

Elevers kunnskap om mikroplastens miljøeffekter på marine økosystemer

FOU – MGLU3507 – V22

KANDIDATNUMMER: 10006

NAVN: HÅKON FRANCKE HOLBERG-LINDLØKKEN

Sammendrag

Denne oppgaven handler om elevers kunnskap om marin mikroplastforsøpling og miljøeffektene av det i samspill med miljøgifter. Studiens problemstilling er «*Hva vet 10.trinnselever om marin mikroplastforsøpling og miljøpåvirkningene det kan gi på det marine økosystemet?*».

For å kunne måle kunnskapsnivået tar studien utgangspunkt i et semistrukturert spørreskjema som består av spørsmål, påstander og kvalitative spørsmål.

Studien triangulerer kvantitativ og kvalitativ metode for å få rik innsikt i kunnskapsnivået til 10.trinnselevne, og for å kunne stille større mengder data opp imot hverandre.

Studios teoretiske grunnlag baserer seg på fagfelleverdert forskning på feltet, samt offentlig informasjon fra statlige organ og store internasjonale interesseorganer.

Relevante nøkkelord for studien er:

Mikroplast, nanoplast, additiver, nedbrytningsevne, miljøgifter, akkumulering, utslippskilder, næringskjeder, økosystemer og helseeffekter.

Sentrale funn i studien er:

- Mikroplastens sammenhenger med miljøgifter i havet er lite kommunisert i bokserien Element for naturfag i ungdomsskolen, og i generell undervisning.
- Det trengs mer informasjon i undervisningen i tema «plast i havet» om utslippskilder av mikroplast for en mer nyansert forståelse av miljøproblemet
- Elevene vet at mikroplast i seg selv kan skade organismer, men ikke hva sammenhengene er med miljøgifter og hvilke helseeffekter dette kan ha.
- Det trengs mer nyansert informasjon om resirkulering av plast med tanke på uheldige stoffer i plast.

Innhold

Sammendrag	1
1.0 Innledning	3
1.1 Avgrensninger og begrepsdefinisjoner ..	4
1.4 Oppgavens struktur	5
2.0 Teori	5
2.1 Hva er plast?	5
2.2 Plastens evne til nedbrytning	5
2.3 Kilder til mikroplast i havet – et blikk på Norge	6
2.4 Mikroplast og miljøgifter i organismer .	7
2.5 Undervisning om plast i havet – hva burde elever vite?	9
3.0 Metode	10
3.1 Metode for dataanalyse	10
3.2 Etikk og personvern	12
3.3 Studiens kvalitet	12
3.4 Deltakerne i studien	12
4.0 Resultat	12
4.1 Undervisning og begreper	13
4.2 Plastens nedbrytningsevne og additiver	13
4.3 Kilder til mikroplast	13
4.4 Mikroplast og miljøgifter i organismer og økosystemet – og elevers forslag til løsning	14
5.0 Drøfting	15
5.1 Plast i undervisning	15
5.2 Elevers kunnskap om plast	15
5.3 Elevers kunnskap om kilder til mikroplast i havet	16
5.4 Elevers kunnskap om mikroplast og miljøgifter i organismer og deres forslag til løsning	17
6.0 Avslutning	19
Referanseliste	20

1.0 Innledning

Plast har fantastiske egenskaper, som for eksempel gjør den vannavstøtende eller at den kan tåle harde slag, eller at den kan strekkes. Dette, sammen med at plast er billig å produsere i forhold til glass, tre og metall, har trolig gitt store deler av verden bedre levestandarder i gjennom historien. Plastens egenskaper kommer med en pris.

Plast tilsettes ofte stoffer for å oppnå ønskede egenskaper. Noen av stoffene kan påvirke dyre- og menneskehelse. Plast er tungt nedbrytbar, men den slites sakte, men sikkert ned av miljøfaktorer; særlig på havet der plasten blir mindre og mindre. Ikke nok med at plast kan inneholde problematiske stoffer, så har mikroplast evnen til å tiltrekke seg andre substanser som for eksempel miljøgifter som allerede finnes i havet fra industri og lignende. På den måten kan mikroplasten gjøre miljøgifter mer tilgjengelig for organismer i havet.

I en ny rapport fra WWF anslås det at, selv om all plastforurensning hadde stoppet opp i dag, så hadde fortsatt mikroplastnivåene i havet doblet seg i løpet av 2050. Det er ventet at plastproduksjon skal fordoble seg innen 2040 og plastforurensningen anslås å tredoble seg, noe som 50-dobler mikroplast i havet innen år 2100, altså om 78 år (WWF, 2022, s. 5). I tillegg er det estimert at av all plast som noen sinne har blitt

produsert, er bare 10% resirkulert, 14% forbrent og de resterende 76% har endt opp på søppelfyllinger og i naturen (Geyer, 2020).

Det som gjør plastens miljøproblem til et dagsaktuelt tema er at, i likhet med verdens klimadiskurs, både blir forsket mye på, og forhandlet mye om; både nasjonalt og globalt.

Nasjonalt sett har regjeringen en egen plaststrategi som blant annet tematiserer klima- og miljøkonsekvensene av plast og behovet for globale plikter mot marin plastforsøpling og plastforurensning (Klima- og miljødepartementet, 2021).

I takt med dette er det nå inngått et historisk og globalt vedtak mellom FN og verdens klima- og miljøministre om å lage en juridisk bindende avtale mot plastforurensning innen 2024 (Klima- og miljødepartementet, 2022).

Når det gjelder mikroplastforurensning og miljøeffektene av det, slik denne studien ser på, har regjeringen også utarbeidet en handlingsplan for en giftfri hverdag (2021-2024). Der ønsker de å skaffe mer kunnskap om betydningen av «plast som vektor for spredning av og eksponering for miljøgifter». Samtidig ønsker regjeringen å «regulere bruken av miljøgifter og andre farlige stoffer i plast i Europa og globalt

(Klima- og miljødepartementet, 2021, s. 20).

Når det gjelder å resirkulere plast, har NILU, Norsk institutt for luftforskning, et prosjekt (PLASTCYCLE) som skal undersøke i hvilken grad Norge bidrar til at giftige og farlige additiver blir sirkulert sammen med platen. I tillegg viser NILU til at EU kommisjonen har et mål om at all plast skal kunne resirkuleres innen 2030 (NILU, 2020).

1.1 Avgrensninger og begrepsdefinisjoner

Studiens fokus er å kartlegge hvilket kunnskapsnivå elever på 10.trinn innehar av sammenhengene ved mikroplast og miljøgifter i havet. Studiens fokus ligger ikke på makroplastforsøpling. Selv om miljøgifter i menneskers hverdag er et interessant tema, som også forskes mye på, vil denne studien hovedsakelig berøre miljøgifter i havet.

