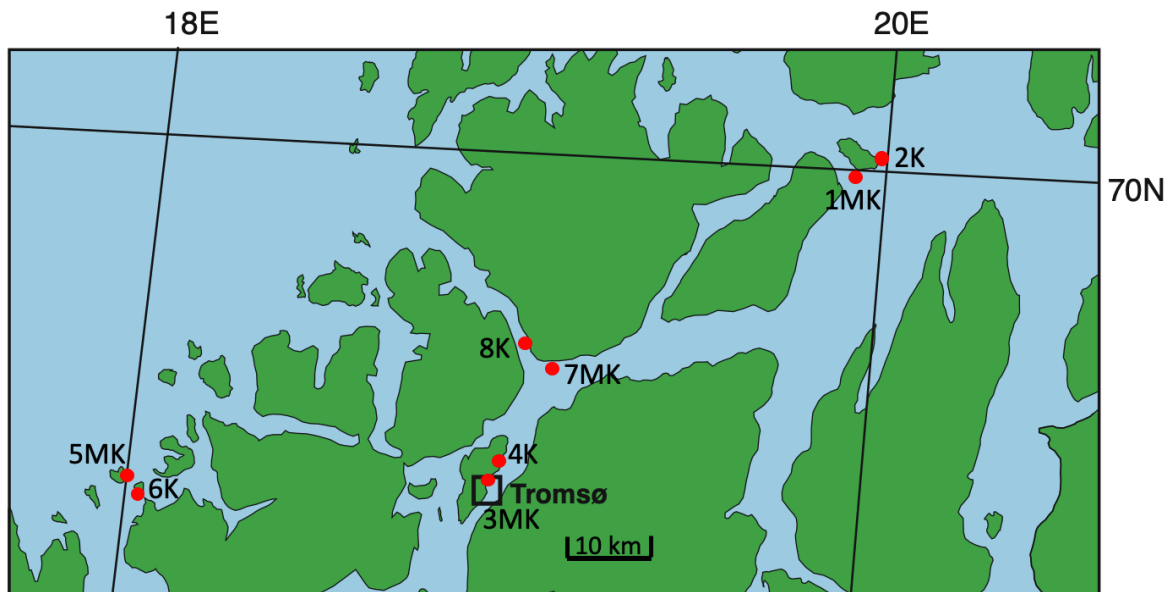
2 Material og metode

2.1 Feltarbeid

Jeg samlet inn blåskjellene i perioden 3. mai – 12. juni 2018 på totalt 8 stasjoner i og rundt Tromsø (Tabell 1). De fire hovedstasjonene med mulig forurensningskilde (MK); 1MK, 3MK, 5MK, og 7MK har direkte nærhet til et oppdrettsanlegg eller et avløp, og kontrollstasjonene; 2K, 4K, 6K og 8K ble tatt minst 1 km fra hovedstasjonene (Appendikstabell 2). I utgangspunktet ville jeg sammenligne blåskjell med så like forutsetninger som mulig med tanke på hvor dypt de lå i vannet og størrelse på blåskjellene. Det var imidlertid ikke mulig å gjennomføre fordi hver av stasjonene var ulike og blåskjellene var av ulik størrelse.

*Tabell 1. Oversikt over de 8 stasjonene med innsamlingsdato, stasjonsnummer og stasjonsnavn, koordinater (desimalgrader), beskrivelse, tidevannsnivå og blåskjellenes nivå relativt til middelvann (nivået blåskjellene ble funnet på er subtrahert dersom de var under vann eller addert dersom de var over vann fra middelvannsnivået). (av) i avtagende tidevann, (st.) i stigende tidevann * Fra flytende anlegg, dybde målt ved innsamling*

Dato	St. Nr.	Stasjonsnavn	Koordinater (desimalgrader)	Beskrivelse	Tidevann (cm, middelvann 1996-2014)	Nivå relativt til middelvann (cm)
03. mai	1MK	Korsnes oppdrettsanlegg	N 69,987 E 19,927	Oppdrettsanlegg av plast	-68 (av.)	Ca. -50 *
03. mai	2K	Korsnes kontroll	N 69,996 E 19,966	Innsamlet fra stein, eksponert	-86 (av.)	-46
07. mai	3MK	Brevika avløp	N 69,674 E 18,981	Innsamlet fra påle på kai	-75 (av.)	-50
07. mai	4K	Brevika kontroll	N 69,684 E 19,008	Innsamlet fra stein	-87 (av.)	-107
23. mai	5MK	Sommarøya avløp	N 69,641 E 18,006	Innsamlet fra jernpåle	24 (st.)	14
23. mai	6K	Sommarøya kontroll	N 69,628 E 18,026	Innsamlet fra stein, lite eksponert	37 (st.)	27
12. juni	7MK	Skulgambukt oppdrettsanlegg	N 69,787 E 19,157	Oppdrettsanlegg av stål	-53 (st.)	Ca. -10 *
12. juni	8K	Skulgambukt kontroll	N 69,791 E 19,057	Innsamlet på kai	-16 (st.)	-56



Figur 1. Stasjonenes plassering markert med rødt punkt (bakgrunnskart tegnet av Frøydis Strand). Stasjoner med nærhet til mulig forurensningskilde er markert med MK og kontrollstasjoner er markert med K

Jeg samlet inn ca. 30 individer av blåskjell fra hver av de 8 stasjonene i Tromsøområdet (Figur 1). For å samle inn blåskjellene med minimal kontaminasjon brukte jeg enten hender med lilla nitrilhansker eller en "blåskjellskrape" (Figur 2). Blåskjellene ble pakket inn i aluminiumsfolie og lagt i zip-lock poser. Blåskjellene ble frosset hele med skjellet på så snart jeg kom tilbake til UiT (Universitetet i Tromsø, Norges Arktiske universitet) noe som kunne ta flere timer fra innsamlingen. Et unntak var prøvene fra Sommarøy som ble frosset med en gang om bord på forskningsskipet Johan Ruud. Temperatur under frysing var ca. -20°C .

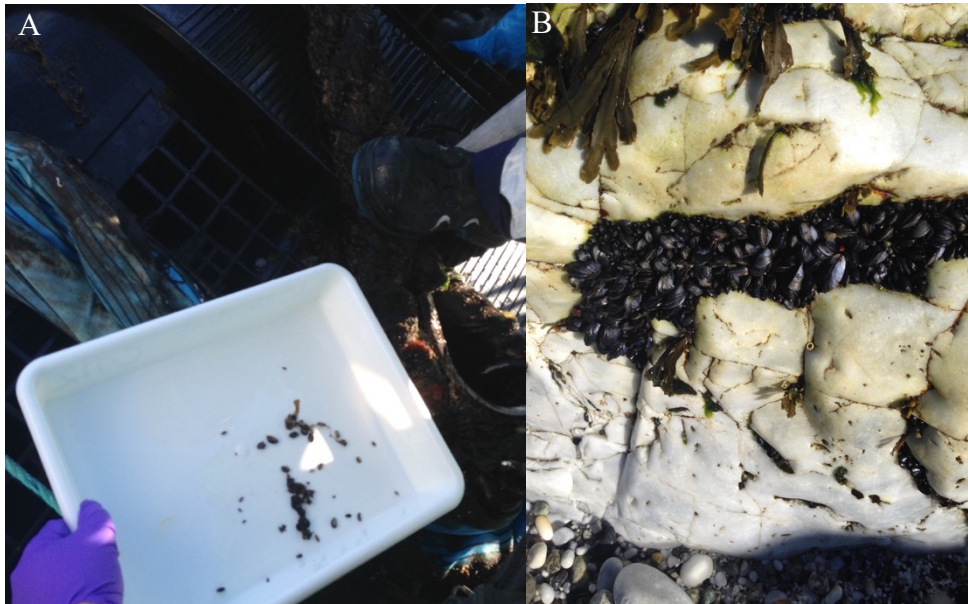


Figur 2. "Blåskjellskrape" konstruert av en stålrake og et nett bundet til slik at man kan rake blåskjell fra en avstand på ca. 2 meter

2.1.1 Korsnes oppdrettsanlegg

Oppdrettsanlegget "Korsnes" (stasjon 1MK) ligger like sør for Karlsøy utenfor Tromsø (Figur 1). Blåskjellene ble samlet inn med hendene fra en "hanefot" (en fortøyning til anlegget). Haneføttene er til en hver tid under vann og blåskjellene ble plukket fra høyt oppe på hanefoten, omtrent 0,5 meter under vann (*Tabell 1*). Fordi oppdrettsanlegg er flytende har blåskjellene jeg fant her vært konstant under vann. Anlegget hadde stått i havet siden april 2017 og blåskjellene må ha festet seg til fortøyningen i etterkant av dette. Det vil si at alle blåskjellene jeg samlet inn ved stasjon 1MK var av samme årsklasse og var i underkant av ett år gamle.

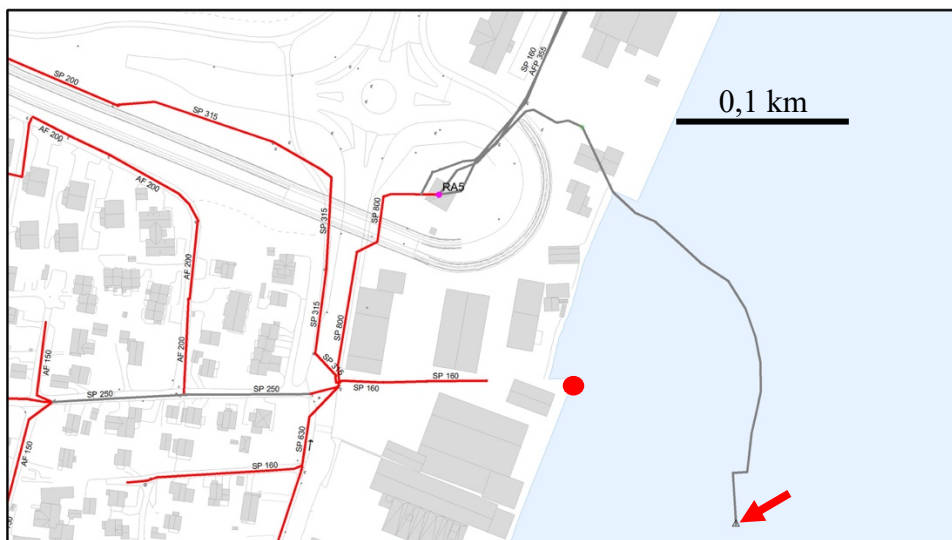
Kontrollprøven (stasjon 2K) samlet jeg inn fra rundt et nes nord-øst fra oppdrettsanlegget, omtrent 1,71 km fra stasjon 1MK. Her var blåskjellene festet til en stein omtrent 40 cm over vann (Figur 3). Jeg måtte skjære blåskjellene løs ved bruk av en kniv. Disse blåskjellene har tydelig fått være i fred og ligger mer utsatt for vær og vind, og ikke minst luftkontaminasjon enn blåskjellene fra stasjon 1MK.



Figur 3. Blåskjell fra (A) stasjon 1MK, Korsnes og (B) stasjon 2K, Korsnes kontroll

2.1.2 Breivika kai, avløp

Jeg samlet inn blåskjellene fra stasjonen ”Breivika kai” (stasjon 3MK) med blåskjellskrapen fra en påle under kaia på nordsiden bak butikken ”Felleskjøpet” i Breivika. Blåskjellene hang ca. 25 cm over vann, omtrent 100 meter fra hovedutløpet for avløpsvann fra Tromsøya (Figur 4).



Figur 4. Oversiktskart over hovedutløpet for avløpsvann på Tromsøya. Rødt punkt indikerer hvor blåskjellene ble samlet inn og rød pil viser hvor avløpsvannet renner ut. Kart tilsendt av Tord Bentzen fra Vann og Avløp i Tromsø kommune

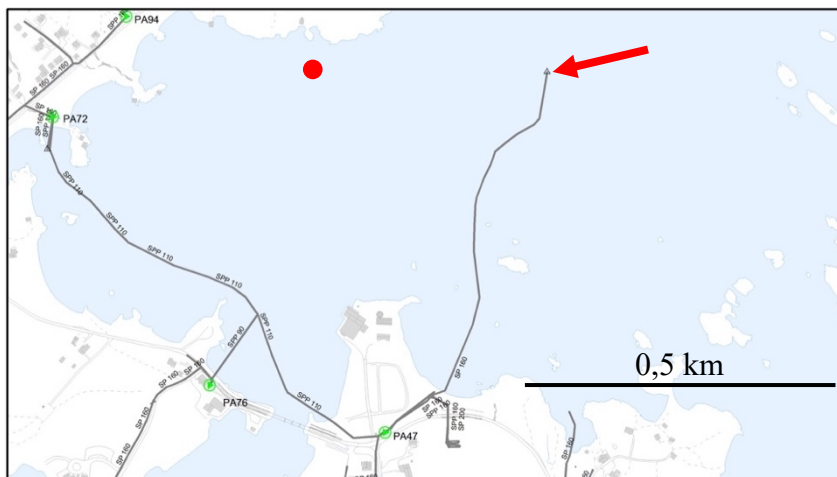
Kontrollen til "Breivika kai", stasjon 4K ble tatt på en utfylling like bak butikken "Tools" i Breivika, 1,55 km lenger nord fra hovedprøven. Blåskjellene lå på en stein ca. 20 cm under vann (Figur 5) og ble tatt med blåskjellskrapen.



Figur 5. Stasjon 4K, Breivika kontroll. Blåskjell funnet under vann utenfor fyllingen bak butikken Tools

2.1.3 Sommarøy, avløp

Prøven fra nært avløp på Sommarøy utenfor Tromsø (stasjon 5MK) samlet jeg inn fra en påle av jern vest fra utløpet (Figur 6). Blåskjellene ble hentet fra ca. 10 cm under vann, sammen med mye rur.

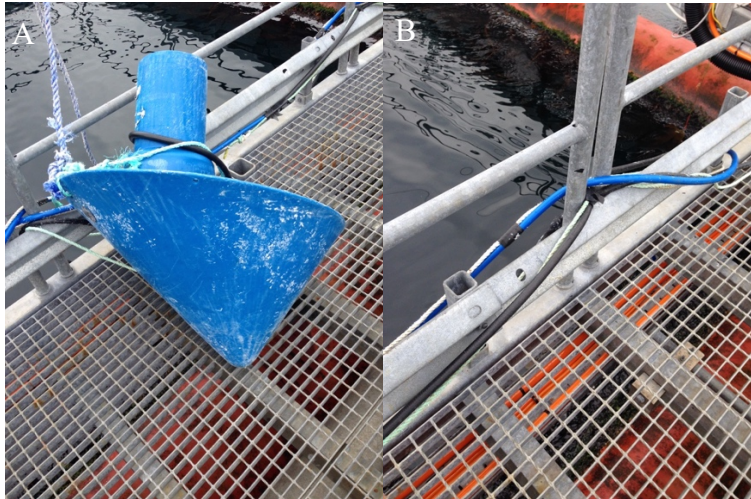


Figur 6. Stasjon 5MK ved hovedutløpet for avløpsvann fra Sommarøy. Rødt punkt indikerer hvor blåskjellene ble samlet inn og rød pil viser hvor avløpsvannet renner ut. Kart tilsendt av Tord Bentzen fra vann og avløp i Tromsø kommune

Jeg samlet inn blåskjell til kontrollstasjonen (stasjon 6K) på en stein ca. 10 cm under vann på motsatt side av Sommarøya fra der utslippet er, ca. 2,06 km fra stasjon 5MK.

2.1.4 Skulgambukt oppdrettsanlegg

Skulgambukt oppdrettsanlegg (stasjon 7MK) er et forskningsanlegg eid av Havbruksstasjonen og er laget av stål. Blåskjellene ble samlet inn ved bruk av blåskjellskrapen ca. 10 cm under overflaten. Mulige plastkilder fra dette anlegget var luftslanger (blå og svart), lift-up system (blå) (Figur 7) og tau på fortøyninger.



Figur 7. Stasjon 7MK, Skulgambukt har (A) Lift-up system og (B) luftslanger som er mulige plastkilder fra oppdrettsanlegget av stål

Kontrollstasjonen til oppdrettsanlegget av stål var ved Skulgambukt kai (stasjon 8K) omtrent 3,83 km vest for stasjon 7MK. Blåskjellene ble samlet inn ca. 40 cm under vann på en horisontal betongbjelke. Også her var det en del rur sammen med blåskjellene.

2.2 Laboratoriumsarbeid

Etter innsamling behandlet jeg blåskjellene i et ”renrom” som er et rom med kontrollert lufttilførsel (all luft er filtrert for partikler gjennom et aktivkull- og et hepafilter, samt er rommet under overtrykk) for å unngå videre kontaminering av prøvene under bearbeiding. Denne delen av prosessen foregikk i fasilitetene til Norsk institutt for luftforskning (NILU) på Framsenteret i Tromsø. Utstyr som var i kontakt med det biologiske materialet slik som glassbeholdere, pipetter, porselenstrakter, begerglass, glassfiberfiltre o.l. ble brent ved 400 grader over natten for å fjerne alle partikler før det ble tatt inn i rommet. Annet utstyr slik som pinsetter i stål som ikke tåler å bli brent ble vasket i maskin og skylt med filtrert Milli-Q vann (deonisert og rensert vann) før bruk. Filtrert Milli-Q vann ble filtrert med Whatman glassmikrofiber filtre (GF/C, diameter 90 mm) og ble brukt ved alle anledninger hvor vann ble benyttet. Selv brukte jeg alltid en renromsdrakt (heldress) når jeg arbeidet i renrommet, samt grønne nitrilhansker når jeg arbeidet med kjemikaler og væsker.