Mikroplast – er en fellesbetegnelse for plast som har en størrelse på mindre enn 5 millimeter (Marfo, 2022).

Nanoplast – har ingen klar definisjon, men det refereres ofte til plastpartikler som har en størrelse på mellom 1 og 1000 nanometer (Marfo, 2022).

Miljøgifter – er ifølge Miljødirektoratet lite nedbrytbare stoffer som kan oppkonsentreres i organismer, og kan skape alvorlige langtidseffekter eller er svært giftige, alt i ulik grad (Miljødirektoratet, 2022). Kalles også PBT innen forskningen. (Persistente, Bioakkumulerende og Toksiske).

Økosystem – er der biota (levende) møter abiota (ikke-levende) i et system. Energien i systemet er i omløp mellom produsenter, konsumenter og nedbrytere; der alle har sin egen nisje og funksjon, og påvirkes av abiotiske faktorer som både kan gi muligheter eller kan begrense organismers funksjon og levekår. Økosystem omfatter begrepene næringskjeder og næringsnett (Ratikainen & Semb-Johansson, 2020).

Næringskjede – er veien energien og stoffer overføres fra produsenter til et bestemt trofisk nivå; for eksempel til en topp-konsument eller en nedbryter. Det er omtrent 10% av energien som blir overført til neste trofiske nivå (Ratikainen & Semb-Johansson, 2020).

Akkumulering – noen stoffer kan ikke omdannes i kroppen som energi. Som følge av dette vil disse stoffene kunne oppkonsentreres når stoffene følger næringskjeder, og konsentrasjonen av stoffet kan tidobles i neste ledd (Store norske leksikon, 2021).

1.2 Oppgavens struktur

Studiens hoveddel består av fire kapitler. Først blir teori og forskning på feltet presentert, deretter gjøres rede for hvilke metoder studien har brukt for å hente inn og analysere empiri. I denne delen blir også studiens kvalitet vurdert. Deretter presenteres resultatene, for så å drøfte resultatene opp i mot teori og forskning på feltet.

2.0 Teori

I dette kapitlet gjøres det rede for hva plast er, hva plasten inneholder og dens nedbrytningsevne. Deretter gjøres det rede for kilder til mikroplast i havet og hvordan den ender opp der. Mikroplastens og miljøgiftenes rolle på marine økosystemer er viktig. Til slutt sier jeg litt om temaet i skolesammenheng.

2.1 Hva er plast?

Det brukes forskjellige additiver for å oppnå bestemte egenskaper i plasten. De vanligste grunnene for å tilføre stoffer i plasten er for å fylle ut plasten, mykne den opp, gjøre den flammehemmende, endre farge, gjøre den mer motstandsdyktig mot UV-stråler og varme, og for å gjøre produksjonen av polymeren enklere for å nevne noen. For å gi et eksempel, så inneholder plast ofte 10-70% myknere (Andrady & Rajapakse, 2017, s. 6).

En type mykner som ofte brukes (globalt sett), *ftalater*, finnes ofte i hårgеле, sjampo og body lotion (Miljømerking Norge, 2021). Dette er produkter som også vaskes av og ofte ender opp i havet. DEHP er den ftalaten som oftest finnes igjen i prøver fra miljøet. Flere ftalater forstyrrer hormonene i kroppen og kan skade evnen til forplantning (Miljødirektoratet, 2021). Grunnen til at mennesker kan bli hormonelt påvirket av slike stoffer, er for det første at den kjemiske strukturen ligner våre egne hormoner, og for det andre at hormonsystemet vårt «justerer seg selv ved negativ tilbakekobling» (Grindeland et al., 2020, s. 444). Det er derfor nærliggende å tro at organismer i havet også kan påvirkes gjennom samme mekanisme.

I tillegg til ftalater kan det, globalt sett, finnes mange betenkelige innkapslede additiver som for eksempel bromerte eller fosfororganiske flammehemmere, tungmetaller som kadmium-, krom-, bly- og koboltforbindelser og bisfenoler (A, AF, B, BP, F, M og S) (Andrady & Rajapakse, 2017, s.6; Miljødirektoratet, 2021; Miljødirektoratet, 2021). Slike typer stoffer kan også være kreftfremkallende, hormonforstyrrende eller reproduksjonsskadelige.

2.2 Plastens evne til nedbrytning

Ifølge Liu et al., (2022, s. 1) er plast og mikroplast tungt nedbrytbart i naturen på

grunn sin hydrofile egenskap med sine stabile kovalente bånd og funksjonelle grupper som ikke er mottakelige for «angrep». Mikroplast har også en tendens til å tiltrekke seg andre substanser på grunn av sitt store *spesifikke overflateareal (areal sett i forhold til masse)*, som igjen forhindrer videre nedbrytning.

Det som derimot er med på å gjøre plastmolekylene mindre, er friksjon i form av vind og bølger eller fra UV-stråler. Ultrafiolett stråling forårsaker at kjemiske bindinger brytes (Auta et al., 2017, s. 167). Nedbrytningen vil også ta lengre tid når plast og mikroplast synker til mørkere og kjøligere omgivelser (GESAMP, 2014 i Auta et al., 2017, s. 167). Jo mindre plasten blir, jo vanskeligere blir det å fjerne den fra miljøet (Marfo, 2022).

Mikroplastpartikler har forskjellig størrelse, spesifikk tetthet, form og kjemisk sammensetning (Duis og Coors, 2016 i Auta et al., 2017, s. 167). Mikroplast finnes blant annet i kosmetiske produkter som ansiktsskrubber og tannkrem, syntetiske klær, i maling etc., er produsert i mikro-størrelser og kategoriseres derfor som primær mikroplast. Den sekundære mikroplasten kommer av at makroplast blir brutt ned under ovennevnte miljøforhold (Andrady, 2011; Wagner et al., 2014 i Auta et al., 2017, s. 167). På grunn av plastens egenskaper og miljøfaktorer som

bryter opp plasten, så vil plasten bli mindre og mindre i størrelse helt til den kategoriseres som nanoplast.

2.3 Kilder til mikroplast i havet – et blikk på Norge

Ifølge Miljødirektoratet, (2021) anslås det at omtrent 9 500 tonn mikroplast kommer på avveie til havet av omtrent 19 000 tonn i naturen generelt fra norske kilder. Verdens naturfond anslår at mellom 8 og 12 millioner tonn plast havner i havet globalt (WWF, 2022). Nyere forskning antyder en mengde på mellom 19-23 millioner tonn (Bergmann et al., 2022).

Kildene til mikroplast i norsk sammenheng er hovedsakelig fra bildekkslitasje og veistøv, gummigranulat, kosmetikk og tekstiler, maling, nedbrytning av makroplast og fra sjøbaserte næringer. Tallene er omsider usikre, da det for eksempel finnes lite god forskning om hvor mye sjøbaserte næringer faktisk slipper ut av mikroplast (NIVA, 2021, s. 1).

Det er anslått at mikroplast fra den norske biltrafikken ligger på mellom ca. 4 500 tonn og 10 800 tonn i året, noe som gjør bildekkslitasje og veistøv til den største kilden til at mikroplast ender opp i naturen. Dernest kommer gummigranulat som brukes på Norges ca. 1750 fotballbaner med omtrent et beregnet utslipp på mellom

ca. 2 600 tonn og 9 700 tonn per år (Miljødirektoratet, 2021, s. 51 & 54-55).

Når det gjelder ovennevnte kategorier, kan disse inneholde ulike miljøgifter ved utslipp. Dette kan være problematisk når forskningen samtidig viser at UV-strålene fra sola svekker innkapslingen og bindingene innad i plastpolymeren (Cole et al., 2011; Andrady, 2011; GESAMP, 2014; Mailhot et al., 2000; Lucas et al., 2008; Wagner et al., 2014 i Auta et al., 2017, s. 167).

Tekstiler kan for eksempel inneholde perfluorerte stoffer (PFASer), ftalater og tungmetaller. Bildekk og gummigranulat kan blant annet inneholde polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), klorerte parafiner, tungmetaller, sink, ftalater. (Miljødirektoratet, 2021, s. 33).

Dette er stoffer som er kjent for å kunne skape en eller annen form for skade eller forstyrrelser både hos mennesker og hos dyr om konsentrasjonene blir for høye.

Mikroplastpartiklene kan komme på avveie til havene på er gjennom elver, bekker, overvann og renseanlegg og på den måten også kunne bringe med seg miljøgifter til havet (Miljødirektoratet, 2021).

Auta et al., (2017, s. 173) hevder på sin side at kosmetikk og nedbrytning av makroplast er de største kildene til mikroplast i det marine miljøet. Dette er et

eksempel på at forurensningen av mikroplast ikke er den samme over hele verden. I lav- og mellominntektsland antas ofte at nedbrytning av forsøpelt makroplast bidrar mest til mikroplast i havet (Miljødirektoratet, 2021).

For å forhindre utslipp av mikroplast er det lettest å forhindre utslipp fra kosmetikk (primær mikroplast). Land som USA og Frankrike har innført forbud mot for eksempel å tilsette mikroplast i kosmetiske produkter som er ment til å skylles av etter bruk (EU-kommisjonen, 2017).

2.4 Mikroplast og miljøgifter i organismer

Mikroplast eksisterer i marine økosystemer i høye konsentrasjoner (Auta et al., 2017, s. 167).

Når mengden mikroplast øker så øker også tilgjengeligheten av mikroplast til marine organismer. Det blir altså enklere og enklere for organismer å innta mikroplast, jo mer mikroplast som kommer på avveie til havene.

Organismer som lever i og ved havet kan forveksle plast og mat, noe som kan føre til at plast havner i fordøyelsessystemet. Dette kan gi dyrene en indre skader, falsk metthetsfølelse (reduert matinntak), forgiftning og blokkere viktige funksjoner i tarmen som styrer opptak av næring (Auta

et al., 2017, s. 169; WWF, 2022; Miljødirektoratet, 2021).

En ny litteraturstudie viser, sammen med flere andre studier som er referert til i denne studien, at nanoplast kan tas opp i blodbanen. Studien peker på at jo mindre plasten blir, jo mer kjemisk effekt har den på marine organismer (Zaki & Aris, 2022, s. 1).

Det er samtidig funnet mikroplast i menneskeblod i en studie der hvor 17 av 22 personer hadde fått påvist mikroplast i blodbanen som sannsynligvis stammer fra mat og drikke eller fra luften vi puster, men også noe fra for eksempel kosmetiske produkter (Leslie et al., 2022).

Kjemikalier som ftalater, bisfenol A, flammehemmere, PCB'er, plantevernmidler, gjødsel og tungmetaller er kjent for å kunne være kreftfremkallende og forstyrre hormoner og immunforsvar (Tosetto et al., 2017 i Carbery et al., 2018, s. 405).

Det at additiver kan lekke ut av plast, kombinert med plastens evne til å tiltrekke seg miljøgifter og at det finnes gamle og relativt nye miljøgifter i havet fra før, gjør mikroplast i møte med havet til en cocktail av toksiske substanser. Studier som ser på effekten av mikroplastinntak i organismer har vist en rekke reaksjonsmekanismer som inflammasjon (betennelse), økt

aktivitet i immunsystemet, redusert mataktivitet, tap av energireserver, signifikant innvirkning på avkom og dødelighet av utsatte arter. Sammenhengen mellom mikroplast og miljøgifter i det store marine økosystemet er fortsatt ukjent, da det meste av den type forskning har foregått i isolerte eksperimenter (Carbery et al., 2018, s. 405).

Miljøgifter akkumuleres på ulikt vis. Fettløselige miljøgifter kan konsentreres i fettvev og i lever. De andre lagres for eksempel i andre typer vev eller i andre organer. Sett i sammenheng med næringskjeder, så vil miljøgiftene kunne biomagnifiseres (oppkonsentreres). Ofte ser man ikke skader på organismer før langt opp i næringskjeden. Da har forurensningen vart i lang tid (Miljødirektoratet, 2022).

Forskning på feltet blir ofte gjort i laboratorier og studien peker på viktigheten av ikke å bare bruke ny plast i simuleringer, men også eldre plast med samme konsentrasjoner som i havet og som er eksponert for samme type slitasje og stress (i form av for eksempel UV-stråler). Miljøproblemene er komplekse, og det er vanskelig å si noe om hvilke direkte konsekvenser dette gir på økosystemer (Carbery et al., 2018, s. 403). Dette bør forskes mer på.

2.5 Undervisning om plast i havet – hva burde elever vite?

Når det gjelder hva lærebøker sier, har jeg sett på bokserien «Element» som kom etter fagfornyelsen. Bokserien kommer i tre deler; en bok for hvert årstrinn på ungdomsskolen. Det er ikke utført en formell lærebokanalyse. Dette er min tolkning av det jeg har lest.