Ti blåskjell fra hver av de 8 stasjonene ble undersøkt for mikroplastpartikler. Det ble målt vekt (gram våtvekt) av bløtdelen som ble skjært ut av skjellet og lagt i individuelle glassbeholdere. Lengde (mm) av skjellene ble målt ved bruk av skyvelær (Figur 8). Både vekt og lengde hadde en målenøyaktighet på to desimaltall (0,05 gram og 0,01 cm).

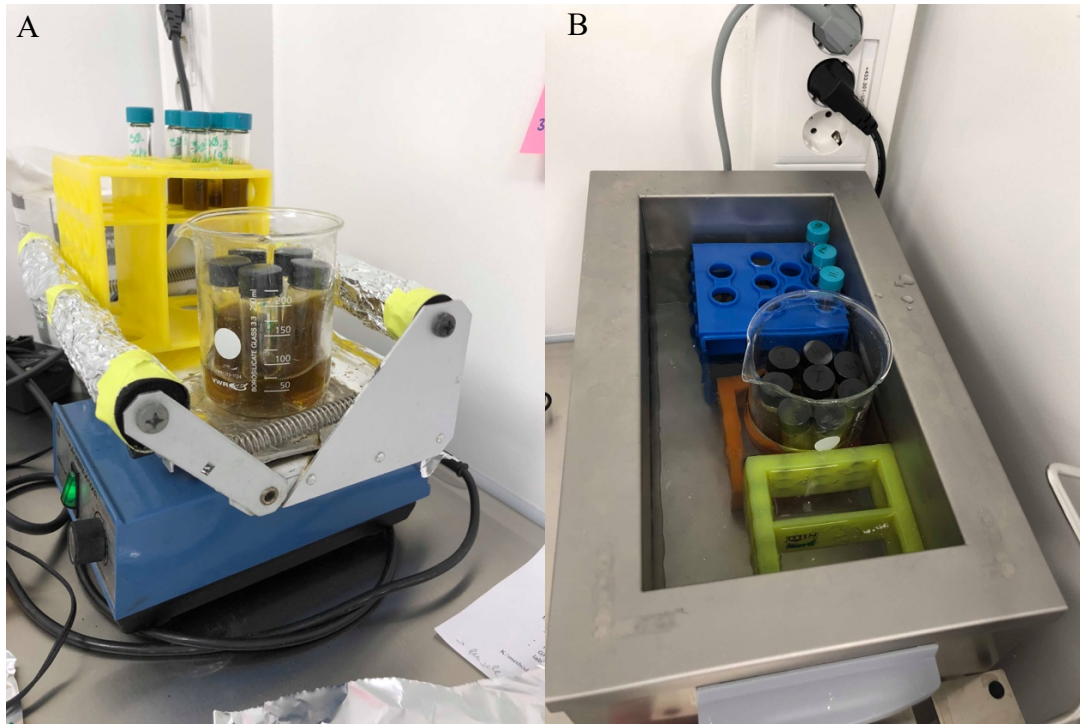


Figur 8. Lengdemåling av blåskjell ved bruk av skyvelær

I det videre arbeidet på laboratoriet tok jeg utgangspunkt i metoden beskrevet i Enders et al. (2017) for å skille ut mikroplast fra biologiske materiale. Bløtdelen i blåskjellet ble fordøyd i en basisk løsning tilsatt de individuelle glassbeholderne. Denne løsningen ble valgt fordi den fjerner biologisk material ved minimal degradering av mikroplastpartikler. Den basiske løsningen besto av et 1:1 forhold av mettet KOH (kaliumhydroksid) løsning og NaClO (natriumhypokloritt) 14% aktiv klor. Løsningen ble filtrert før bruk og ble tilberedt rett før en ny batch med prøver skulle prosesseres. Jeg brukte omtrent 5 ml løsning per gram vev, i varierende størrelser av glassbeholdere ettersom størrelsen på bløtdelen varierte.

Prøvene sto i ultrasonisk bad i 20 minutter etterfulgt av 15 minutter på ristemaskin, deretter tilbake i 20 minutter i ultrasonisk bad, etterfulgt av 1 time og 45 minutter på ristemaskinen (Figur 9). Plasten ble til sist separert fra det biologiske materialet gjennom filtrering etter fordøyning ved å helle massen i glassbeholderne over individuelle glassfiberfilter i en porselenstrakt (Figur 10) koblet til et sug for å få større trykk. Filtrene som ble brukt var 90 mm Whatman GF/C glassmikrofiber filtre som samler partikler ned til 1,2 μm .

Etter filtrering la jeg filtrene på individuelle aluminiumsark og markerte med dato, stasjon og individnummer med enten grønn eller blå markeringstusj. Filtrene lå over natten til tørking før de forsiktig ble brettet sammen inni aluminiumsarket. Glassfiberfilterene ble undersøkt under lupe (Leica M205C stereomikroskop med Leica Application Suite for mikroskopi fotografering) med utgangspunkt i metoden beskrevet i Sundet et al. (2015) på laboratoriet hos Havforskningsinstituttet på Framsenteret i Tromsø. Under undersøkelsene lå glassfiberfilterene i en petriskål av glass, under et transparent ruteark av plast med 4x5 mm ruter og en glassplate øverst. Alle deler ble rengjort med 96% etanol før undersøkelsen av hvert nytt filter for å fjerne mest mulig av eventuelle partikler fra rommet. Jeg hadde på meg hvit bomullsfrakk under mikroskoperingen for å unngå kontaminering fra klær. Ved hjelp av rutearket var det lettere å undersøke filtrene fordi man nøye kan følge rute for rute gjennom hele filteret.



Figur 9. (A) Glassbeholdere med bløtdel i basisk løsning på ristemaskin og (B) i ultrasonisk bad



Figur 10. Porselenstrakt med en filtrert prøve på et glassfiberfilter (pil)

2.3 Kvantitativ behandling

2.3.1 Rådata og kvalitetssikring

Under mikroskopi noterte jeg ned funnene for hånd i en notatbok. Før jeg startet med den kvantitative behandlingen punchet jeg alle rådata inn i et Excel-ark hvor jeg sorterte etter stasjon, individ, vekt, lengde og antall fiber eller fragment i ulike farger og størrelser (Tabell 6). For å kontrollere kontaminasjonsbidraget gjennom håndtering av prøvene, ble det tatt en rekke blankprøver (Figur 11).

Blank 1 (Innsamling felt): Det ble tatt en blank prøve på hver stasjon ved innsamling. Jeg brettet sammen et tomt aluminiumsark på lik måte som de med blåskjell i.

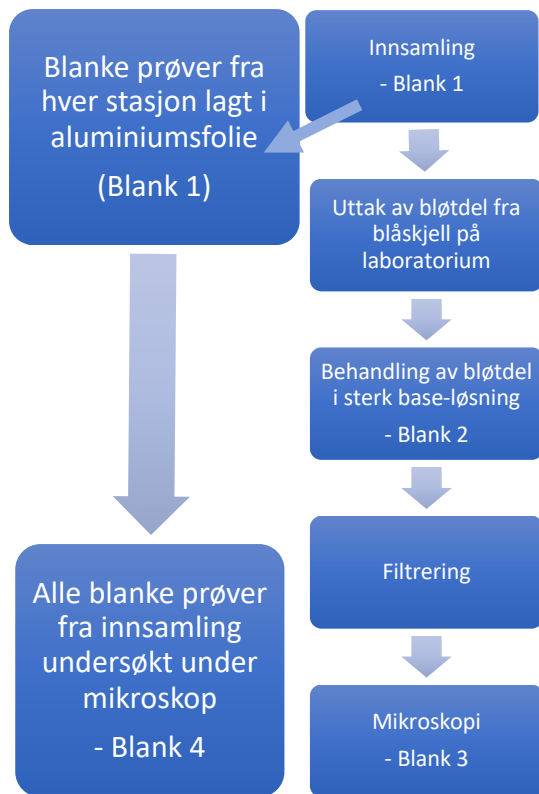
Blank 2 (Laboratorium): Det ble tatt en enkelt blank prøve per stasjon under laboratoriumsarbeidet ved at en glassbeholder med basisk løsning uten blåskjell i fulgte lik metode for behandling som de andre prøvene.

Blank 3 (Mikroskopi): Det ble tatt en enkelt blank prøve for hver økt når jeg undersøkte glassfiberfilterene i mikroskop ved at et rent glassfiberfilter ble eksponert på lik måte som filtrene med prøver på og deretter undersøkt under mikroskop.

Blank 4 (Mikroskopi av innsamlingsblank): En egen økt under mikroskoperingen ble satt av til undersøkning av de blanke prøvene fra innsamlingen og dermed ble det en egen blank (lik blank 3) fra undersøkelsen av disse. Totalt var det fire blanke prøver å ta hensyn til når de blanke prøvene skulle trekkes fra prøvene (Figur 11).

Plast omgir oss overalt i hverdagen, også på laboratoriet, derfor var det ikke mulig å håndtere biologiske prøver som undersøkes for mikroplastpartikler uten at det var en risiko for å kontaminere de. For å minimere dette bidraget ble mange tiltak brukt som beskrevet lenger opp. Dette fører til en betraktelig reduksjon av kontaminasjon (bidrag til blank), men stopper ikke alt. For å kontrollere dette bidraget ble det brukt følgende prosedyre:

Fra antallet mikroplastpartikler observert i prøvene fra blåskjellene trakk jeg fra det antallet fra blankprøvene fra samme batch med mest mikroplastpartikler i (Blank 1-3). Blank 4 ble kun trukket fra blank 1, ikke selve prøvene. For eksempel dersom det var to mikroplastpartikler i blank 4 og tre mikroplastpartikler i blank 1, ble kun en mikroplastpartikkel trukket fra prøvene ettersom de to partiklene fra blank 4 antakelig kommer fra luftkontaminasjon under mikroskopien. Eksempel for å videre illustrere dette er gitt i Appendikstabell 1.



Figur 11. Oversiktsskjema over prosessen, det er markert hvor blankprøver var tatt

2.3.2 Statistisk analyse

Jeg har gjort en regresjonsanalyse for å se på forholdet mellom vekt (våttvekt) og lengde (mm) mellom stasjonene. Denne delen av den kvantitative analysen og framstilling av tilhørende figurer har jeg gjennomført i det statistiske programmet SYSTAT (Wilkinson et al., 1996).

Ved bruk av en lineær regresjon undersøkte jeg sammenhengen mellom vekt og lengde, samt bestemmelse av hvor mye variasjon (usikkerhet) i vekten som kan forklares ved lengde (Quinn & Keough, 2002). Det er forutsett et lineært forhold mellom den kontinuerlige avhengige variabelen $\ln(\text{vekt})$ og den kontinuerlige uavhengige variabelen $\ln(\text{lengde})$ for å gjøre en lineær regresjon. Det dannes i teorien et ikke-lineært forhold mellom de to variablene vekt og lengde (Appendiksfigur 1) som kan beskrives av følgende ligning:

$$\text{Vekt} = a * \text{Lengde}^b$$

Dette forholdet mellom vekt og lengde kan bli lineært ved å log-transformere dataen. Dette beskrives av følgende ligning (Figur 14):

$$\ln(\text{vekt}) = \ln a + b \ln(\text{lengde})$$

Hvor $ln a$ er hvor linjen krysser med x-aksen og $b \ln(\text{lengde})$ er stigningskoeffisienten. Jeg testet disse ligningene ved å teste kovarians (ANCOVA) som sier noe om hvor sterkt det lineære forholdet var. Kovarians måler hvor mye to variabler varierer sammen, og for at variablene skal være kovariert må den ene variabelen øke når den andre variabelen øker. Jeg identifiserte uteliggere ved å gjøre en ANCOVA analyse og lage et residualplott (student t) hvor uteliggere synlig skiller seg ut (Appendiksfigur 3). En p-verdi $< 0,05$ vil bety signifikant forskjell og man kan forkaste null-hypotesen om at det ikke var sammenheng mellom vekt og lengde. Determinasjonskoeffisienten (R^2) forklarer hvor stor proporsjon av variansen i vekt som kunne forklares av lengde.

For å teste likhet i en variabel mellom flere grupper brukte jeg Kruskal-Wallis tester (KW), og for å teste likheter mellom to grupper (for eksempel kildestasjon mot kontrollstasjon) brukte jeg Mann-Whitney tester (MW). En Mann-Whitney test ble brukt for å teste null-hypotesen om at to variabler kommer fra populasjoner med identisk fordeling mot den alternative hypotesen om at variablene kommer fra populasjoner som har forskjellig fordeling. Testene er ikke-parametriske tester for data som ikke forutsettes for å være normalfordelt (Quinn & Keough, 2002). Den statistiske analysen og framstilling i figurer av mikroplastpartiklene har jeg stort sett gjort i det statistiske programmet Past (Hammer et al., 2001) og i Microsoft Excel.

For å gi en oversikt over antall mikroplastpartikler per stasjon fikk jeg hjelp av Frøydis Strand til å tegne et kart over undersøkelsesområdet i dette studiet (Figur 15). Jeg regnet ut gjennomsnittlig antall mikroplastpartikler per individ og plottet det inn i et boblediagram i Excel for å kunne bruke sirklene i diagrammet. For å finne riktig posisjon regnet jeg om koordinatene jeg hadde fra innsamlingen fra minutter og sekunder til desimalgrader ved følgende ligning:

$$\text{Grader} + \text{minutter} / 60 + ((\text{desimalsekunder}/1000)/60)$$

Jeg benyttet meg av funksjonene i Gulesider Kart for å måle avstander mellom stasjonsparene og for å finne omtrentlig dybde hvor skjellene ble høstet på, ved å plote inn koordinatene til stasjonene (Appendikstabell 2), og tabell på kartverket.no for å finne beregnet tidevann ved å legge inn posisjonene for mine stasjoner.

Jeg undersøkte korrelasjonen ved bruk av Spearman's r_s (rank correlation) som måler assosiasjonen mellom to variabler, og tester null-hypotesen om at det ikke var noen korrelasjon (Quinn & Keough, 2002). For å finne ut om blåskjellene ble eksponert for

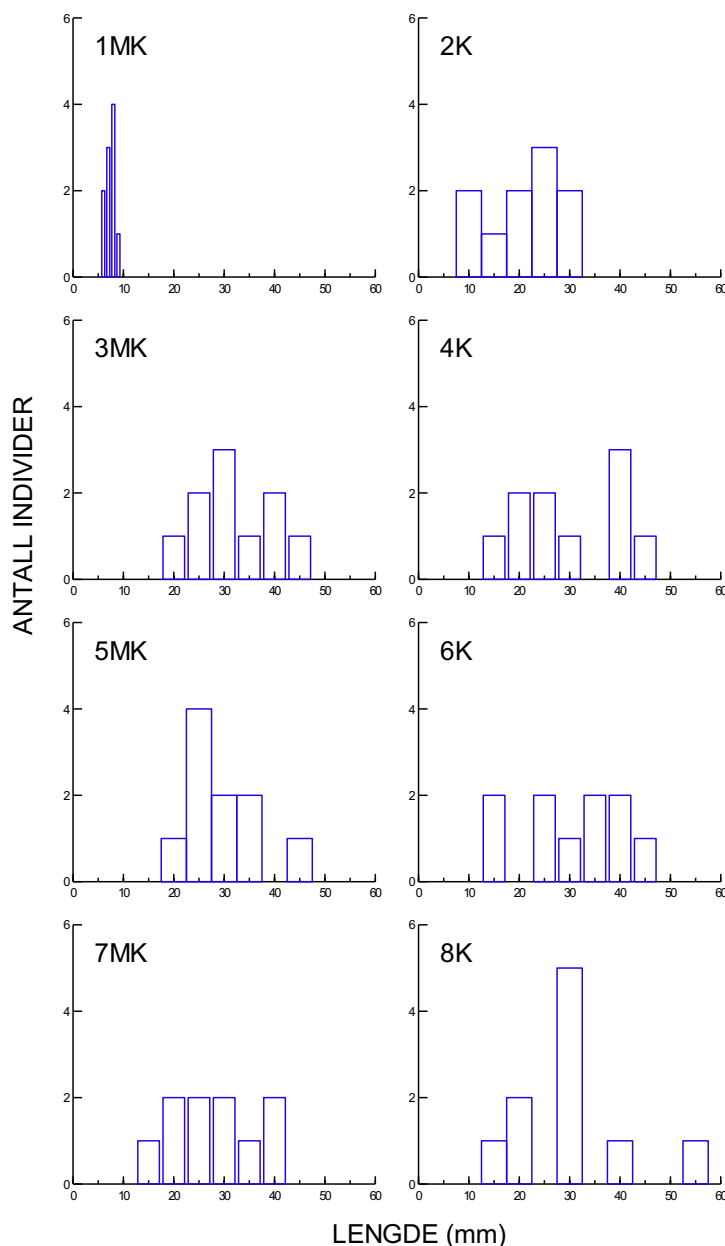
forskjellige plasttyper brukte jeg SIMPER (similarity percentage) og ANOSIM (analysis of similarities) tester i statistikkprogrammet PAST. SIMPER tester hvilken gruppe (for eksempel plasttype) som primært utgjør forskjellen mellom prøvene (for eksempel stasjon). ANOSIM er en ikke-parametrisk test for signifikans mellom to eller flere grupper og gir en verdi for hele materialet (Hammer et al., 2001). For å finne ut om proporsjonene for fiber på stasjonsparene var like gjorde jeg en Kji-kvadrattest (Hammer et al., 2001).

Jeg har valgt $p = 0,05$ som signifikansnivå, med unntak for Mann-Whitney tester for variabel mellom stasjonspar hvor jeg har valgt $p = 0,10$.