Element 8 tar for seg mikroplast og miljøgifter i temaet «Stoffer, helse og miljø». Boka beskriver mikroplast og miljøgifter hver for seg, uten å gå særlig i dybden av dette. Element 8 nevner at mikroplast brytes ned og at dyr kan forveksle plast med mat, noe som kan føre til at dyr sulter i hjel. Boka sier også at mikroplast kan bli så små at den kan inntas av dyre- og planteceller, men at virkningene er ukjent. Når det gjelder miljøgifter tar de fram et eksempel om menneskelig inntak av kvikksølv gjennom ferskvannsfisk, men ikke i samspill med mikroplast som vektor for spredning av miljøgifter. Boka peker på viktigheten av gode avfallsløsninger slik at plasten ikke kommer på avveie til naturen. Boka foreslår også at man kan bruke mindre plast, velge produkter med mindre farlige stoffer, kildesortere, kjøpe færre ting, eller kjøpe ting med miljømerker. Den sier også at «andre ganger må du undersøke selv og bruke det du vet om egenskapene til de

ulike stoffene, for å gjøre et godt valg» (Sameien, 2020, s. 66-73).

Et relevant tema i Element 9 er hormonsystemet. Boka sier ingenting om stoffer som kan forstyrre hormonene hos mennesker (Sameien, 2021, s. 183-193).

Element 10 tar for seg blant annet at miljøgifter kan forstyrre nerve-, hormon-, og immunsystemer hos mennesker, men nevner at dyr og planter også kan ta skade, men ikke på hvilken måte. Boka sier at miljøgifter kan finnes i matemballasje, kassalapper og deodoranter og at hormonhermere kan lekke ut fra gamle plastprodukter. Den sier ingenting om forstyrrelser på marin biota. I tillegg nevnes det at det er problemer ved forbud av skadelige stoffer fordi uregulerte erstatningsstoffer kan være like problematiske (Sameien, 2022, s. 146-149).

For å oppsummere; Bokserien tar ikke for seg hvordan samspillet mellom mikroplast og miljøgifter påvirker marine økosystemer.

Når det gjelder undervisning om det overordnede temaet «Plast i havet», finnes det flere innfallsvinkler. Eksempler på dette er gjennom bøker, videoer på internett, lese aviser, høre lære snakke om det osv. Det jeg dog ønsker å trekke fram, er muligheten for en mer virkelighetsnær

og utforskende tilnærming til tema i tråd med dagens dybdelæringsfokus. Siden mikroplastens miljøproblem er såpass komplekst og global, ville en teoretisk tilnærming kunne bli for abstrakt for elevene. For å oppnå reell forståelse og handlingskompetanse for bærekraftig utvikling er det viktig at elevene får erfare og oppleve virkelighetens verden, ikke bare gjennom teorier om virkelighetens fenomener. *Fenomenbasert undervisning* legger til rette for at elevene øver på å «observere, ta og føle på fenomenene i verden, som utgangspunkt for å lære mer om de mer teoretiske sidene ved fenomenene» (Sinnes, 2021, s. 140). Et eksempel på en slik tilnærming kan være å rydde plast i strandsonen. Her kan elevene kjenne at jo mindre platen blir, jo mer umulig vil det føles å kunne rydde den bort. Her vil lærere kunne ha en unik mulighet til, i dialog med elevene; føre samtaler om mikroplast i havet og miljøaspekter ved det. Senter mot marin forsøpling har, i samarbeid med «Hold Norge Rent», gode veiledninger og metoder for strandrydding som lærere kan bruke (Marfo, 2022).

3.0 Metode

3.1 Metode for dataanalyse

Problemstillingen indikerer at kunnskapsnivået til 10.trinnselever må

måles opp imot fakta og forskning på feltet. For å kunne få best innsikt i hva elevene kan, og ikke kan, har jeg valgt å triangulere kvantitativ og kvalitativ metode gjennom et spørreskjema. Dette gjør studien til en metodetriangulert (*mixed method*) studie (Grønmo, 2021).

Hovedsakelig er spørreskjemaet kvantitativt, samtidig stilles det to kvalitative spørsmål hvor respondentene kan utdype sin kunnskap, noe som utgjør den kvalitative delen av empirien.

Studiens empiri tar utgangspunkt i et semistrukturert og prekodet spørreskjema (vedlegg 1). Utformingen av spørreskjemaet er problemstillingen «*Hva vet 10.trinnselever om marin mikroplastforsøpling og miljøpåvirkningene det kan gi på det marine økosystemet?*». En ulempe ved å bruke prekodete spørreskjemaer, er at man må vite hva man skal spørre om på forhånd (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 129). For å bestemme hvilke spørsmål som burde være med, leste jeg litt teorier og fakta om temaer som mikroplast i havet, miljøgifter, helseeffekter og lignende. I utformingen av spørreskjema har jeg forsøkt å stille konkrete spørsmål med presise formuleringer. Det er også brukt Likert-skala ved påstandene, samtidig som at kategorien «vet ikke» er med. Krosnick og Presser (2010, i Christoffersen &

Johannessen, 2012, s. 134), mener dette er gunstig ved undersøkelser hvor respondentene ikke har nok kunnskap til å svare, eller ikke har noen mening.

Spørreskjemaet består av 9 spørsmål, 15 påstander og 2 kvalitative spørsmål, og er derfor omfattende. De første 9 spørsmålene handler hovedsakelig om elevene har hatt undervisning om temaet «plast i havet» og på hvilken måte. Den spør også om de har hørt om begreper som *mikroplast* og *miljøgift*, og fra hvilke kilder. Det er også spørsmål som skal måle hva de kan om forurensningskilder. Påstandene tar for seg temaer som plastens nedbrytningsevne, hvilken skade mikroplast kan gi, hva det kan ha å si for næringskjeder, og hva de vet om plastens innhold og dens sammenhenger med miljøgifter. Samtidig er det rom for å skrive sine egne tanker i to kvalitative spørsmål, der det ene spørsmålet er «*hvilke konsekvenser tror du det kan ha at mikroplast tas opp i næringskjeder?*», og det andre er «*hva kan man gjøre for å redusere forurensning av havene for å forhindre eventuelle negative helseeffekter hos dyr og mennesker?*».

Datainnsamlingen ble gjort ved nettskjemaløsningen; nettskjema.no. Etter endt spørreundersøkelse ble det generert en *univariat dataanalyse* av hver enkelt variabel (vedlegg 16). Dette gir meg *noe* innsikt i hva klassen som helhet kan mer

eller mindre om; helhetlig sett. Samtidig er det viktig å se etter sammenhenger på tvers av svarene i en *bivariat dataanalyse*. Måten dette er gjort på er ved å lage en kodebok til variablene i spørreskjema, for deretter å eksportere variablene til et statistikkprogram. Jeg har valgt å bruke analyseverktøyet i statistikkprogrammet «*Jamovi*» for å finne sammenhenger på tvers av svar, i tillegg til å bruke den autogenererte og univariate rapporten fra nettskjema.no. Spørreskjema består også av to kvalitative spørsmål. Disse er omkodet til kategorier som er meningsbærende for det respondentene har skrevet (vedlegg 15) gjennom en fenomenologisk tolkning (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 99).

For å kunne gjøre et stort tema målbart har jeg valgt å operasjonalisere og dekomponere temaet i problemstillingen til følgende (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 125).;

Mikroplast i havet og miljøeffekter

- Undervisning og begreper
- Plastens nedbrytningsevne og additiver
- Kilder til mikroplast
- Mikroplast og miljøgifter på organismer og næringskjeder - og elevers forslag til løsning

3.2 Etikk og personvern

Ingen personidentifiserende opplysninger er innhentet ved denne studien, og er derfor ikke søknadspliktig hos NSD. Samtidig er elevene over 15 år, og undersøkelsen krever ikke samtykke fra foreldre. Undersøkelsen har vært helt anonym og frivillig, og det er ikke innhentet personopplysninger som navn, alder eller IP-adresser. Undersøkelsen har hentet inn hvilket kjønn elevene har, men var ikke relevant for denne studien. Svarene på undersøkelsen er lagret sikkert i nettskjema.no.

3.3 Studiens kvalitet

Ett av studiens fordeler er at den har mange parametere og derfor mye potensiell data å analysere opp imot hverandre. Spørreskjemaet måler elevens kunnskap i bredden. Ett av ulempene ved dette har vært at jeg ikke har fått undersøke kunnskapen godt nok i dybden – på færre parametere. Spørreskjemaet ble langt, og de to kvalitative spørsmålene jeg ønsket flest utdypende svar på, ble satt nederst. Dette kan ha påvirket motivasjonen for å besvare spørsmålene, noe som svekker påliteligheten i noen av svarene. Ulik tolkning av spørsmål kan også svekke påliteligheten. Dette påvirker analysearbeidet. Ved utforming av framtidig spørreskjema er det viktig å lage færre, men rikere spørsmål. Det som

styrker påliteligheten i svarene, er at undersøkelsen er anonym og at elevene ikke ser hva andre har svart. Normalt sett bør det gjennomføres en *prestudie* før spørreskjemaet blir ferdigstilt og sendt ut for å kartlegge og rette opp potensielle feilkilder (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 129). Spørreskjemaet som er brukt i denne studien kan videreutvikles av andre forskere slik at den er mer tilpasset til dybdeinnsikt. Selv om empirien er noe usikker, og kun ser på én 10.trinnsklasse, kan resultatene ha en viss overføringsverdi for andre elever i samme alder i skoleløpet.

3.4 Deltakerne i studien

Populasjonen i denne undersøkelsen er 35 elever som går i tiende klasse på en skole i Trondheim. 27 av disse svarte på spørreundersøkelsen og gir en svarprosent på 77%. Blant de 27 som har svart, er det 26 som jeg anser som gyldige og svarene til disse respondentene vil derfor være grunnlaget for dataanalysen. Respondenten jeg har valgt vekk svarte på under halvparten av spørreundersøkelsen. Hos de 26 andre anser jeg svarene å være innenfor det som er forventet.

4.0 Resultat

Oppgaven tar for seg relevante parametere for å kunne måle kunnskapsnivået i temaet «marin mikroplastforsøpling og miljøpåvirkningene det kan gi på det

marine økosystemet». Statistiske illustrasjoner er vedlagt. Selv om alle spørsmålene i spørreundersøkelsen er relevant for det overordnede temaet «Plast i havet», er noen parametere utelatt da de ikke var relevante for problemstillingen.

4.1 Undervisning og begreper

Alle respondenter, utenom én, har hatt undervisning som omhandler plast i havet i løpet av ungdomsskolen (vedlegg 2).

Læringsmetoden har hovedsakelig vært ved bruk av bøker, internett, hørt lærer snakke om det eller at de har laget egen presentasjon om tema. Ingen har brukt strandrydding eller noe annet for å lære om tema.

92,3% av respondentene har hørt om begrepet *mikroplast*, hovedsakelig via lærere, sosiale medier eller nyheter (vedlegg 3)

53,8% av respondentene har *ikke* hørt om begrepet *miljøgift* (vedlegg 4).

Omtrent 31% av elevene som har hørt om *mikroplast* via lærere har også hørt om *miljøgift* via lærere (Vedlegg 5).

4.2 Plastens nedbrytningsevne og additiver

53% av respondentene svarte at de er uenig i at mikroplast blir brutt 100% ned etter hvert og at de samtidig var enig i at plast brytes langsomt ned, men at de ikke

forsvinner. Hovedvekten ligger på at mikroplasten ikke blir brutt 100% ned og at det er en del enighet i at plasten aldri forsvinner selv om den brytes ned til mindre biter. De som svarte noe annet, svarte hovedsakelig at de ikke visste (vedlegg 6).

Det er derfor til dels bred enighet om at plast ikke forsvinner selv om den brytes ned – langsomt.

50% av de som har hørt om begrepet *miljøgift* sier seg uenig i at man kan være trygg på at plast ikke inneholder miljøgifter. Til sammenligning er det 78,5% av de som *ikke* har hørt om begrepet *miljøgift* som også sier at man ikke kan være trygg på at plast ikke inneholder miljøgifter. Det er derfor en forholdsmessig større andel av de som ikke har hørt om *miljøgift* som tar stilling til påstanden (vedlegg 7).

30,8% av respondentene svarte «vet ikke» ved påstanden «Alle plastprodukter som blir solgt i butikker er fri for miljøgifter», og 57,7% stilte seg uenig. Samtidig er det stor variasjon i svarene når det gjelder påstanden «Når man kjøper et plastprodukt, er det enkelt å finne ut hva plasten er laget av» (Vedlegg 8).

4.3 Kilder til mikroplast

Her fikk elevene spørsmål om hva de trodde den største kilden til mikroplast i

havet i Norge var. 38,5% av respondentene svarte «nedbrytning av makroplast» og 30,8% svarte «Kosmetikk og tekstiler». Kun 11,5% svarte bildekkslitasje (vedlegg 9).

De fleste tror derfor at nedbrytning av makroplast eller kosmetikk og tekstiler er den største kilden til at mikroplast kommer på avveie til havet.