3 Resultater

3.1 Størrelse på blåskjell

Lengdefrekvensfordelinger for mine stasjoner viser tydelig at stasjon 1MK skilte seg ut med betydelig mindre blåskjell (Figur 12). De resterende stasjonene ser ut til å være relativt like med hensyn på lengdefordeling, og dette bekreftes gjennom Kruskal-Wallis test av lengden på blåskjellene mellom stasjonene 2-8 ($p = 0,085$). Det var ikke signifikante ulikheter i størrelsesfordelingen av blåskjellene mellom stasjonene dersom man ikke tar med stasjon 1MK i analysen.

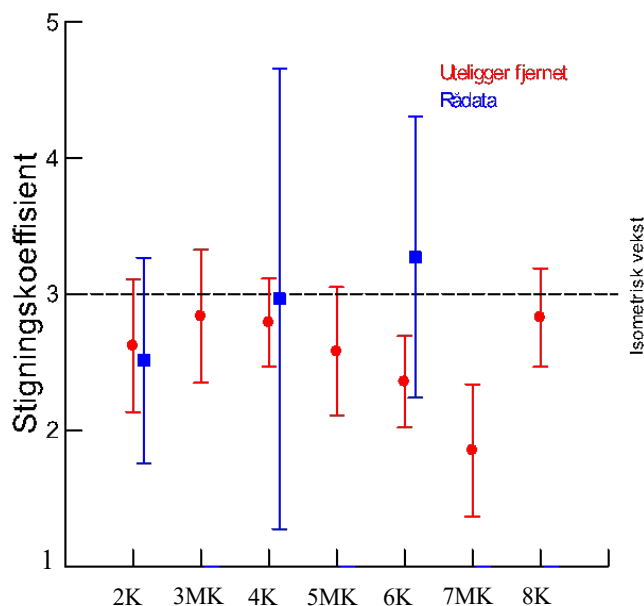


Figur 12. Lengdefrekvensfordeling for de 8 stasjonene for blåskjell (*Mytilus edulis*). Stasjon 1MK er vist med 1 mm intervall, og resterende stasjoner er vist med 5 mm intervall

Vekt-lengde forholdet mellom stasjonene viste at stasjon 1MK skilte seg tydelig fra de andre stasjonene (Appendiksfigur 2). Jeg tok derfor ikke med stasjon 1MK i den videre analysen av størrelsesforhold. Figurene ble framstilt på logaritmisk skala slik at det skal få en lineær sammenheng framfor en kurvet fremstilling på aritmetisk skala (Appendiksfigur 1).

De fleste stigningskoeffisientene til de 7 vekt-lengde regresjonene både med og uten uteliggere overlapper hverandre (Figur 13). Dette indikerer lite ulikheter mellom stasjonene. Konfidensintervallet var betydelig større og koeffisienten var høyere for stasjon 4K og stasjon 6K med uteliggere. Test for om stigningskoeffisientene var parallelle tilsier at stigningene var lik ($p = 0,28$) med uteliggere. Når jeg tok bort uteliggerne fikk jeg $p = 0,006$ som vil si at jeg ikke lenger fant likheter i stigning mellom stasjonene.

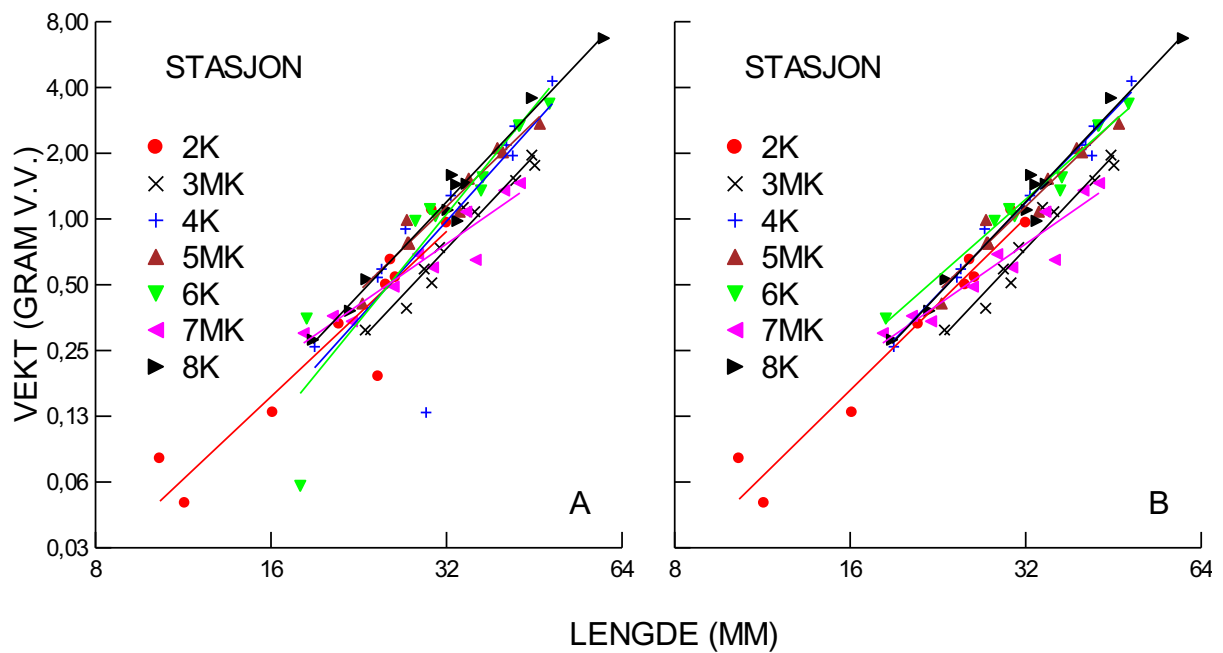
Ved isometrisk vekst vil vekt og lengde øke i takt med hverandre og skjellformen til blåskjellet endrer seg ikke mens den vokser. Når stasjonene har en stigningskoeffisient på under 3 vil våtvekten av bløtdelen i blåskjellet være noe lavere enn forventet ved isometrisk vekst. Derfor kan man anta at stasjon 6K og stasjon 7MK som ikke hadde noen overlapping med isometrilinjen hadde relativt dårlig vektøkning med økt lengde.



Figur 13. Stigningskoeffisientene fra regresjonslinjene med og uten uteliggere per stasjon med 95% konfidensintervall

Stasjon 3MK og stasjon 7MK hadde lav vekt ved lengde sammenlignet med de andre stasjonene (Figur 14). Resultatene fra regresjonsanalysen viste at alle regresjonslinjene var signifikante etter at uteliggere var fjernet (Appendikstabell 3). Det betyr at jeg fant en klar sammenheng mellom vekt og lengde.

Regresjonslinjene for spesielt stasjon 4K (blå) og stasjon 6K (lys grønn) ble påvirket av uteliggere (Figur 14). To av uteliggerne (stasjon 4K og stasjon 6K) kom tydelig fram (Appendiksfigur 3), mens den tredje (stasjon 2K) var ikke like tydelig. Etter at uteliggere var identifisert laget jeg et nytt plott uten uteliggere (Figur 14B).

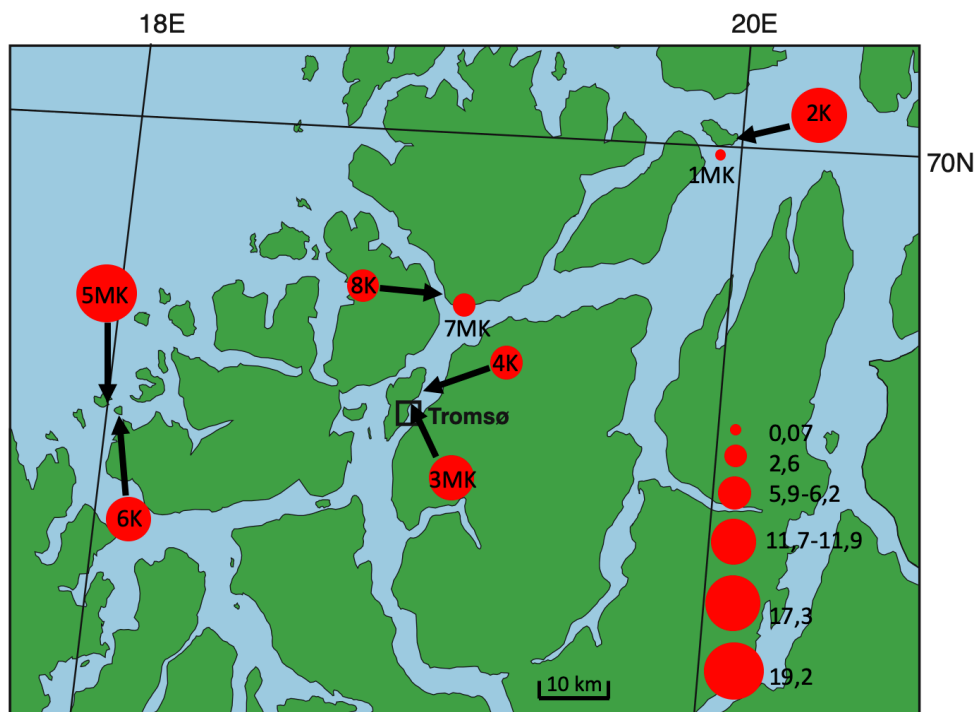


Figur 14. (A) Vekt-lengde regresjon på logaritmisk skala hvor stasjon 1MK og (B) stasjon 1MK og uteliggere er fjernet

3.2 Fordeling av mikroplastpartikler i blåskjell på stasjoner

Etter jeg hadde trukket fra kontamineringen fra de blanke prøvene, fant jeg fortsatt mikroplast på alle stasjonene jeg undersøkte og i 85% av individene. Totalt ble det funnet 140 fiberpartikler og 615 fragmentpartikler (81,5% av totalmaterialet) i totalt 80 blåskjell, hvorav majoriteten var blå fragmenter (35,2% av totalmaterialet). 94,7% av alle partiklene som ble funnet var i kategorien < 1 mm. I gjennomsnitt fant jeg 9,4 mikroplastpartikler per individ og 14,6 mikroplastpartikler per gram våtvekt for det totale materialet.

En oversikt over gjennomsnittlig antall (gj.) mikroplastpartikler per individ (Figur 15) viser at stasjon 1MK (gj. = 0,07) har færrest mikroplastpartikler, og at stasjon 2K (gj.= 17,3) og stasjon 5MK (gj. = 19,2) har flest mikroplastpartikler.



Figur 15. Oversiktskart over stasjonene hvor sirklens areal er proporsjonal med gjennomsnittlig antall mikroplastpartikler per individ. Mulig forurensningskilde (MK) og kontroll (K) er markert med bokstaver (bakgrunnskart tegnet av Frøydis Strand)

Individ nummer 5 på stasjon 3MK (Breivika avløp) var det individet med flest antall mikroplastpartikler ($n = 83$). Det var også det lengste blåskjellet på stasjon 3MK (45,3 mm). For stasjon 1MK, stasjon 3MK og stasjon 6K var det de største individene som hadde det høyeste antallet mikroplastpartikler, i motsetning til de resterende stasjonene (Tabell 2). Spearman's rankkorrelasjon viste at størrelsen generelt var korrelert med antall mikroplastpartikler, $r_s = 0,26$ ($p = 0,02$) for lengde og $r_s = 0,36$ ($p = 0,0009$) for våtvekt.

Tabell 2. Individene innenfor hver av stasjonene med høyest antall mikroplastpartikler

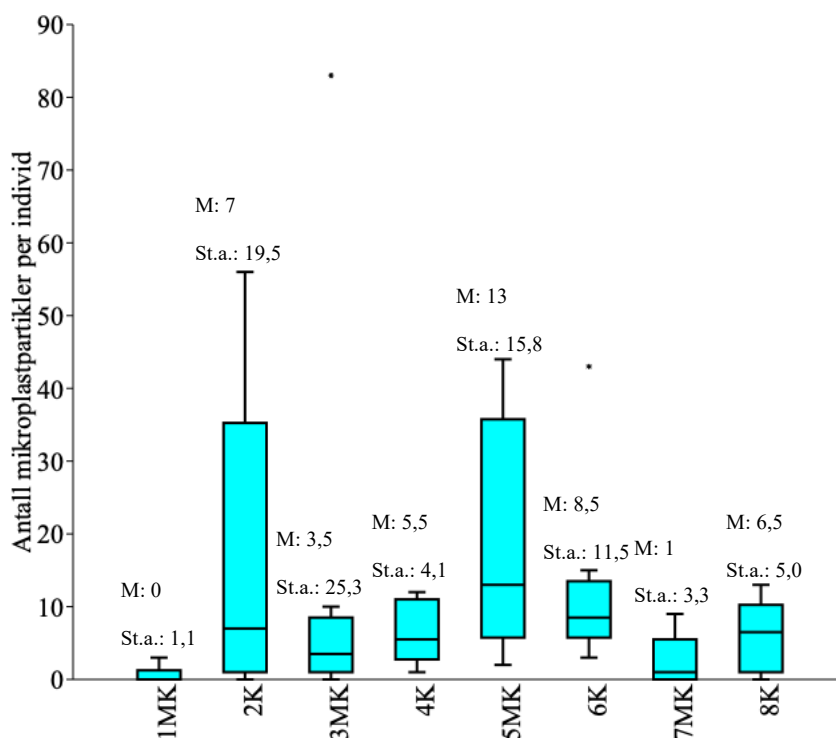
Stasjon	Individ	Vekt (g)	Lengde (mm)	Antall mikroplastpartikler	Størrelse ifh. til de andre individene på stasjonen
1MK	5	0,05	9,92	3	Størst
2K	7	0,50	25,2	56	Ikke størst
3MK	5	1,76	45,3	83	Størst (mm), nest tyngst (g)
4K	5	1,28	32,5	12	Ikke størst
5MK	8	1,08	33,7	44	Ikke størst
6K	10	3,37	48,0	43	Størst
7MK	9	0,36	20,4	9	Ikke størst (nest minst)
8K	10	1,1	32,1	13	Ikke størst

Medianen (m) for antall mikroplastpartikler per individ varierte mellom stasjonene (Tabell 3). Standardavvik (\pm) er vist i parentes. Stasjonene 1MK ($m = 0 \pm 1,1$) og 7MK ($m = 1 \pm 3,3$) (stasjoner nært oppdrettsanlegg) samt stasjon 3MK ($m = 3,5 \pm 25,3$) (stasjon nært avløp) hadde en lav median som antyder et generelt lavt antall mikroplastpartikler på disse stasjonene. Medianen var noe høyere for resterende stasjoner og aller høyest for stasjon 5MK ($m = 13 \pm 15,8$ per individ) (Sommarøy avløp) (Figur 16) og for stasjon 2K ($m = 28,2 \pm 35,4$ per gram våtvekt) (Korsnes kontroll) (Figur 17). Disse resultatene indikerer variasjon i antall mikroplastpartikler innad i stasjonene og standardavviket indikerer at mikroplastpartiklene ikke har blitt tatt opp av blåskjellene likt, men at det var enkelte individer som har blitt eksponert for et høyere antall mikroplastpartikler enn andre.

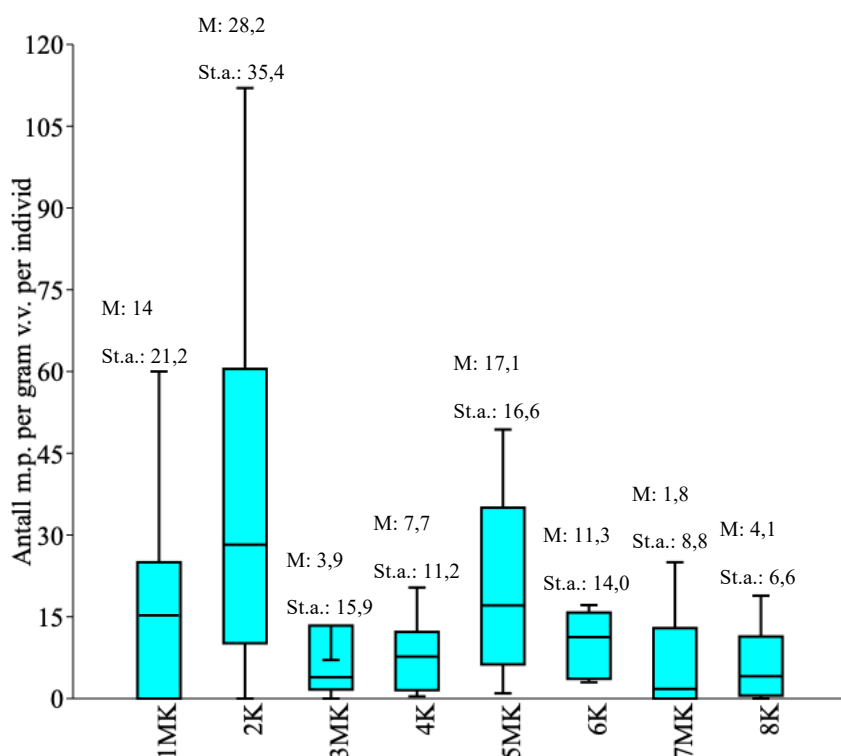
Tabell 3. Oversikt over gjennomsnittlig antall mikroplastpartikler (m.p.) per individ, median, standardavvik (st.a.), maks- og minimumsverdi (min.) og proporsjon (prop.) av blåskjellene med mikroplast i for hver av de 8 stasjonene

Stasjon	Gjennomsnittlig antall m.p.	Median	St.a.	Maks.	Min.	Prop. m.p.(%)
1MK	0,7	0	1,1	3	0	40
2K	17,3	7	19,5	56	0	100
3MK	11,7	3,5	25,3	83	0	90
4K	6,2	5,5	4,1	12	1	100
5MK	19,2	13	15,8	44	2	100
6K	11,9	8,5	11,5	43	3	100
7MK	2,6	1	3,3	9	0	60
8K	5,9	6,5	5,0	13	0	90

I sammenligningen av potensielle mikroplastkilder av de undersøkte stasjonsparene var det færre mikroplastpartikler per individ (Figur 16) og per gram våtvekt (Figur 17) i blåskjellene fra oppdrettsanlegg (stasjon 1MK og stasjon 7MK) enn i kontrollene (stasjon 2K og stasjon 8K). Det var et høyere antall mikroplastpartikler i blåskjellene fra avløpet nærheten av stasjon 5MK enn i kontrollen stasjon 6K. Stasjon 3MK hadde en lavere median enn stasjon 4K, men et langt høyere standardavvik, noe som kan bety at også stasjon 3MK (Breivika avløp) har et høyere antall mikroplastpartikler enn kontrollen stasjon 4K.