4.4 Mikroplast og miljøgifter i organismer og økosystemet – og elevens forslag til løsning

Omtrent 73 % av respondentene uenig i at dyr kan enkelt skille mellom mat og plast når de skal spise samtidig som de er enten enig eller delvis enig i påstanden om at plast spises av dyr og kan gi redusert matinntak (vedlegg 10).

Omtrent 77 % av de som er uenige i at det er enkelt å skille mellom plast og mat når de skal spise, mener også at det kan gi indre skader (vedlegg 11).

50% av elevene vet ikke at mikroplast kan transportere andre miljøgifter som finnes i havet. Samtidig har 33,3% svart seg enig i påstanden. 57,7 % er enig i at plast kan bidra til at miljøgifter hopper seg opp i næringskjeden. 76,9% er enig i at plastens tilsetningsstoffer kan potensielt påvirke helsen til dyr og mennesker som får i seg disse. (vedlegg 12).

Her fikk elevene svare to kvalitative og relevante spørsmål.

Elevene ble stilt følgende spørsmål;

1. Hvilke konsekvenser tror du det kan ha at mikroplast tas opp i næringskjeder?
2. Hva kan man gjøre for å redusere forurensning av havene for å forhindre eventuelle negative helseeffekter hos dyr og mennesker?

(Spørsmål 1 – vedlegg 13)

Halvparten (13 stk) av respondentene vet ikke hvilke konsekvenser det kan ha i næringskjeder i havet. 6 av 26 tror det er skadelig, uten å ha særlige argumenter for det*. 4 av 26 tror det er fare for død*. 3 av 26 tror at mikroplasten ender opp i mennesker, og 1 av 26 tror det vil føre til mindre matressurser for mennesker.

* Figuren viser 27 svar fordi én person har svart både skadelig og fare for død.

Samtlige andre har kun ett svar.

(Spørsmål 2 – vedlegg 14)

Hva kan man gjøre for å redusere forurensning av havene for å forhindre eventuelle negative helseeffekter hos dyr og mennesker?

En samling av meningsbærende argumenter i respondentenes svar er listet opp;

10 elever mener at kildesortering er viktig, 10 elever mener at man ikke skal kaste søppel i naturen, 7 elever vet ikke, 4 mener man burde bruke mindre plast, 4 skriver at man burde rydde søppel i naturen. Ellers sier én at man bør «være miljøvennlig» og én sier at problemet er for stort og at vi ikke kan gjøre noe med det.

5.0 Drøfting

5.1 Plast i undervisning

Selv om de fleste har hatt undervisning om plast i havet, så antyder analysen av empiri at kun 1 av 3 har hørt om begrepene mikroplast og miljøgift fra lærere. Ingen av respondentene har brukt strandrydding eller annet for å lære om temaet plast i havet.

Strandrydding kan være en god tilnærming til tema «Plast i havet» og gir muligheter til å lære om mikroplast og miljøgifters rolle på marine økosystemer.

Rydd norge.no er et samarbeid mellom Senter mot marin forurensning og Hold Norge Rent og har gode verktøyer for å utføre ryddeaksjoner langs Norges kyst som lærere kan bruke i undervisning. På denne måten kan elevene oppleve at det er vanskelig å rydde plast jo mindre den blir, og her kan lærere snakke sammen med elevene om mikroplastens rolle i økosystemet og i tillegg hvilke sammenhenger det har med miljøgifter i

havet. Så å si alle elever har hørt om *mikroplast*, men rundt halvparten har *ikke* hørt om *miljøgifter*.

Ser vi på bokserien «Element», ser vi at mikroplast og miljøgifter hovedsakelig blir omtalt hver for seg, men boken nevner først i fagstoffet ment til 10.trinn at miljøgifter kan finnes i matemballasje og at hormonhermere kan lekke ut fra gamle plastprodukter. Boken sier ingenting om hvordan dette kan forstyrre marine økosystemer, eller at mikroplast kan være en vektor for miljøgifter.

Sammenhengene mellom mikro- og nanoplast og miljøgifter er et nytt og ungt forskningsområde, og det er mye forskning som pågår nå. Dette gjør at det vil ta noe tid før konklusjonene med større sikkerhet kan koble sammenhengene i lærebøker. For å kunne nyansere temaet «Plast i havet» i undervisning ville det vært berikende om lærere også leser litt forskning på feltet i tillegg til læremidler som for eksempel Element-serien.

Det er derfor et forbedringspotensial for å undervise også om mikroplasten og miljøgifters rolle i temaet «Plast i havet».

5.2 Elevers kunnskap om plast

Vi vet at de kjemiske egenskapene til plast, som for eksempel dens hydrofile egenskap, stabile kovalente bånd og sine funksjonelle grupper som ikke er mottakelig for angrep,

gjør at plast og mikroplast er tungt nedbrytbart i naturlige omgivelser (Liu et al., 2022, s. 1).

Det er stor enighet mellom respondentene om at plast ikke brytes ned 100%, og de fleste vet at selv om plast brytes langsomt ned, så forsvinner den aldri. Det er ikke undersøkt om respondentene forstår kjemien bak fenomenet som gjør plast så tungt nedbrytbart.

Det virker derfor som om at elevene stort sett har fått med seg at plast ikke brytes naturlig ned i havet.

Plast blir, globalt sett, tilsatt ulike tilsetningsstoffer for å endre på en rekke egenskapene eller for eksempel å gjøre produksjonen enklere (Andrady & Rajapakse, 2017, s.6). Noen av disse tilsetningsstoffene kan i seg selv skade eller forstyrre helsen til dyr og mennesker med tanke på kroppens evne til å reparere muterte celler (utvikling av kreft), hormonsystemets negative tilbakekoblingssystem (Grindeland et al., 2020, s. 444) og kan virke inn på reproduksjonsevnen.

Det er vanskelig å si noe om elevenes kunnskap om at basisplast blir tilsatt additiver og om disse kan fungere som miljøgifter i møte med naturen. Den univariate, empiriske analysen antyder på sin side at de fleste elever mener man ikke

kan være trygg på at plast ikke inneholder miljøgifter, at butikksolgte plastprodukter kan inneholde miljøgifter, og at stoffer som finnes i plast, kan potensielt påvirke helsen til dyr og mennesker som får i seg disse stoffene. Samtidig viser en bivariat analyse at man finner noen ulogiske forskjeller mellom de som har hørt om *miljøgifter* og de som ikke har det i ulike spørsmål om plast og innhold av miljøgifter. På den måten kan dette være en feilkilde.