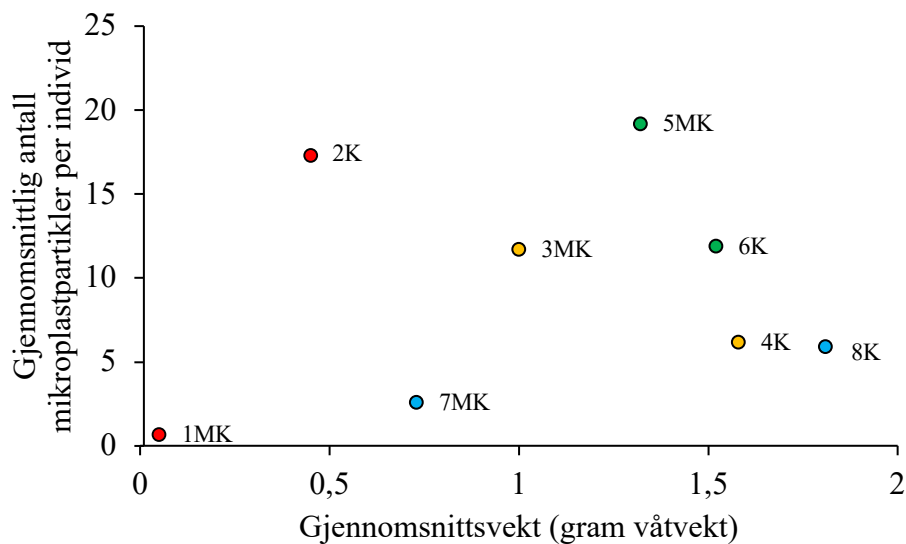
Figur 16. Antall mikroplastpartikler per individ for stasjonene 1-8. Uteliggere markert med *. Plottet viser et 25-75% kvartil innenfor boksen, medianen (M) er markert med en horisontal linje på innsiden av boksen for hver stasjon. De horisontale linjene tegnet fra toppen og bunnen av boksen viser det høyeste og det laveste datapunktet (som er mindre enn 1,5 ganger størrelsen fra median til toppen eller bunnen av boksen). St.a. er standardavviket for stasjonen



Figur 17. Antall mikroplastpartikler (m.p.) per gram våtvekt (v.v.) per individ. Uteliggere markert med *. Plottene viser et 25-75% kvartil innenfor boksen, medianen (M) er markert med en horisontal linje på innsiden av boksen for hver stasjon. De horisontale linjene tegnet fra toppen og bunnen av boksen viser det høyeste og det laveste datapunktet (som er mindre enn 1,5 ganger størrelsen fra median til toppen eller bunnen av boksen). St.a. er standardavviket for stasjonen

I sammenligningen av antall mikroplastpartikler basert på våtvekt (Figur 17), fant jeg at stasjon 1MK hadde en median på 14 ($\pm 21,2$), noe som var betraktelig lavere enn hos kontrollstasjonen 2K ($m = 28,2 \pm 35,4$).

Man kan også se at stasjon 1MK hadde betraktelig lavere antall mikroplastpartikler enn kontrollstasjonen 2K ved å plote gjennomsnittlig antall mikroplastpartikler per individ mot gjennomsnittsvekten per individ (Figur 18). Som man kan se i plottet var variablene ikke sterkt korrelert ($r_s = 0,17$, $p = 0,66$). Bortsett fra stasjon 1MK som hadde lavere verdier enn de resterende stasjonene, var det stasjon 2K og stasjon 7MK skilte seg mest ut på grunn av henholdsvis høyt gjennomsnittlig antall mikroplastpartikler i forhold til vekt og lavt gjennomsnittlig antall mikroplastpartikler i forhold til vekt.



Figur 18. Gjennomsnittlig antall mikroplastpartikler per individ plottet mot gjennomsnittsvekt (gram våtvekt) per individ per stasjon

Jeg fant en signifikant forskjell i totalt antall mikroplastpartikler mellom alle stasjonene (KW, $p = 0,0001$), og en signifikant forskjell i antall mikroplastpartikler per gram våtvekt av bløtdelen i blåskjellet mellom alle stasjonene ($p = 0,03$) (Tabell 4).

Mellom stasjonsparene 1MK og stasjon 2K var det en signifikant forskjell i antall mikroplastpartikler per individ (MW, $p = 0,005$) hvor det var flere mikroplastpartikler på stasjon 2K. I testen for antall mikroplastpartikler per våtvekt var det en noe høyere p-verdi (MW, $p = 0,082$). Test for stasjonene 3MK mot stasjon 4K, og 5MK mot stasjon 6K ga ingen signifikans. Test for stasjon 7MK mot stasjon 8K ga $p = 0,084$ for totalt antall mikroplastpartikler hvor stasjon 8K hadde litt flere mikroplastpartikler enn stasjon 7MK. Det var ingen signifikans per gram våtvekt for stasjonsparet 7MK og 8K. Alle stasjonsparene antas for å være like, med unntak av stasjonsparet 1MK og 2K.

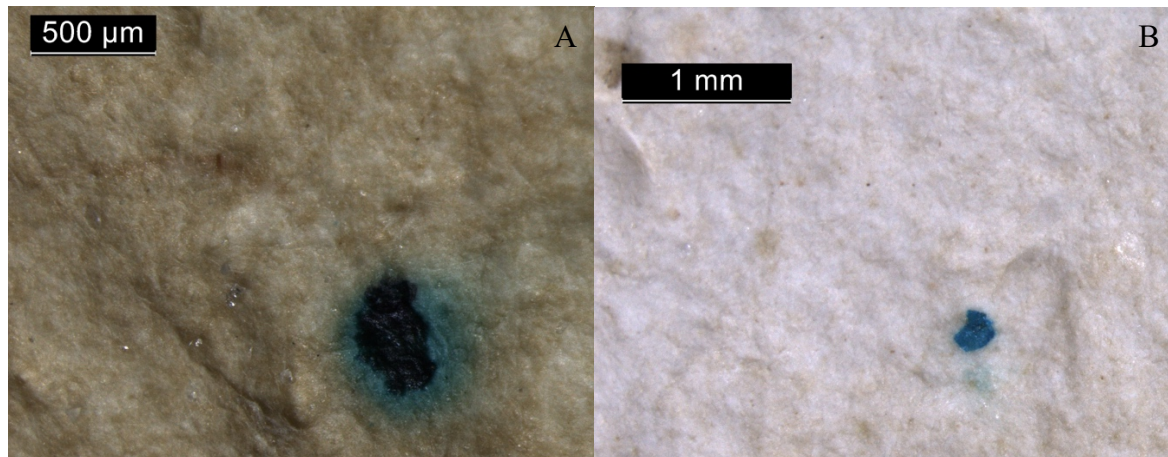
Tabell 4. Sammenligning av totalt antall mikroplastpartikler per individ og antall mikroplastpartikler per gram våtvekt per individ mellom stasjonspar. Alle stasjonene ble testet med Kruskal-Wallis (KW) og stasjonspar ble testet med Mann-Whitney (MW). Stasjonen med flest mikroplastpartikler er gitt i parentes

Stasjon (test)	Totalt antall mikroplastpartikler, p-verdi	Antall mikroplastpartikler per våtvekt, p-verdi
Alle (KW)	< 0,001	0,03
1MK vs. 2K (MW)	0,005 (2K)	0,08 (2K)
3MK vs. 4K (MW)	0,36	0,57
5MK vs. 6K (MW)	0,40	0,43
7MK vs. 8K (MW)	0,08 (8K)	0,62

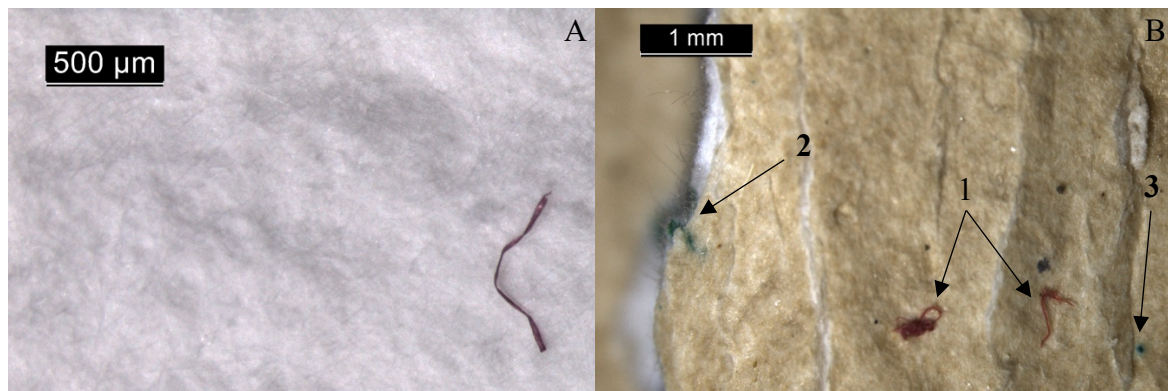
For å undersøke om stasjonen med nærhet til avløp nærmest Tromsø by (stasjon 3MK) hadde høyere antall mikroplastpartikler enn stasjonen med nærhet til avløp ved Sommarøy (stasjon 5MK) gjennomførte jeg Mann-Whitney test med Bonferroni korrigerede verdier. Resultatene ga $p = 0,05$ for antall mikroplastpartikler per individ, hvor stasjon 5MK hadde flere mikroplastpartikler, og $p = 0,24$ per våtvekt hvor stasjonene var like.

3.3 Plasttyper funnet i blåskjell

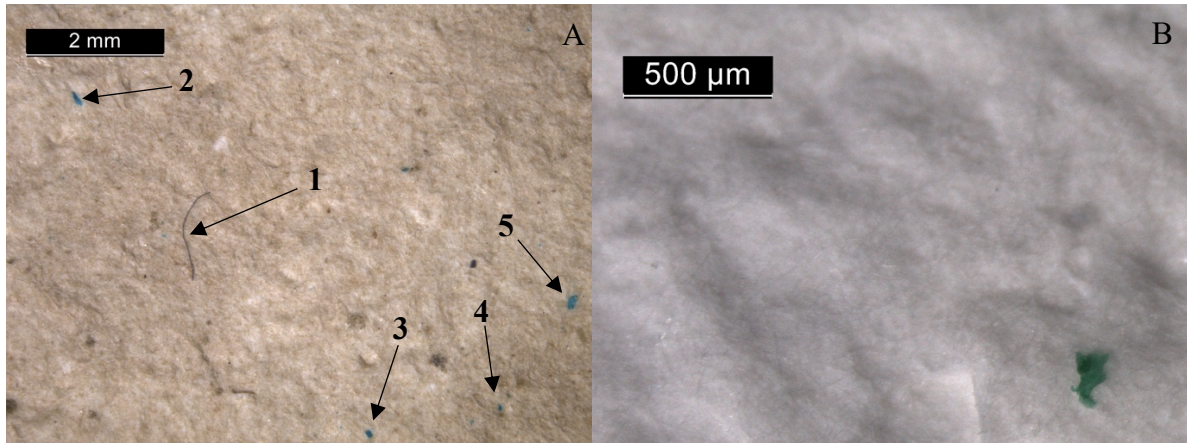
Siden mesteparten av partiklene var mindre enn 1 mm var det ikke mulig å gjennomføre en bestemmelse av plastsammensetning med FTIR (infrarød spektroskopi, et analyseverktøy for identifisering av blant annet mikroplasttyper). Mikroplasten som ble identifisert ble derfor istedenfor bestemt med farge og form (Figur 19-23). Noen av partiklene så ut til å være trukket inn i filterene (Figur 19A), mens andre tydelig ligger ovenpå filteret (Figur 22).



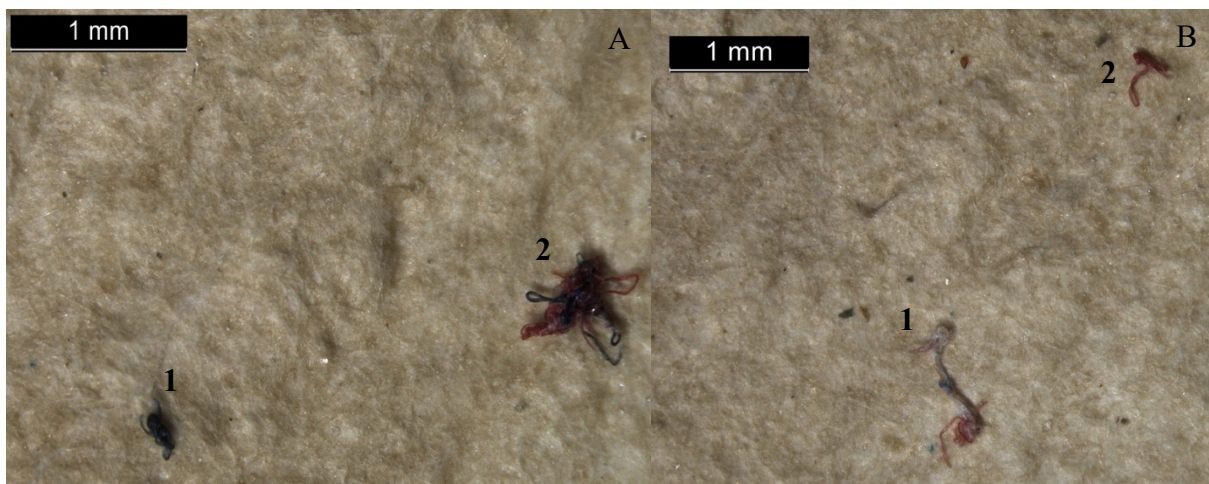
Figur 19. Blå fragmenter <1 mm



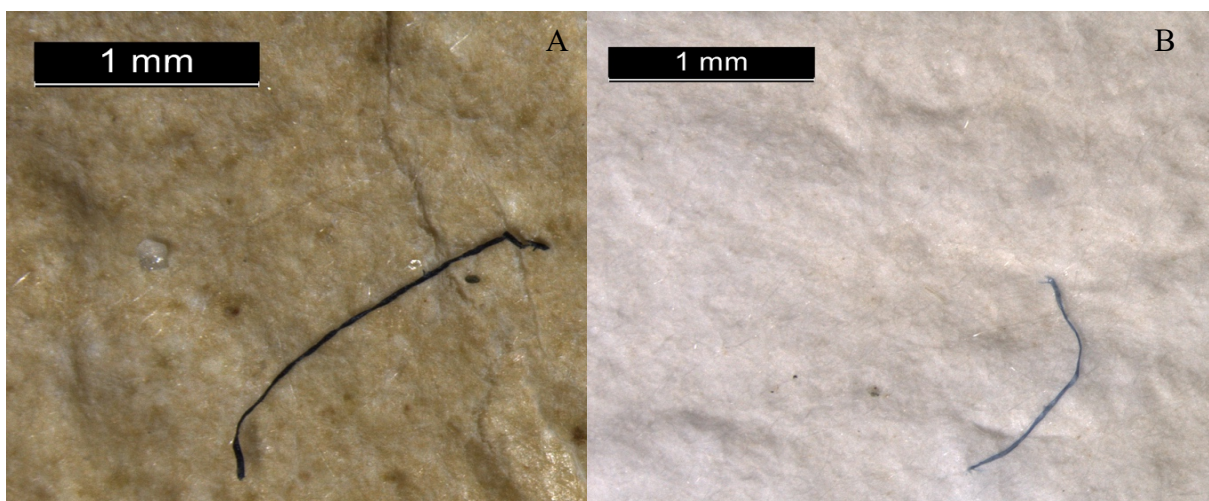
Figur 20. (A) Røde fibre <1 mm og (B) røde fiber <1 mm (1) og blå fragmenter <1 mm (2,3)



Figur 21. (A) Svarte fiber 2-4 mm (1) og blå fragmenter <1 mm (2,3,4,5) og (B) grønt fragment <1 mm



Figur 22. (A) Blå fiber <1 mm (1) og røde/blå fiber <1 mm (2) og (B) røde/blå/lyse fiber <1 mm og røde fiber <1 mm



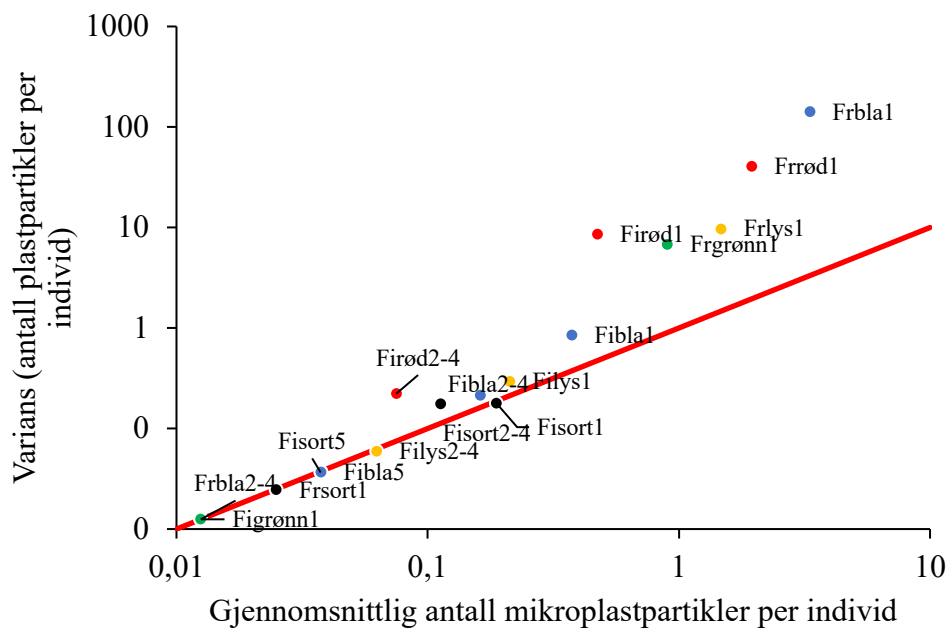
Figur 23. (A) Sort fiber 2-4 mm og (B) blått fiber 2-4 mm

Alle stasjonene hadde en overvekt av fragmenter, hvorav stasjon 5MK hadde høyest andel fragmenter og stasjon 1MK hadde lavest andel fragmenter (Tabell 5). For å teste om det var størst proporsjon mikroplastpartikler av typen fiber på stasjonene med nærhet til avløp (stasjon 3MK og 5MK) sammenlignet med kontrollstasjonene (stasjon 4K og 6K), gjennomførte jeg Kji-kvadrattest. Test for stasjon 3MK mot stasjon 4K ga $p = 0,54$. Test for stasjon 5MK mot stasjon 6K ga $p = 0,59$. Proporsjonene mellom stasjonsparene var ikke signifikant forskjellig.

Tabell 5 Proporsjon (%) fiber og fragment for hver av de 8 stasjonene

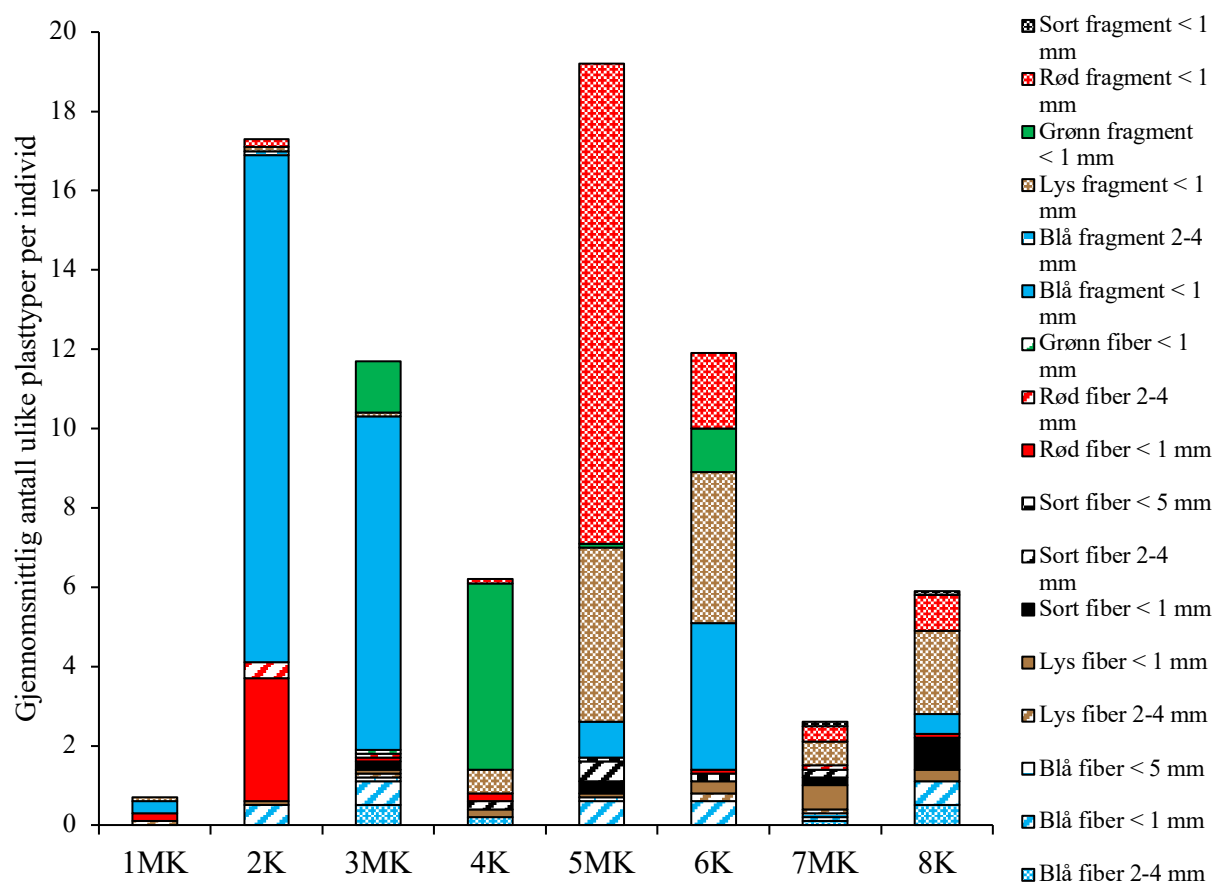
Stasjon	1MK	2K	3MK	4K	5MK	6K	7MK	8K
Fiber	42,9	23,7	16,2	12,9	8,8	11,8	12,5	39,0
Fragment	57,1	76,3	83,8	87,1	91,2	88,2	87,5	61,0

For å undersøke hvordan mikroplastpartiklene akkumulertes, ble sammenhengen mellom variansen og gjennomsnittlig antall mikroplastpartikler undersøkt hos de enkelte plasttypene (Figur 24). For alle stasjonene samlet var det blå fragmenter < 1 mm (Frbla1) som hadde størst varians, etterfulgt av røde fragmenter < 1 mm (Frrød1), lyse fragmenter < 1 mm (Frlys1), røde fiber < 1 mm (Firød1) og grønne fragmenter < 1 mm (Frgrønn1). Disse plasttypene hadde en større tendens til å ha en ujevn fordeling da jeg fant mange mikroplastpartikler i noen få blåskjell istedenfor spredt over mange individer.

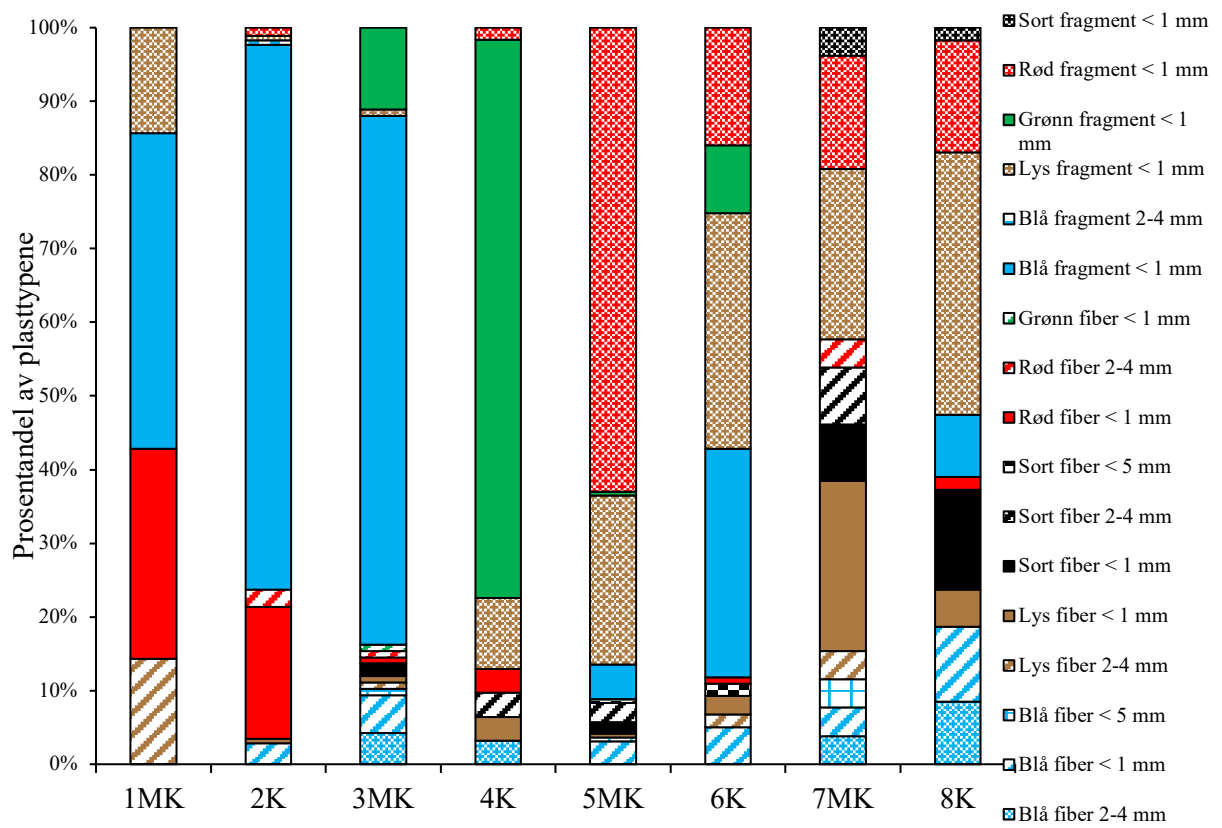


Figur 24. Varians for antall mikroplastpartikler per individ plottet mot gjennomsnittlig antall av de ulike plasttypene per individ framstilt på logaritmisk skala. Variansen og gjennomsnitt er beregnet for totalmaterialet. Den røde linja viser likhet mellom varians og gjennomsnitt, det vil si en tilfeldig fordeling. Kodene for plasttypene er beskrevet i Tabell 6

Gjennomsnittlig antall av de ulike plasttypene varierte mye fra stasjon til stasjon (Figur 25). Absolutt antall av de ulike plasttypene er presentert i Appendiksfigur 4. Det var noen plasttyper som det var overvekt av og som var tilstede på nesten alle stasjonene (Figur 26); blå fragmenter < 1 mm, røde fragmenter < 1 mm, lyse fragmenter < 1 mm og grønne fragmenter < 1. Andre frekvente plasttyper var blå fiber < 1 mm, blå fiber 2-4 mm, lyse fiber < 1 mm, sorte fiber < 1 mm og røde fiber < 1 mm.

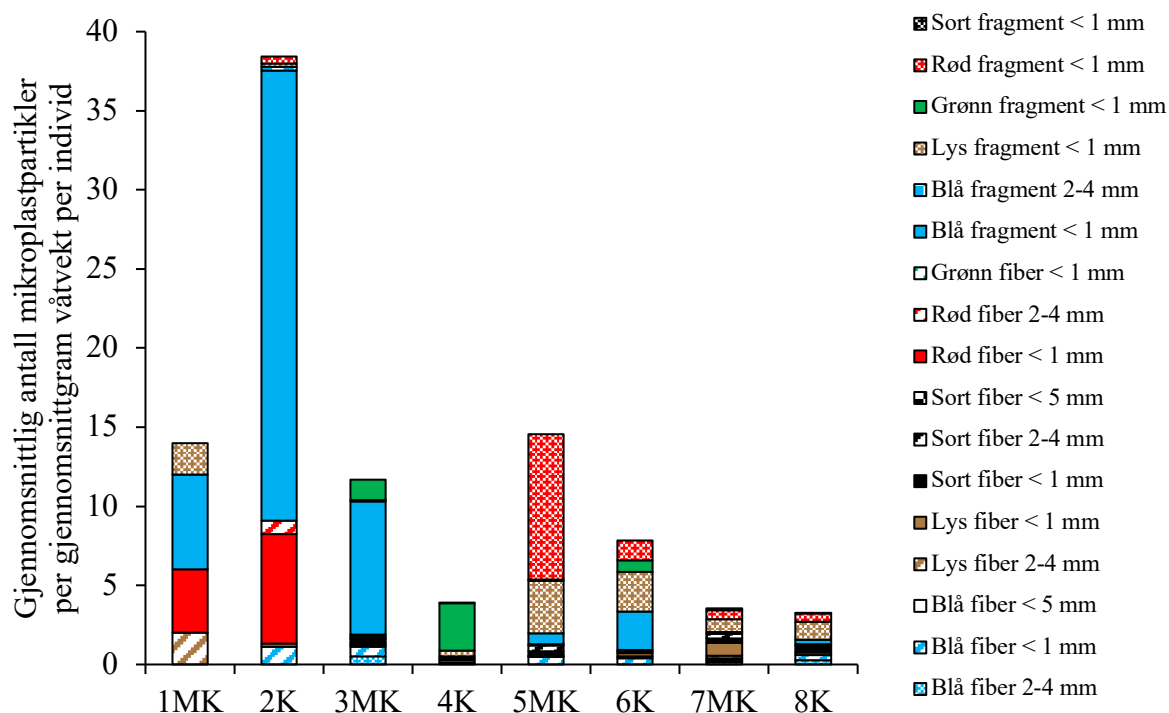


Figur 25. Gjennomsnittlig antall av de ulike type mikroplastpartiklene per individ per stasjon



Figur 26. Prosentandel av de ulike type mikroplastpartiklene per individ per stasjon

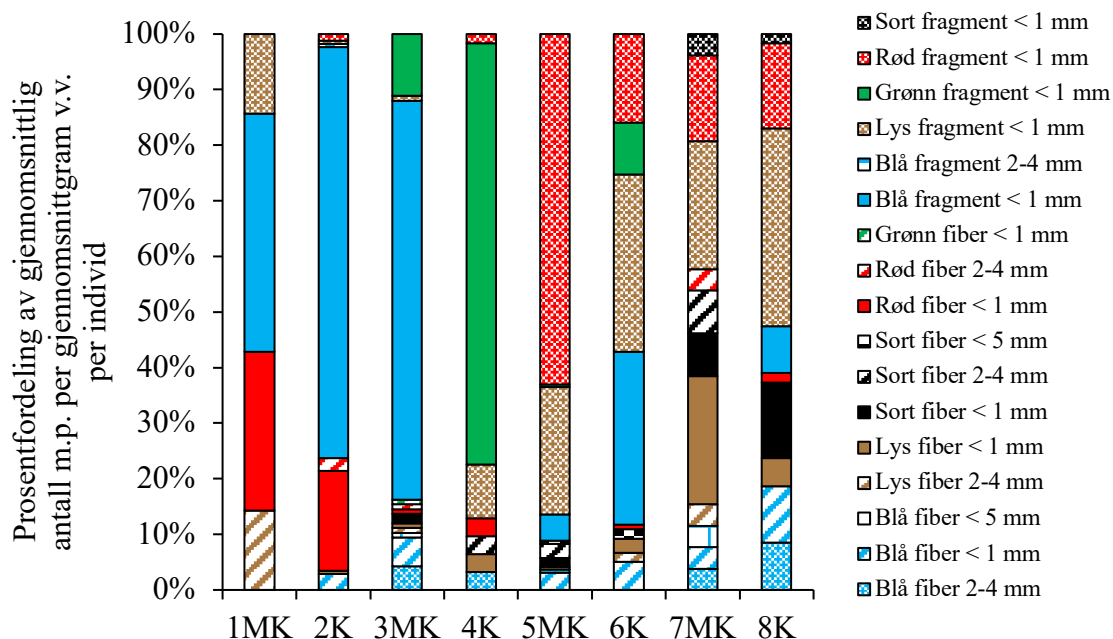
Sammensetningen av plasttypene per gjennomsnittsvekt per individ (Figur 27) var lik sammensetningen gjennomsnittlig antall per individ (Figur 25). Det var overvekt av de samme plasttypene.



Figur 27. Gjennomsnittlig antall mikroplastpartikler per gjennomsnittgram våt vekt per individ av de ulike plasttypene

Det var svake positive korrelasjoner (r_s -verdier fra 0,02 til 0,32) mellom antall mikroplastpartikler og våtvekt for 13 plasttyper (Appendikstabell 4). For de resterende fire plasttypene fant jeg svake negative korrelasjoner. Dette indikerer at for de fleste plasttypene øker antall mikroplastpartikler når vekten på individene øker. Kun for lyse fragmenter < 1 mm var korrelasjonen signifikant ($r_s = 0,32$, $p = 0,004$).

Sammensetningen av plastpartiklene var relativt lik mellom stasjonsparene 1MK og 2K, 5MK og 6K, 7MK og 8K (Figur 28). Sammensetningen av plastpartiklene for stasjonsparet 3MK og stasjon 4K ser ulik ut i. Det var liten forskjell mellom prosentfordelingene av plasttypene dersom man sammenligner mikroplastpartikler per individ (Figur 26) og mikroplastpartikler per gram våtvekt (Figur 28).



Figur 28. Prosentandel av gjennomsnittlig antall mikroplastpartikler (m.p.) for de ulike mikroplasttypene per gjennomsnittgram våtvekt (v.v.) per individ per stasjon

En oversikt over gjennomsnittlig antall av de ulike plasttypene for stasjon med nærhet til mulig forurensningskilde plottet mot kontrollstasjon viser at det var en positiv korrelasjon mellom alle stasjonsparene (Figur 29). Spearman's rankkorrelasjon test viser at kun korrelasjonen mellom stasjon 5MK og stasjon 6K, og korrelasjonen mellom stasjon 7MK og stasjon 8K som var signifikante ($p < 0,05$). Det vil si at det i stor grad var de samme plasttypene som var frekvente på begge stasjonene.