5.3 Elevers kunnskap om kilder til mikroplast i havet

Nasjonalt og internasjonalt kommer store mengder mikroplast på avveie til havet gjennom elver, bekker, overvann og renseanlegg. Nyere forskning påstår at anslagene av mengden plast på avveie er større enn tidligere anslått (Bergmann et al., 2022), og mengden er anslått å kunne 50-doble seg innen 78 år (WWF, 2022, s. 5).

Vi vet at biltrafikk og gummigranulat er de største kildene til mikroplast i naturen generelt i Norge, og en del av dette og at det trengs bedre forskning på kartleggingen av andre kilder som for eksempel sjøbaserte næringer (NIVA, 2021, s. 1).

De fleste elever mente at nedbrytning av makroplast eller kosmetikk og tekstiler var de største kildene til mikroplast i havet. Dette kan vi også se samsvarer med

svarene i spørsmålet «*Hva kan man gjøre for å redusere forøpling av havene for å forhindre eventuelle negative helseeffekter hos dyr og mennesker?*», der mange elever mener man burde kildesortere, ikke kaste søppel i naturen, rydde naturen for søppel eller bruke mindre plast. Bare 3 av 26 mente at bildekkslitasje var den største kilden til mikroplast i havet.

I skolekontekst kan dette bety at det trengs mer informasjon om hvilke kilder som slipper ut mest til naturen.

5.4 Elevers kunnskap om mikroplast og miljøgifter i organismer og deres forslag til løsning

Økende konsentrasjoner av mikroplast i havet er i dag, og vil i framtiden, ikke bare være et problem i seg selv, men også i sammenheng med miljøgifter. Organismer i og ved havet forveksler plast og mikroplast med mat og kan utgjøre fysisk og kjemisk skade i seg selv ved å gi indre skader, falsk metthetsfølelse, forgiftning og at den kan blokkere viktige funksjoner i fordøyelsessystemet (Auta et al., 2017, s. 167).

Omtrent 3 av 4 elever vet at organismer forveksler mat og plast og i tillegg kan gi redusert matinntak. Omtrent 3 av 4 elever vet også at dette gir indre skader.

Elevene vet at mikroplasten i seg selv skader organismer.

Vi vet at bildekkslitasje og veistøv i tillegg til gummigranulat utgjør den største kilden av mikroplast i norsk sammenheng og at dette kan slippe ut problematiske stoffer i seg selv ved utslipp og nedbrytning (Miljødirektoratet, 2021, s. 33).

Tar vi mikroplastens evne til å tiltrekke seg andre substanser (Liu et al., 2022, s. 1) i betraktning kan lekkasje av plastens egne tilsetningsstoffer og tilknytningen til andre miljøgifter som finnes i det akvatiske miljøet utgjøre en cocktail av toksiske substanser.

Et interessant funn er at halvparten av elevene har svart at de ikke vet om mikroplast kan være med på å transportere miljøgifter. Dette styrker mistanken om at dette ikke har blitt kommunisert godt nok i undervisningen om plast i havet.

Man ser en rekke reaksjonsmekanismer som går i retning av forstyrrelser i balansen i økosystemer ved for eksempel at det blir registrert signifikante innvirkninger på avkom og dødelighet, redusert mataktivitet og økt immunrespons etc. hos organismer (Carbery et al., 2018, s. 405).

Det at halvparten av elevene ikke vet hvilke konsekvenser det kan ha at mikroplast tas opp i næringskjeder, kan tyde på at det mangler noen viktige perspektiver i undervisningen av temaet «plast i havet». På en annen side kan det

samtidig tyde på at oppsettet eller kvaliteten på spørreskjema ikke var slik den burde, og engasjementet for å utdype seg i tekstform etter en lengre spørreundersøkelse hadde dalt. Ellers var det i alt 10 elever som mente at det kunne være skadelig eller være fare for død, uten å ha noen faglige argumenter for det.

Ingen elever hadde nevnt noe om miljøgifter eller potensielle helseskadelige stoffer, selv om nesten 6 av 10 svarer i et annet spørsmål at de er enige i at plast kan bidra til at miljøgifter hopper seg opp i næringskjeder, i tillegg til at over 3 av 4 er enige i at plastens tilsetningsstoffer kan potensielt påvirke helsen til dyr og mennesker som får i seg disse.

Analyser av spørsmålet «*Hva kan man gjøre for å redusere forøpling av havene for å forhindre eventuelle negative helseeffekter hos dyr og mennesker?*» tyder på at de fleste respondentene mener at man burde kildesortere, ikke kaste søppel i naturen, bruke mindre plast eller rydde søppel fra naturen. Dette er løsninger som hovedsakelig går på hva man som forbruker kan gjøre når det gjelder makroplast, ikke hva industrien bør ta ansvar for, slik vi ser eksempler av når det gjelder USA og Frankrike med tanke på mikroplast tilsatt i kosmetikk. Spørsmålet burde kanskje ha inneholdt begrepet

mikroplast, for å unngå at elevene skulle tenke hovedsakelig makroplast.

Vi vet også at resirkulering av plast kan være problematisk når det gjelder å resirkulere miljøgifter (NILU, 2020).

Dette kan bety at elevenes forståelse av hvordan mikroplast påvirker marine økosystemer stort sett handler om, i beste fall, større mikroplast og at den kan utgjøre en form for skade, men at elevene ikke vet nok om mikroplastens rolle i transporten av miljøgifter og andre substanser i marine økosystemer. Forskningen selv vet ikke med sikkerhet hvordan det påvirker det store økosystemet, siden mye av forskningen foregår på laboratorier.

6.0 Avslutning

Denne studien har undersøkt hva 10.trinnselever vet om marin mikroplastforsøpling og miljøpåvirkningene det kan gi på det marine økosystemet. Dette er undersøkt gjennom en bred *mixed method*-undersøkelse.

Plastens fantastiske egenskaper kommer med noen miljømessige konsekvenser, både i seg selv, og i sammenheng med miljøgifter ved marin forsøpling.

Forskning er tydelig på at mikroplast i havet i samspill med plastens egne additiver og eksisterende miljøgifter i havet kan skade og/eller forstyrre individers signalsystemer.

Samspillet i intrikate marine økosystemer er vanskeligere å kartlegge, spesielt i laboratorier hvor simuleringene kan være mindre virkelighetsnære.

Store internasjonale interesseorgan som WWF, og statlige organ som EU og departementer under regjeringen i Norge og i verden, jobber for å finne løsninger på plastproblematikken i seg selv og i samspill med miljøgifter i naturen.

Elevne som er undersøkt i denne studien vet at plast kan være skadelig, men ikke på hvilken måte. Elevne har liten kunnskap om sammenhengene med miljøgifter.