Tilsynelatende var det blå fragmenter < 1 mm (Frbla1) som skilte seg mest ut mellom stasjon 1MK og stasjon 2K, hvorav det var flere mikroplastpartikler på stasjon 2K, men plasttypen dominerte på begge stasjoner (Figur 29). Blå fragmenter < 1 mm dominerte også på stasjon 3MK. Stasjon 4K hadde ingen blå fragmenter < 1 mm, men var dominert av grønne fragmenter < 1 mm (Frgrønn1), mens det var omtrent ingen av de på stasjon 3MK.

Fordelingen mellom alle stasjonene ga signifikante verdier for «alle typer» (totalt antall partikler per individ for alle plasttyper), blå fiber 2-4 mm, sorte fiber < 1 mm, blå fragmenter < 1 mm, lyse fragmenter < 1 mm, grønne fragmenter < 1 mm og røde fragmenter < 1 mm. Det betyr at disse plasttypene ikke hadde en jevn fordeling mellom stasjonene.

For å teste om fordelingen av plasttypene var lik mellom stasjonsparene ble det gjort Mann-Whitney tester.

I testen for stasjon 1MK mot stasjon 2K var $p = 0,004$ for «alle typer», og $p = 0,013$ for blå fragmenter < 1 mm som det var flere av på stasjon 2K (Figur 29). Testen for stasjon 3MK mot stasjon 4K viste at det var flere blå fiber < 1 mm på stasjon 3MK ($p = 0,030$). I testen for stasjon 5MK mot stasjon 6K ga røde fragmenter < 1 mm en p -verdi = 0,02, hvorav det var flere partikler på stasjon 5K. I testen for stasjon 7MK mot stasjon 8K var det signifikant flere sorte fiber < 1 mm på stasjon 8K ($p = 0,03$).

Tabell 6. Kategorisering av mikroplast i plasttype, farge, størrelse, kode for kategori og p -verdier for Kruskal-Wallis (KW) og Mann-Whitney (MW, kilde vs. kontroll) tester per individ. «Alle typer» er totalt antall mikroplastpartikler per individ for alle plasttypene samlet. Signifikante resultater ($p < 0,05$) er markert med uthevet skrift

Type plast	Farge	Størrelse (mm)	Kode	KW p-verdi	MW 1MKvs2K	MW 3MKvs4K	MW 5MKvs6K	MW 7MKvs8K
Alle typer				< 0,001	0,004	0,34	0,38	0,08
Fiber	Blå	2-4	Fibla2-4	0,025	1,00	0,32	1,00	0,26
Fiber	Blå	< 1	Fibla1	0,11	0,37	0,03	0,69	0,26
Fiber	Blå	< 5	Fibla5	0,64	1,00	0,37	0,37	0,37
Fiber	Lys	2-4	Filys2-4	0,48	0,37	0,37	0,17	0,37
Fiber	Lys	< 1	Filys1	0,53	0,37	0,58	0,30	0,58
Fiber	Sort	< 1	Fisort1	< 0,001	1,00	0,17	0,08	0,03
Fiber	Sort	2-4	Fisort2-4	0,06	1,00	0,17	0,08	0,17
Fiber	Sort	< 5	Fisort5	0,16	1,00	1,00	0,58	1,00
Fiber	Rød	< 1	Firød1	0,16	0,28	0,58	0,37	0,37
Fiber	Rød	2-4	Firød2-4	0,64	0,37	0,37	1,00	0,37
Fiber	Grønn	< 1	Figrønn1	0,43	1,00	0,37	1,00	1,00
Fragment	Blå	< 1	Frbla1	0,003	0,02	0,08	0,15	0,17
Fragment	Blå	2-4	Frbla2-4	0,43	0,37	1,00	1,00	1,00
Fragment	Lys	< 1	Frlys1	< 0,001	0,94	0,26	0,57	0,26
Fragment	Grønn	< 1	Frgrønn1	< 0,001	1,00	0,09	0,94	1,00
Fragment	Rød	< 1	Frrød1	< 0,001	0,17	0,37	0,02	0,11
Fragment	Sort	< 1	Frsort1	0,53	1,00	0,32	1,00	0,94

For å se nærmere på fordelingen av de plasttypene hvor det var en signifikant forskjell mellom alle stasjonene (Tabell 6, KW) ble det gjort Mann-Whitney tester mellom alle stasjonene (Tabell 7). Stasjonene som hadde flest av de plasttypene der det var en signifikant forskjell var kontrollstasjoner bortsett fra stasjon 5MK. Røde fragmenter < 1 mm skilte seg mest ut med signifikante tester for stasjon 5MK mot; stasjon 1MK, 2K, 3MK, 4K og 7MK. Det vil si at disse fragmentene ikke var jevnt distribuert mellom stasjonene, men var akkumulert overveiende i stasjon 5MK (Tabell 7, Figur 25).

For lyse fragmenter < 1 mm var det flest partikler på stasjon 6K og ga signifikante resultater mot stasjonene 1MK, 2K og 3MK. Stasjon 6K ga også signifikante resultater ($p < 0,1$) for lyse fragmenter < 1 mm mot stasjon 4K. For blå fragmenter < 1 mm hadde stasjon 2K signifikant flere mikroplastpartikler enn stasjon 4K og stasjon 7MK. For grønne fragmenter < 1 mm hadde stasjon 4K p-verdier < 0,1 i testen mot stasjonene 1MK, 2K, 7MK og 8K. For sorte fiber < 1 mm var det høyest antall mikroplastpartikler per individ på stasjon 8K og stasjonene 1MK, 2K, 4K og 6K hadde ikke noen partikler av denne plasttypen ($p = 0,1$) (Tabell 7).

*Tabell 7. Resultater fra Mann-Whitney test som viser hvilken stasjon plasttypen har høyest antall mikroplastpartikler per individ i dersom det var signifikant forskjell i fordelingen mellom stasjonene. $p < 0,1$ * $p < 0,05$ ** $p < 0,001$ ***. Testen ble gjort med Bonferroni korrigerte p-verdier. Første stasjon i sammenligningen hadde flest mikroplastpartikler*

Røde fragmenter < 1 mm	Lyse fragmenter < 1 mm	Blå fragmenter < 1 mm	Grønne fragmenter < 1 mm	Sorte fiber < 1 mm
5MK vs. 1MK ***	6K vs. 1MK **	2K vs. 4K *	4K vs. 1MK *	8K vs. 1MK *
5MK vs. 2K **	6K vs. 2K **	2K vs. 7MK *	4K vs. 2K *	8K vs. 2K *
5MK vs. 3MK ***	6K vs. 3MK **		4K vs. 7MK *	8K vs. 4K *
5MK vs. 4K **	6K vs. 4K *		4K vs. 8K *	8K vs. 6K *
5MK vs. 7MK **				

ANOSIM-test viste at sammensetningen av plasttypene var signifikant forskjellig mellom alle stasjonene ($p=0,0001$). Det var flere mikroplastpartikler som utgjorde en forskjell mellom stasjonene på stasjon 5MK (Sommarøy avløp) enn resterende stasjoner med nærhet til en mulig forurensningskilde.

Jeg brukte SIMPER-test for å finne forskjeller i plastsammensetningen mellom stasjoner med nærhet til mulig forurensningskilde. Stasjonene med nærhet til avløp (stasjon 3MK og stasjon 5MK) hadde flest av plasttypene som utgjorde en forskjell mellom stasjonene med nærhet til oppdrett og stasjonene med nærhet til avløp (Tabell 8). I test for stasjon 3MK mot stasjonene med nærhet til oppdrettsanlegg var det de samme plasttypene som bidro mest til ulikheter i sammensetningen. Det samme gjaldt test for stasjon 5MK mot stasjonene med nærhet til oppdrettsanlegg, men det var ikke de samme plasttypene i testene for stasjon 3MK og stasjon 5MK som skilte seg ut. Kun resultatene for stasjon 5MK mot stasjonene med nærhet til oppdrettsanlegg var signifikante ($p < 0,01$).

Tabell 8. Resultater fra SIMPER-test med Bonferroni korrigerede p-verdier, som viser de tre plasttypene som bidrar mest til ulikheter i sammensetningen av plasttypene mellom stasjonene med nærhet til mulig forurensningskilde. Stasjonen med høyeste gjennomsnitt av plasttypen er nevnt først i sammenligningen

Stasjon	3MK vs. 1MK	3MK vs. 7MK	5MK vs. 1MK	5MK vs. 7MK
Plasttype	Blå fragmenter	Blå fragmenter	Røde fragmenter	Røde fragmenter
	< 1 mm	< 1 mm	< 1 mm	< 1 mm
	Grønne fragmenter	Grønne fragmenter	Lyse fragmenter	Lyse fragmenter
	< 1 mm	< 1 mm	< 1 mm	< 1 mm
	Sort fiber < 1 mm	Sort fiber < 1 mm	Blå fiber < 1 mm	Blå fiber < 1 mm

4 Diskusjon

For det totale materialet fant jeg i gjennomsnitt 9,4 mikroplastpartikler per individ og 14,6 mikroplastpartikler per gram våtvekt. Ved å sammenligne med tilsvarende studier av mikroplast blåskjell av Bråte et al. (2018b) og Lusher et al. (2017a) fant de i gjennomsnitt henholdsvis 1,5 og 1,8 mikroplastpartikler per individ og 0,97 og 1,85 mikroplastpartikler per gram våtvekt. Jeg fant mikroplast på alle stasjonene og i likhet med overnevnte studie var det flest mikroplastpartikler i størrelsen < 1 mm. At fragmenter utgjorde 81,5% av totalmateriale, står i motsetning til tidligere studier der fiber var den plasttypen som utgjorde den største delen av materialet (Wright et al., 2013; Bråte et al., 2018b). Dette gjaldt både stasjonene i nærheten av avløp hvor jeg hadde forventet å se mer fiber, stasjonene i nærhet av oppdrettsanlegg og kontrollstasjoner.

Jeg har valgt å bruke signifikansnivå ned til 10% ($p < 0,1$) for tester mellom stasjonspar (Mann-Whitney tester) i Tabell 7 for å kunne regne de små forskjellene mellom stasjonsparene som signifikante. Man må likevel vurdere hvor stor betydning signifikante resultater på et 10% signifikansnivå egentlig har eller om det kan være tilfeldigheter.

4.1 Avløp og oppdrettsanlegg som mulig forurensningskilde til mikroplast

Det var ingen tydelige resultater som tilsa at avløp eller oppdrettsanlegg hadde en effekt på antall mikroplastpartikler som ble funnet i blåskjellene.

Jeg antok at stasjonene med nærhet til en mulig forurensningskilde var de stasjonene med høyeste verdier for antall mikroplastpartikler per individ og per gram våtvekt når jeg sammenlignet stasjonsparene. Stasjonene med nærhet til avløp (stasjon 3MK og stasjon 5MK) hadde generelt henholdsvis lave verdier av mikroplast og høye verdier av mikroplastpartikler (Figur 16 og Figur 17) og kontrollstasjonen 4K hadde høyere antall mikroplastpartikler enn stasjon 3MK, og stasjon 6K hadde et lavere antall mikroplastpartikler enn stasjon 5MK. At blåskjellene fra stasjonene med nærhet til oppdrettsanlegg (stasjon 1MK og stasjon 7MK) var blant stasjonene som hadde færrest mikroplastpartikler per individ (Figur 16) og var blant de blåskjellene med laveste gjennomsnittlige våtvekt kan være en grunn for at kontrollstasjonene 2K og 8K hadde et høyere antall mikroplastpartikler enn stasjonene med nærhet til oppdrettsanlegg. At forskjellene i antall mikroplastpartikler mellom stasjonsparene ikke var signifikante verken per individ eller per våtvekt bortsett fra testen mellom stasjon 1MK og stasjon 2K per våtvekt (MW, $p = 0,08$) (Tabell 4), betyr at hypotesen

om at jeg ville finne et høyere antall mikroplastpartikler på stasjoner med nærhet til mulig forurensningskilde sammenlignet med kontrollstasjonen ikke stemte.

Jeg hadde forventet ut i fra litteraturen at stasjonene i nærhet til avløp ville ha en større proporsjon av fibre sammenlignet med kontrollstasjonene. At jeg ikke fant signifikante forskjeller mellom stasjonsparene betyr at hypotesen om at jeg ville finne størst proporsjon av fiber på stasjonene nært avløp sammenlignet med kontrollstasjonen avkreftes for begge stasjonspar (Tabell 5).

At stasjon 3MK (Breivika avløp) ligger i nærheten av et avløpsrør som slipper ut avløpsvannet til omtrent 64 400 mennesker i Tromsø by og stasjon 5MK (Sommarøy avløp) ligger i nærheten av et avløpsrør som slipper ut avløpsvannet til omtrent 300 mennesker, kan ha en effekt på hvor mye mikroplastpartikler som slippes ut gjennom avløpet. Kravet for rensing ved avløpet i nærheten av stasjon 3MK er at 50% av suspendert stoff (vannets innhold av partikulært materiale) skal renses og at avløpsvannet renses gjennom silduker på 350 μm . At jeg ikke fant noen signifikant forskjell mellom stasjonene (side 26, avsnitt 3) som tilsa at det var et høyere antall mikroplastpartikler på stasjonen med nærhet til Tromsø by (stasjon 3MK), kan være på grunn av at rensesanleggene nær Sommarøy (stasjon 5MK) har et lavere krav til rensing (20% av suspendert stoff og slamlager) enn rensesanlegget i Tromsø by. Lusher et al. (2017a) fant lignende resultater som viste at det var blåskjell fra de rurale stasjonene som hadde de høyeste konsentrasjonene av mikroplastpartikler og at stasjonene i urbane områder generelt hadde lavere konsentrasjoner. En mulig forklaring på det kan være at det finnes kilder til mikroplast i rurale områder som ikke har blitt identifisert enda.

4.2 Forekomst av de ulike plasttypene

At tester på om fordelingen av de ulike plasttypene per individ var forskjellig mellom stasjonsparene (Tabell 6) og ga generelt få lave p-verdier og ingen p-verdier er under 0,01, kan forklares med at fordelingen var lik. De fleste stasjonsparene har antakelig vært eksponert for samme type forurensningskilde ettersom jeg fant overvekt av de samme plasttypene, bortsett fra på stasjonsparet 3MK og 4K (Figur 29). Det kan bety at mikroplastpartiklene på disse stasjonene kommer fra forskjellige forurensningskilder. At en plasttype for hvert stasjonspar ikke hadde en jevn fordeling mellom stasjonsparene, tyder på at noen stasjoner hadde egne bidrag fra andre kilder framfor en generell bakgrunnseksposering (Tabell 6).

Plasttypene som gikk igjen som signifikante var blå fragmenter < 1 mm, røde fragmenter < 1 mm, lyse fragmenter < 1 mm, grønne fragmenter < 1 mm og sorte fiber < 1 mm (Tabell 6-8, Figur 24-26 og Figur 28-29). Disse plasttypene hadde en tendens til å ikke være jevnt fordelt mellom individene, men i høye antall i noen få individer. Da jeg kjørte en SIMPER-test for å teste om sammensetningen av plasttypene var lik mellom stasjonene med nærhet til mulig forurensningskilde, fant jeg at det var de samme plasttypene som utgjorde en forskjell mellom stasjon 3MK og stasjonene med nærhet til oppdrettsanlegg (stasjon 1MK og 7MK) og de samme plasttypene som utgjorde en forskjell mellom stasjon 5MK og stasjonene med nærhet til oppdrettsanlegg. At testene kun var signifikant forskjellige i sammenligningen for stasjon 5MK mot stasjonene med nærhet til oppdrettsanlegg, forteller meg at stasjon 5MK har noen plasttyper som med stor sannsynlighet har avløpet på Sommarøy som forurensningskilde og at stasjonene med nærhet til oppdrettsanlegg kan være utsatt for mer generell bakgrunnseksposering. En signifikant ANOSIM-test viste at sammensetningen av plasttypene mellom alle stasjonene ikke var lik. Jeg kan derfor bekrefte hypotesen om at det var forskjeller i sammensetning av plasttypene mellom stasjonene. Det var kun enkelte plasttyper som ikke var likt fordelt mellom stasjonene, men sammensetningen var generelt ulik.

4.3 Størrelse på blåskjellene

At det var ulikhet i stigningskoeffisientene mellom stasjonene, kan skyldes forskjeller i lengde-vekt sammenheng etter at uteliggerne ble fjernet (Figur 13). Regresjonsanalysen viste at det er en sterk sammenheng mellom vekt og lengde på de fleste stasjonene (Figur 14). Test for vekt-lengde regresjonene (Appendikstabell 3) bekreftet dette. Jeg kunne derfor bruke vekt istedenfor lengde som et størrelsesmål for blåskjellene.

I likhet med resultatene presentert i Lusher et al. (2017a) var blåskjellene med flest mikroplastpartikler på sin stasjon ikke nødvendigvis de blåskjellene som var størst (Tabell 2). At stasjon 3MK og stasjon 7MK hadde lav vekt ved lengde (Figur 14), kan tyde på lav kondisjon, det vil si lav vekt ved gitt lengde hos blåskjellene fra disse stasjonene. Blåskjell med lav kondisjon kan inneholde mindre plast enn blåskjell med høyere kondisjon, noe som kan være en grunn til at blåskjellene på disse stasjonene var blant blåskjellene med færrest mikroplastpartikler i. Det kommer også fram i Figur 18 at stasjon 7MK har få mikroplastpartikler per gjennomsnittsvekt. At stasjonene 6K og 7MK ikke hadde isometrisk vekst (Figur 13), kan være fordi jeg samlet inn alle blåskjellene i perioden mai-juni og blåskjell gyter i sommerhalvåret (Havforskningsinstituttet, 2016).