I lys av en noe manglende forståelse, bør lærere også implementere dette aspektet inn i undervisning om plast i havet.

Temaet er et nytt og ungt forskningsområde som viser til flere sammensatte, negative konsekvenser.

For en mer nyansert undervisning om plast i havet, bør lærere sette seg litt inn i slik forskning. Dette med tanke på at tilgjengelig læreverk kan mangle oppdatert informasjon om ulike aspekter ved marin plastforsøpling.

Metodene som er brukt i denne studien kan videreutvikles av andre for å undersøke en lignende problemstilling.

Referanseliste

Andrady, A. L. & Rajapakse, N. (2017, 22. april). Additives and Chemicals in Plastics: Types of Additives Used in Common Plastics. I Takada, H & Karapanagioti, H. K. (red), *The Handbook of Environmental Chemistry: Hazardous Chemicals Associated with Plastics in the Marine Environment* (Vol. 78., s, 1-19). Springer International Publishing AG.

<https://doi.org/10.1007/978-3-319-95568-1>

Auta, H.S., Emenike, C. U., & Fauziah, S. H. (2017). Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environment International*, 102, 165–176.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013>

Bergmann, M., Collard, F., Fabres, J. et al. Plastic pollution in the Arctic. *Nature Reviews - Earth Environment* 3, 323–337 (2022). <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00279-8>

Carbery, M., O'Connor, W. & Thavamani, P. (2018). Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health. *Environment International*, 115, 400–409. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.03.007>

Christoffersen, L & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Abstrakt forlag.

EU-kommisjonen. (2017). *Draft Ordinance amending the Chemicals Products (Handling, Import and Export Prohibitions) Ordinance* (1998:944). <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/en/search/?trisaction=search.detail&year=2017&num=284>

Geyer. (2020). Production, use, and fate of synthetic polymers. I *Plastic Waste and Recycling* (s. 13–32). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817880-5.00002-5>

Grindeland, J. M., Staberg, R. L. & Tandberg, C. (2020). *Biologi for lærere* (2. utgave). Gyldendal.

Grønmo, S. (2021, 10. mai). Forskningsmetode – samfunnsvitenskap. I *Store norske leksikon*. https://snl.no/forskningsmetode_-_samfunnsvitenskap

Klima- og miljødepartementet. (2021). *Handlingsplan for ein giftfri kvardag 2021–2024*. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/handlingsplan-for-ein-giftfri-kvardag-20212024/id2865028/>

Klima- og miljødepartementet. (2021). *Norges plaststrategi* (T-1577 N). Hav- og forurensningsavdelingen. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/noregs-plaststrategi/id2867004/>

Klima- og miljødepartementet. (2022, 2. mars). Enighet om global avtale mot plastforurensing. Regjeringen. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/enighet-om-global-avtale-mot-plastforurensing/id2902765/>

Leslie, H. A., van Velzen, M. J. M., Brandsma, S. H., Vethaak, A. D., Garcia-Vallejo, J. J., & Lamoree, M. H. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environment International*, 163, 107199–107199. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199>

Liu, Xu, M., Ye, Y., & Zhang, B. (2022). On the degradation of (micro)plastics: Degradation methods, influencing factors, environmental impacts. *The Science of the Total Environment*, 806(Pt 3), 151312–151312. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151312>

Miljødirektoratet. (2021). *Norske landbaserte kilder til mikroplast*. (Rapport M-1910). Miljødirektoratet. <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2021/april-2021/norske-landbaserte-kilder-til-mikroplast/>

Miljødirektoratet. (2021, 11. juni). *Bisfenoler (bisfenol A)*. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/prioriterte-miljogifter/bisfenoler-bisfenol-a/>

Miljødirektoratet. (2021, 11. juni). *Fosfororganiske flammehemmere*. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/prioriterte-miljogifter/fosfororganiske-flammehemmere/>

Miljødirektoratet. (2021, 11. juni). *Ftalater*. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/prioriterte-miljogifter/ftalater/>

Miljødirektoratet. (2021, 9. august). *Mikroplast*. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/mikroplast>

Miljødirektoratet. (2022, 7. mars). *Miljøgifter*. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/>

- Miljømerking Norge. (2021, 24. august). Hva er ftalater?. Svanemerket.
<https://svanemerket.no/kjemikalier-og-miljogifter/hva-er-ftalater/>
- NILU - Norsk institutt for luftforskning. (2020). Velkommen til PLASTCYCLE-nettsidene.
Do you want to be part of fixing the broken plastic cycle?. <https://plastcycle.nilu.no/>
- NIVA. (2021). *Sea-based sources of microplastics to the Norwegian marine environment* (NIVA Rapport M-1911). Norsk institutt for vannforskning.
<https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2021/april-2021/sea-based-sources-of-microplastics-to-the-norwegian-marine-environment/>
- Ratikainen, I. I. & Semb-Johansson, A. (2020, 27. august). Økosystem. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/okosystem>
- Sameien, M. B. (Red). (2020). Element 8: *Stoffer, helse og miljø*. Gyldendal.
- Sameien, M. B. (Red). (2021). Element 9: *Hormonsystemet*. Gyldendal.
- Sameien, M. B. (Red). (2022). Element 10: *Miljøgifter kan skade helsen*. Gyldendal.
- Senter mot marin forøpling. (2022). *Veileder strandrydding*. <https://www.marfo.no/veileder-strandrydding/>
- Senter mot marin forøpling. (2022, 8. mars). *Mikroplast*. <https://www.marfo.no/plast-i-havet/mikroplast/>
- Senter mot marin forøpling. (2022, 8. mars). *Nanoplast*.
<https://www.marfo.no/artikkel/nanoplast/>
- Sinnes, A. T. (2021). *Hvordan utvikle en undervisning for bærekraftig utvikling (UBU)?: Fenomenbasert undervisning*. Universitetsforlaget.
- Store norske leksikon. (2021, 6. juli). akkumulasjon (biologi). I *Store norske leksikon*.
https://snl.no/akkumulasjon_-_biologi
- Tekman, M. B. , Walther, B. A. , Peter, C. , Gutow, L. and Bergmann, M. (2022): *Impacts of plastic pollution in the oceans on marine species, biodiversity and ecosystems*, 1–221, WWF Germany, Berlin. Doi: 10.5281/zenodo.5898684
- WWF. *Plast i havet*. <https://www.wwf.no/dyr-og-natur/hav-og-fiske/plast-i-havet>. Hentet 1. mai, 2022.

Zaki, M. R. M & Aris, A. Z. (2022). An overview of the effects of nanoplastics on marine organisms. *The Science of the Total Environment*, Vol. 831,.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154757>