Det kan ha ført til at våtvekten var lavere enn forventet ved gitt lengde på blåskjellene dersom de nylig har gytt. Jeg fant likevel en positiv korrelasjon mellom totalt antall mikroplastpartikler og gram våtvekt for alle stasjonene, samt positive korrelasjoner mellom antall mikroplastpartikler og gram våtvekt i 14 av 17 plasttyper. Kun plasttypen lyse fragmenter < 1 mm hadde signifikant positiv korrelasjon mellom antall mikroplastpartikler og våtvekt (Appendikstabell 4). Hypotesen om at større blåskjell har høyere antall mikroplastpartikler enn små blåskjell stemmer derfor for de fleste plasttypene.

4.5 Mulige feilkilder

4.5.1 Havstrømmenes påvirkning på spredning av mikroplastpartikler

Det har ikke blitt tatt hensyn til hvordan blåskjellene lå i forhold til flo og fjære under innsamling, noe som kan påvirke graden av kontaminasjon som blåskjellene blir utsatt for. Oppdrettsanleggene flyter, det vil si at de beveger seg opp og ned med tidevannet. At blåskjellene som ble samlet inn fra disse stasjonene derfor alltid har vært under vann og derfor ikke har vært eksponert for luftkontaminasjon, kan være en forklaring på hvorfor disse stasjonene hadde få mikroplastpartikler per individ.

Jeg har ikke gjort noen direkte undersøkelser på hvordan havstrømmene og tidevannet påvirker spredningen fra de mulige forurensningskildene. At det var betraktelig høyere antall mikroplastpartikler per gram våtvekt på stasjon 2K (Figur 17) enn på kildestasjonen 1MK, kan tyde på at det er en annen kilde til plastutslipp ved stasjon 2K enn de vi er kjent med, eller at havstrømmene har transportert mikroplastpartikler fra blant annet oppdrettsanlegget ved stasjon 1MK til området som stasjon 2K er i. Strømmene går fra stasjon 1MK og nordover mot stasjon 2K i Ytre Ullsfjord utenfor Karlsøy hvor strømmene kan bli sterke og vannmassene blandes (Sælen, 1950). Spredning fra stasjon 1MK kan være en mulig kilde til mikroplastpartiklene som ble identifisert i blåskjellene fra stasjon 2K.

Tidevannet har stor påvirkning på strømmene i Tromsøysund hvor stasjon 3MK og stasjon 4K er lokalisert. Nordgående strøm holder til østsiden og sørgående strøm holder til vestsiden av Tromsøysundet (Kartverket sjødivisjon, 2018). Det vil si at spredning fra forurensningskilden ved stasjon 3MK antakelig ikke når stasjon 4K. Det var ingen vektorer som går forbi både stasjon 5MK og stasjon 6K (Akvaplan-Niva, 2019). En forklaring på det kan være at det langs kysten ikke er like sterke tidevannsstrømmer som i fjordsystemet. Generelt går strømmene sterkest nordover ved stigende tidevann og sørover ved avtagende tidevann (Kartverket sjødivisjon, 2018), noe som vil si at strømmene går fra stasjon 6K mot stasjon 5MK.



Figur 30. Oversikt over strømvektorer i området ved Sommarøya (Akvaplan-Niva, 2019). Vektorene er vist med sorte sirkler med en sort pil på innsiden, tidevannsstrøm vist som blå strek på innsiden av den sorte sirkelen. Stasjonenes plassering er markert med rødt punkt

Det oppstår ofte virvler som skaper omrøring i vannmassene når strømmen fra Grøtsundet hvor stasjon 7MK er lokalisert møter strømmen fra Kvalsundet hvor stasjon 8K er lokalisert (Kartverket sjødivisjon, 2018). Sterk tidevannsstrøm i Kvalsundet kan derfor ha transportert mikroplastpartikler fra stasjon 7MK til stasjon 8K når lavvannet går sørver.

4.5.2 Akkumulering av mikroplastpartikler i blåskjell

Browne et al. (2008) fant mikroplastpartikler som ble akkumulert i fordøyelseskanalen hos blåskjell før de først etter tre dager med eksponering for mikroplastpartikler startet å akkumulere i sirkulasjonsvæsken. Det var flest partikler akkumulert etter 12 dager med eksponering hvor antallet deretter var avtagende, men fortsatt tilstedeværende etter 48 dager. Lusher et al. (2017a) skrev at man ved innsamling bør være varsom når man høster blåskjellene med tanke på stressfaktorer når man kutter byssustrådene som blåskjellene bruker for å feste seg til hardt underlag. I tillegg anbefalte de å legge blåskjellene på etanol etter høsting for å unngå at blåskjellet tømmer mageinnhold. I min oppgave har jeg ikke tatt hensyn til mageinnhold i blåskjellet før de ble fryst, tint og behandlet.

Generelt er det relativt lite litteratur på akkumulering av mikroplast i biologisk vev og effekten dette har. Jeg kan derfor ikke konkludere med hvilke faktiske konsekvenser mikroplastpartiklene som ble identifisert ville hatt for blåskjellenes liv, men alle partikler som dyr ikke klarer å kvitte seg med raskt og som i tillegg kan bære giftige kjemikalier kan antas å være ugunstig for blåskjell.

4.5.3 Mål på funn av mikroplastpartikler i blåskjell

Blåskjellene på stasjon 1MK var svært små sammenlignet med de andre stasjonene som var relativt likt fordelt (Figur 12). Dette er antakelig fordi blåskjellene ble funnet på fortøyninger kalt haneføtter på et oppdrettsanlegg som kun hadde stått i havet i underkant av et år når jeg samlet inn blåskjellene. Det innebærer at alle blåskjellene fra innsamlingen på stasjon 1MK var av samme årsklasse, alle var under et år gamle og svært små. Under laboratoriumsarbeidet var det ikke mulig å veie våtvekt av innholdet i blåskjellene da de alle veide under 0,05 gram som var laveste måleenhet på vekten som ble brukt. Jeg har hovedsakelig fokusert på resultatene per gram våtvekt for å minimere den effekten ulik størrelse på blåskjellene kan ha hatt på resultatene, selv om det optimale ville vært å sammenligne blåskjell av lik vekt.

Det var noen forskjeller i resultatene når man sammenligner de som ble presentert som antall mikroplastpartikler per individ og de som ble presentert som mikroplastpartikler per gram våtvekt (Figur 16 og Figur 17, Figur 25 og Figur 27). Figurene viser forskjellig mønster, men forskjellene mellom stasjonsparene var ikke store. Forskjellene mellom stasjon 7MK og stasjon 8K ble jevnet ut når man ser på antall per våtvekt framfor antall per individ (Figur 16 og 17), dette støttes av Mann-Whitney test for antall mikroplastpartikler per gram våtvekt per individ som ikke var signifikant (Tabell 4). Test mellom stasjon 1MK og stasjon 2K får en høyere p-verdi når man sammenligner de per våtvekt framfor per individ. Tester for resterende stasjoner var ikke signifikante. Det vil si at når jeg sammenlignet stasjonsparene per våtvekt istedenfor per individ jevnet forskjellene mellom stasjonsparene seg ut.

Det kan være andre faktorer som også påvirker antallet mikroplast i blåskjellene, slik som for eksempel aldersforskjell. Det vil derfor være fordelaktig å undersøke individer av lik størrelse for å kunne undersøke om forskjeller i for eksempel vekst, alder, ulike utviklingsstadier og reproduksjonsstadier har en effekt på antall partikler mikroplast (Lusher et al., 2017a).

4.5.4 Overestimat av mikroplastpartikler

Blåskjellene fra stasjon 2K (Korsnes kontroll) var en av stasjonene som inneholdt mest mikroplastpartikler og hadde en overvekt av blå fragmenter < 1 mm. Syv av ti individer ved denne stasjonen inneholdt blå fragmenter < 1 mm, men partiklene var ikke jevnt fordelt mellom individene. En forklaring på dette kan være at de blå fragmentene ofte så ut til å være fragmentert til mange små biter (Figur 21A) som stammer fra et større fragment (Figur 19). Det kan ha ført til at antall mikroplastpartikler ble høyere i blåskjellene hvor det var mange små biter sammenlignet med blåskjell hvor partiklene ikke var like fragmentert.

4.5.5 Feilidentifikasjon av mikroplastpartikler

Det ble ikke funnet noen kuleformede partikler, og de få partiklene som var runde ble kategorisert som fragmenter eller antatt som naturlige perler. Jeg fant en del perler, spesielt i noen av de store blåskjellene. Disse ble lagt til side, men de ble ikke nærmere undersøkt og er ikke tatt med i oppgaven. Det er en mulighet for at noen av perlene er kuleformede plastpartikler eller plast som blåskjellene lagde perler av. Sundet et al. (2015) fant kuleformede plastpartikler hvor en potensiell kilde til dette kunne være hudpleieprodukter med skrubbe effekt ved bruk av mikroplast. Utslippene fra kosmetikk er ikke en av de største kildene til mikroplastforurensing, og det er en kilde som er lett for forbrukere å begrense ved å velge alternative produkter (Miljødirektoratet, 2019). Med økt oppmerksomhet rundt temaet kan det hende at produsenter har valgt å bruke alternative produkter til skrubbing og at forbrukere i mindre grad kjøper produkter som inneholder mikroplast. Det kan hende at jeg ikke fant noen kuleformede plastpartikler som et resultat av dette, men fordi blåskjell antas å produsere perler som en slags forsvarsmekanisme mot irriterende substanser (Bråte et al., 2018a), kan det hende at noen av perlene inneholder mikroplast.

Under laboratoriumsarbeidet la jeg hvert enkelt filter på et individuelt aluminiumsark. Jeg har kun brukt visuell analyse under identifiseringen av plastpartiklene. Dette lager rom for både feilidentifisering (overestimat) men også muligheter for underestimering av antall plastpartikler som ble funnet. Alternativet til visuell identifisering er infrarød spektroskopi (FTIR) hvor man da i tillegg til å identifisere plastpartikler også vil kunne si noe om hvilke polymerer man har identifisert. Da vil man også kunne si noe om hvor utsatt dyret er for opptak av miljøgifter, fordi miljøgifter tiltrekkes de ulike polymerne i forskjellig grad (Sundet et al., 2015).

Aluminiumsarket som filterene ble lagt på var merket med blå sprittusj i det øvre venstre hjørnet med stasjonsnummer, individnummer og dato. Ved flere stasjoner observerte jeg blå fragmenter lignende de som er illustrert i Figur 19, 20B og 21A. Jeg tror derfor det er en mulighet for at noen av de observerte blå fragmentene < 1 mm kan være partikler fra tusjen som ble brukt. Jeg vil påpeke at dette ikke gjelder alle funnene av denne plasttypen, da noen skilte seg tydelig ut som et fragment og ikke som eventuell tusj. Partiklene som jeg tror er fra tusj ser ut som de har trukket inn i filteret og ligger ikke «ovenpå» filteret slik som de andre partiklene gjør. Jeg observerte kun dette med de blå fragmentene. I oppgaven har jeg allerede korrigert for kontamineringen ved bruk av blanke prøver gjennom hele prosessen, men for å

gjøre rede for viktigheten av kvalitetskontroll for å kunne bekrefte eller avkrefte hypoteser har jeg nedenfor tatt utgangspunkt i at jeg ikke har det:

Dersom det er tilfellet at fragmentene var partikler fra tusj, og man ser bort fra de blå fragmentene < 1 mm som var de partiklene det var flest av, var det fortsatt fragmenter som utgjorde den største andelen av partikler som ble funnet (71,4%). Fiber utgjør nå 57,6% på stasjon 3MK, og før de blå fragmentene < 1 mm ble fjernet utgjorde fiber 16,2%. Det var ingen forskjell i proporsjon fiber etter de blå fragmentene ble fjernet på stasjon 4K, altså utgjorde fiber 12,9%. På stasjon 5MK utgjør nå fiber 9,3%, en økning fra 8,8% og på stasjon 6K utgjør fiber 17,1%, en økning fra 11,7%. Dersom de blå fragmentene < 1 mm ikke tas med kan hypotesen om at det var større proporsjon fiber i blåskjell fra nærhet til avløp sammenlignet med blåskjell fra kontrollstasjon bekreftes for stasjon 3MK, men fortsatt ikke for stasjon 5MK.

4.5.6 Biologiske partikler

Under mikroskopi var det vanskelig å fastslå om røde fragmenter tydelig hadde biologisk opprinnelse eller om det var plast. Dersom noen av de røde fragmentene egentlig var biologisk materiale, kommer det antakelig av at noen av prøvene ikke ble fullstendig oppløst under nedbrytningsprosessen.

Derfor er det mulig at det ble gjort et overestimat av antall røde fragmenter < 1 mm. Stasjon 5MK var dominert av røde fragmenter < 1 mm. Dersom jeg skulle korrigert for både de røde fragmentene og de blå fragmentene i funnene utgjorde fortsatt fiber kun 27,4% av partiklene fra stasjon 5MK. Kontrollstasjonen 6K består nå av 22,2% fiber. Hypotesen om at jeg ville finne størst proporsjon av fiber på stasjonene nært avløp sammenlignet med kontrollstasjonen bekreftes nå også for stasjon 5MK.

4.5.7 Antall opparbeidede blåskjell

Videre ville det vært fordelaktig å også undersøke flere individer fra hver stasjon, men fordi arbeidet med opparbeiding og analysering av data tok lengere tid enn antatt lot det seg dessverre ikke gjøre. Lusher et al. (2017a) anbefalte 50 individer på hver stasjon for å minimere stor variasjon i antall partikler mellom individene.

4.6 Konklusjoner

Jeg kan ikke si at blåskjellene fra stasjoner med nærhet til avløp eller oppdrettsanlegg har høyere antall mikroplastpartikler enn i blåskjellene fra kontrollstasjonene. Jeg fant ingen signifikant høyere proporsjon fiberpartikler på stasjonene med nærhet til avløp sammenlignet med kontrollstasjonene. At det var stasjonen med nærhet til avløpet lengst fra Tromsø by som hadde flest mikroplastpartikler og ikke omvendt som antatt, kan komme av at kravene til rensing for avløpsvannet ved Sommarøy var lavere enn ved Breivika i Tromsø by. Det var blå fragmenter < 1 mm som var den dominerende plasttypen og denne plasttypen gikk igjen som en av de plasttypene som ikke var jevnt fordelt mellom individene på stasjonene, men som forekom i høyt antall i noen få blåskjell og var signifikant forskjellig mellom stasjonene. Generelt var sammensetningen av plasttypene ulik noe som kan bety at stasjonene hadde forskjellige forurensningskilder. Det var ikke nødvendigvis de største individene som hadde flest mikroplastpartikler, men den generelle trenden viste at antall mikroplastpartikler økte med økt størrelse på blåskjellet. Det vil si at større blåskjell kan være bærer av miljøgifter i større grad enn små skjell, noe som kan være en trussel for dyr og mennesker lengre opp i næringskjeden.

Jeg fant mikroplastpartikler på alle stasjonene jeg undersøkte, studiet mitt bekrefter derfor resultater fra litteratur om at blåskjell kan brukes som et biologisk referansepunkt (Lusher et al., 2017a; Bråte et al., 2018b) og studiet bidrar til kartlegging av mikroplast rundt Tromsø området.

4.6.1 Videre studier

For å kunne si mer nøyaktig om mulige forurensningskilder må man i videre studier ta høyde for spredning og fortykning av mikroplastpartiklene i vannet. Det vil være fordelaktig å kunne si noe om hvorvidt luftkontaminasjon har påvirket resultatene for de blåskjellene som i perioder med lavvann har vært tørrlagt. Dette studiet kan ligge til grunn for videre studier av mikroplast og hvilke effekter andre mulige forurensningskilder til mikroplast, slik som for eksempel snødepoter kan ha på blåskjell og andre organismer.

Med hensyn til mattrygghet vil det være interessant å undersøke akkumulering av mikroplastpartiklene i blåskjell som er stor nok for å høstes og som har akkumulert mikroplastpartikler over et livsløp. Det vil også være interessant å undersøke blåskjellene for miljøgifter, og om antall akkumulert mikroplast og akkumulert miljøgift er korrelert.

Dette studiet er relevant fordi blåskjell er en sentral art i næringskjeden – både dyr og mennesker consumerer blåskjell og mulig kontaminasjon kan akkumuleres oppover i næringskjeden.

Referanser

- Akvaplan-Niva. (2019).
- Barnes, D. K., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364(1526), 1985-1998.
- Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., & Thompson, R. (2011). Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environmental Science & Technology*, 45(21), 9175-9179.
- Browne, M. A., Dissanayake, A., Galloway, T. S., Lowe, D. M., & Thompson, R. C. (2008). Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.). *Environmental Science & Technology*, 42(13), 5026-5031.
- Bråte, I. L. N., Buenaventura, N. T., & Lusher, A. (2018a). Occurrence of pearls in mussels (*Mytilus spp.*) from the Norwegian coast. *NIVA-rapport*.
- Bråte, I. L. N., Hurley, R., Iversen, K., Beyer, J., Thomas, K. V., Steindal, C. C., Green, N. W., Olsen, M., & Lusher, A. (2018b). *Mytilus spp.* as sentinels for monitoring microplastic pollution in Norwegian coastal waters: A qualitative and quantitative study. *Environmental Pollution*, 243, 383-393.
- Enders, K., Lenz, R., Beer, S., & Stedmon, C. A. (2017). Extraction of microplastic from biota: recommended acidic digestion destroys common plastic polymers. *ICES Journal of Marine Science*, 74(1), 326–331.
- Fendall, L. S., & Sewell, M. A. (2009). Contributing to marine pollution by washing your face: microplastics in facial cleansers. *Marine pollution bulletin*, 58(8), 1225–1228.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1-9.
- Havforskningsinstituttet. (2016, 02.09.2016). Blåskjell.
- Herzke, D., Møllhausen, M., Thorsheim, F., Halsvand, C., Booth, A., & Sundet, J. (2018). FORSKNINGSKAMPANJEN 2017 Sjekk kunstgressbanen. 1-19.
- Hutchins, L. W. (1947). The bases for temperature zonation in geographical distribution. *Ecological Monographs*, 17(3), 325-335.
- Karlsson, T. M., Vethaak, A. D., Almroth, B. C., Ariese, F., van Velzen, M., Hassellöv, M., & Leslie, H. A. (2017). Screening for microplastics in sediment, water, marine invertebrates and fish: method development and microplastic accumulation. *Marine pollution bulletin*, 122(1-2), 403-408.
- Kartverket sjødivisjon. (2018). *Farvannsbeskrivelse Lødningen og Andenes-Grense Jakobselv* (K. sjødivisjonen Ed. 6 ed.).
- Koehler, A., Marx, U., Broeg, K., Bahns, S., & Bressling, J. (2008). Effects of nanoparticles in *Mytilus edulis* gills and hepatopancreas—a new threat to marine life? *Marine environmental research*, 66(1), 12-14.
- Lusher, A., Bråte, I. L. N., Hurley, R., Iversen, K., & Olsen, M. (2017a). Testing of methodology for measuring microplastics in blue mussels (*Mytilus spp.*) and sediments, and recommendations for future monitoring of microplastics (R & D-project). 1-88.
- Lusher, A., Hollman, P., & Mendoza-Hill, J. (2017b). Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*(615), 1-126.
- Miljødirektoratet. (2019, 28.01.2019). Mikroplast.

- Moos, N. v., Burkhardt-Holm, P., & Köhler, A. (2012). Uptake and Effects of Microplastics on Cells and Tissue of the Blue Mussel *Mytilus edulis* L. after and Experimental Exposure. *Environmental Science & Technology*, 46(20), 11327-11335.
- Quinn, G. P., & Keough, M. J. (2002). *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sundet, J., Herzke, D., & Jenssen, M. (2015). Forekomst og kilder av mikroplastikk i sediment, og konsekvenser for bunnlevende fisk og evertebrater på Svalbard. Sluttrapport Sysselmannen.; 10495. *Institute for Marine Research and NILU*, 1-13.
- Sælen, O. H. (1950). The Hydrography of Some Fjords in Northern Norway: Balsfjord, Ulfsfjord, Grøtsund, Vengsøfjord and Malangen. *Tromsø museums årshefter*, 70(1), 1-102.
- Wallace, J. C. (1980). Growth rates of different populations of the edible mussel, *Mytilus edulis*, in north Norway. *Aquaculture*, 19(4), 303-311.
- Wegner, A., Besseling, E., Foekema, E. M., Kamermans, P., & Koelmans, A. A. (2012). Effects of nanopolystyrene on the feeding behavior of the blue mussel (*Mytilus edulis* L.). *Environmental Toxicology and Chemistry*, 31(11), 2490-2497.
- Wilkinson, L., Blank, G., & Gruber, C. (1996). *Desktop Data Analysis SYSTAT*: Prentice Hall PTR.
- Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution*, 178, 483-492.

Appendiks

De originale rådata i øverste tabell før blanke prøver ble trukket fra og tabellen under viser rådata etter de blanke prøvene ble trukket fra (Appendikstabell 1). De blanke prøvene er markert med ulike farger som indikerer hvilke blanke som ble trukket fra hvilke prøver - blank 1 og blank 2 gjelder for alle prøvene, blank 3 ble trukket fra prøvene med lik farge (blank 3 markert i mørk grønn ble også trukket fra blank 2 i lys grønn) og blank 4 ble kun trukket fra blank 1.

Appendikstabell 1. Et utdrag fra Excel som viser oversikt over rådata fra stasjon 2K. Utdraget viser et eksempel på hvordan jeg har trukket fra de blanke prøvene

Original:		Fragment									
Stasjon	Individnummer	Vekt (gram)	Lengde (mm)	Høyde (mm)	Bredde (mm)	Fiber Farge	Størrelse (mm)	Antall	Farge	Størrelse (mm)	Antall
2	1	1,1	30,22	15,71	14,62	Blå	<1	0,00	Blå	<1	11
2	2	0,33	20,94	9,97	11,78	Blå	<1	2,00	Blå	<1	29
2	3	0,65	25,67	13,31	13,85	Blå	<1	9,00	Blå	<1	0
2	4	0,08	10,32	4,58	5,65	Blå	<1	2,00	Blå	<1	1
2	5	0,19	24,44	12,96	14,29	Blå	<1	2,00	Blå	<1	4
2	6	0,96	32,03	17,16	15,67	Blå	<1	1,00	Blå	<1	37
2	7	0,5	25,2	12,99	12,33	Blå	<1	1,00	Blå	<1	60
2	8	0,13	16,12	7,22	9,22	Blå	<1	1,00	Blå	<1	8
2	9	0,05	11,39	4,51	6,12	Blå	<1	3,00	Blå	<1	5
2	10	0,54	26,18	11,8	13,49	Blå	<1	1,00	Blå	<1	6
2	Blank 1					Blå	<1	3,00	Blå	<1	4
2	Blank 2					Blå	<1	2,00	Blå	<1	5
2	Blank 3					Blå	<1	4,00	Blå	<1	0
2	Blank 3					Blå	<1	2,00	Blå	<1	0
2	Blank 4					Blå	<1	0,00	Blå	<1	0
2,00	GJENNOMSNIITT	0,38	21,37	10,50	11,38	Blå	<1	2,20	Blå	<1	16,10
Redigert for blanke:											
2	1	1,1	30,22	15,71	14,62	Blå	<1	0,00	Blå	<1	7
2	2	0,33	20,94	9,97	11,78	Blå	<1	0,00	Blå	<1	25
2	3	0,65	25,67	13,31	13,85	Blå	<1	5,00	Blå	<1	0
2	4	0,08	10,32	4,58	5,65	Blå	<1	0,00	Blå	<1	0
2	5	0,19	24,44	12,96	14,29	Blå	<1	0,00	Blå	<1	0
2	6	0,96	32,03	17,16	15,67	Blå	<1	0,00	Blå	<1	33
2	7	0,5	25,2	12,99	12,33	Blå	<1	0,00	Blå	<1	56
2	8	0,13	16,12	7,22	9,22	Blå	<1	0,00	Blå	<1	4
2	9	0,05	11,39	4,51	6,12	Blå	<1	0,00	Blå	<1	1
2	10	0,54	26,18	11,8	13,49	Blå	<1	0,00	Blå	<1	2
2	Blank 1					Blå	<1	3,00	Blå	<1	4
2	Blank 2					Blå	<1	0,00	Blå	<1	1
2	Blank 3					Blå	<1	4,00	Blå	<1	0
2	Blank 3					Blå	<1	2,00	Blå	<1	0
2	Blank 4					Blå	<1	0,00	Blå	<1	0
2,00	GJENNOMSNIITT	0,45	22,25	11,02	11,70	Blå	<1	0,50	Blå	<1	12,80

Appendikstabell 2. Koordinater for stasjonene og distanse mellom stasjonsparene (mulig forureningskilde og kontroll)

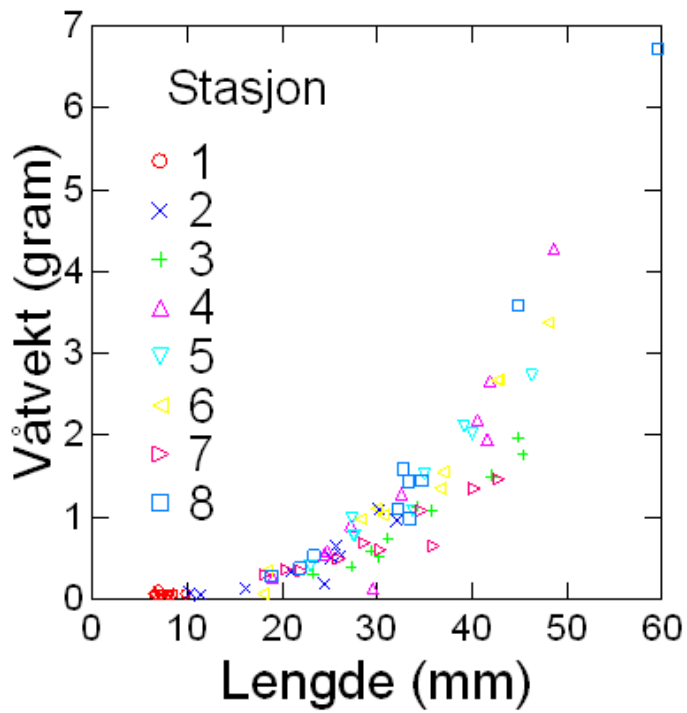
Stasjon	Koordinater	Distanse mellom stasjonspar (km)
1MK Korsnes	N 69°59, 199 E 19°55, 612	1,71
2K Korsnes kontroll	N 69°59, 779 E 19°57, 948	
3MK Breivika	N 69°40, 454 E 18°58, 837	1,55
4K Breivika kontroll	N 69°41, 060 E 19°00, 465	
5MK Sommarøya	N 69°38, 468 E 18°00, 366	2,06
6K Sommarøya kontroll	N 69°37, 668 E 18°01, 538	
7MK Skulgambukt	N 69°47, 210 E 19°9, 398	3,83
8K Skulgambukt kontroll	N 69°47, 457 E 19°3, 428	

Appendikstabell 3. Regresjonstabell for vekt-lengde forhold i blåskjell, hvor p-verdi er signifikanssannsynlighet for hele regresjonen. R^2 er determinasjonskoeffisienten. *Uteligger fjernet

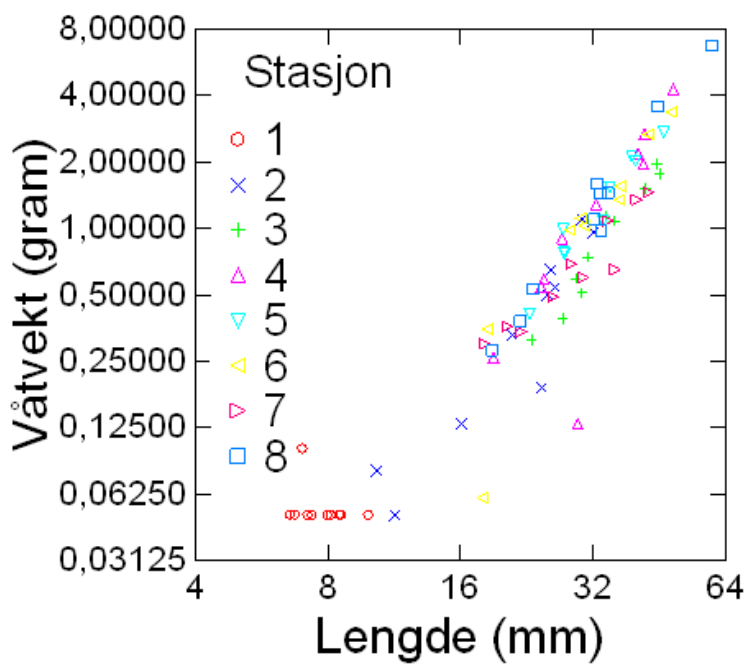
Stasjon	Antall	p-verdi	R^2	Uteligger
2K	10	<0,001	0,86	Ja
2K*	9	<0,001	0,95	Nei
3MK	10	<0,001	0,95	Nei
4K	10	~0,004	0,62	Ja
4K*	9	<0,001	0,98	Nei
5MK	10	<0,001	0,94	Nei
6K	10	<0,001	0,85	Ja
6K*	9	<0,001	0,97	Nei
7MK	10	<0,001	0,89	Nei
8K	10	<0,001	0,97	Nei

Appendikstabell 4. Spearman's r_s og p -verdier per individ for antall mikroplastpartikler per individ av hver enkelt plasttype mot våtvekt (v.v) av blåskjellet. Negativ korrelasjon markert med uthevet skrift. Kodene for plasttypene er utdypet i tabell 6

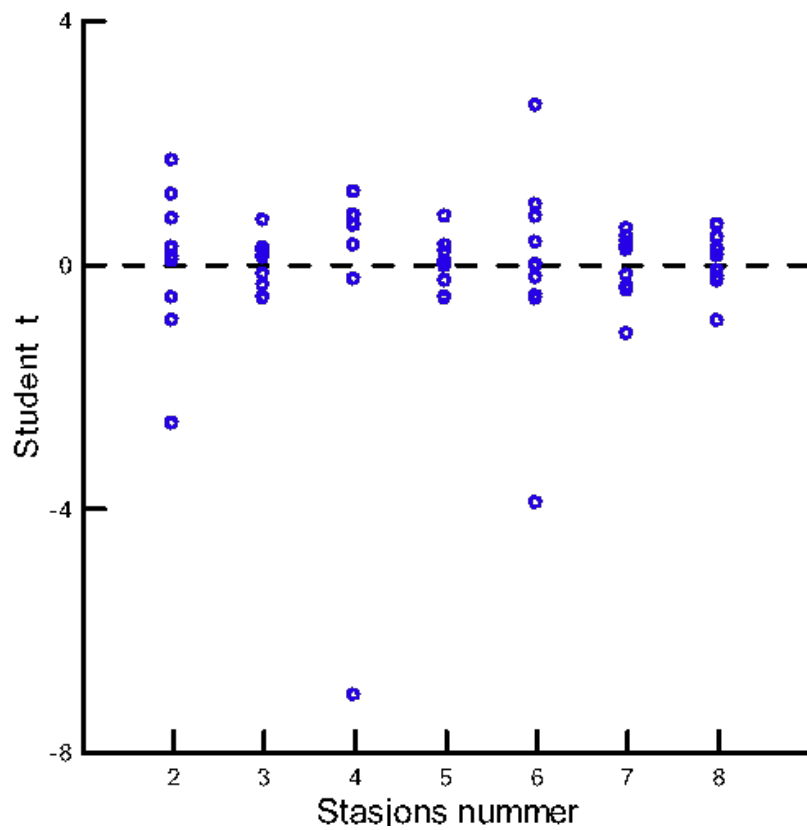
Plasttype	r_s v.v mot mikroplast	p -verdi v.v mot mikroplast
Alle typer	0,36	< 0,001
Fibla2-4	0,19	0,89
Fibla1	-0,05	0,63
Fibla5	0,05	0,68
Filys2-4	-0,01	0,91
Filys1	0,16	0,16
Fisort1	0,20	0,08
Fisort2-4	0,23	0,04
Fisort5	0,10	0,39
Firød1	0,07	0,54
Firød2-4	0,04	0,71
Figrønn1	-0,002	0,98
Frbla1	0,05	0,66
Frbla2-4	0,02	0,85
Frlys1	0,32	0,004
Frgrønn1	0,15	0,19
Frrød1	0,22	0,05
Frsort1	-0,05	0,64



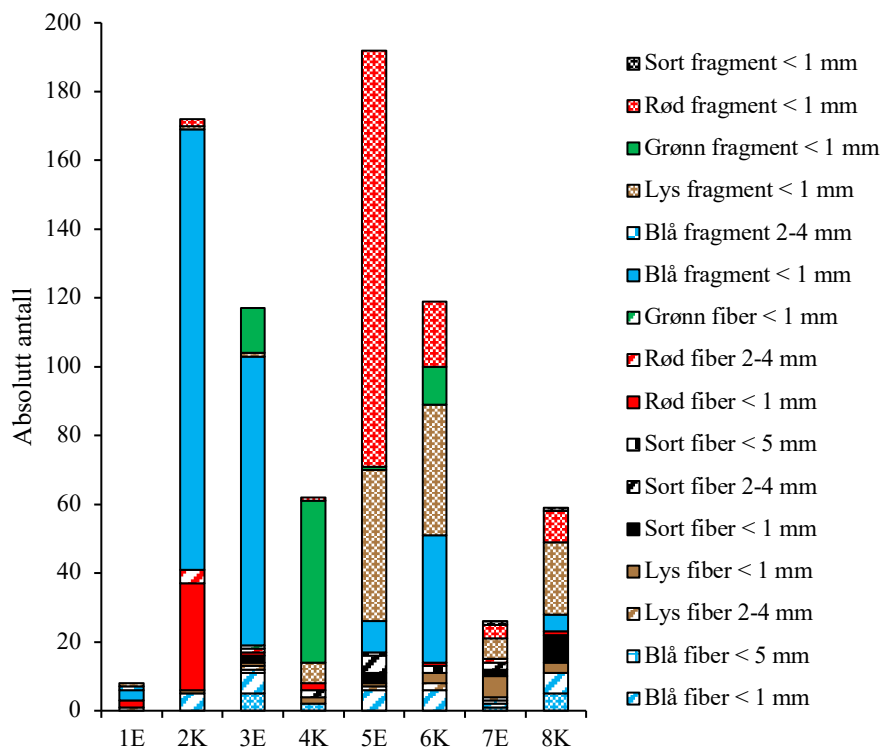
Appendiksfigur 1. Rådata vist på aritmetisk skala



Appendiksfigur 2. Vekt-lengderegresjon hvor stasjon 1MK er inkludert i regresjonanalysen. Akser vist på logaritmisk skala



Appendiksfigur 3. Residual plot (Student t) fra ANCOVA analysen. De tre uteliggerne kan identifiseres i plottet



Appendiksfigur 4. Absolutt antall ulike typer mikroplastpartikler per stasjon