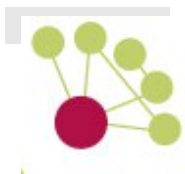




Modul 9



**Utvikle undervisnings-
opplegg om SSI I
– fokus på didaktiske aspekter**

Denne skissen er basert på arbeidet innenfor prosjektet Environmental Socio-Scientific Issues in Initial Teacher Education (ENSITE). Koordinering: Prof. dr. Katja Maaß, UNIVERSITY OF EDUCATION FREIBURG, Tyskland Partnere: UNIVERSITEIT UTRECHT, Nederland; ETHNIKO KAI KAPODISTRIAKO PANEPISTIMIO ATHINON, Hellas; UNIVERSITÄT KLAGENFURT, Østerrike; UNIVERZITA KARLOVA, Tsjekkia; UNIVERSITA TA MALTA, Malta; HACETTEPE UNIVERSITY, Tyrkia; NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET NTNU, Norge; UNIVERSITY OF NICOSIA, Kypros; INSTITUTE OF MATHEMATICS AND INFORMATICS AT THE BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCE, Bulgaria; UNIVERZITA KONSTANTINA FILOZOFA V NITRE, Slovakia.

Prosjektet «Miljømessige sosiovitenskapelige spørsmål i lærerutdanning» (ENSITE) har fått delfinansiering fra EU-programmet Erasmus+ under tilskuddsavtale nr. 2019-1-DE01-KA203-005046. EU, EU-kommisjonen eller prosjektets nasjonale finansieringsorgan DAAD har intet ansvar for innholdet eller for tap eller skade som følge av bruken av disse ressursene.

© ENSITE-prosjektet (tilskuddsavtale nr. 2019-1-DE01-KA203-005046) 2019–2022, hovedbidrag av Ragnhild Lyngved Staberg, Annette Lykknes, Jardar Cyvin, Hilde Ervik og Ellen Marie Andersson, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Norge. Lisensiert under CC-BY-NC-SA 4.0.





Generell oversikt og mål

Denne modulen er laget for høyere utdanning til bruk i leksjoner/seminarer for lærerstudenter i matematikk og naturfag.

I denne modulen blir fremtidige lærere introdusert for ideer om hvordan man kan utforme en leksjon som er basert på plastdilemmaet. På den ene siden er den basert på forskning knyttet til sosiovitenskapelige spørsmål (SSI) og på den andre siden på utdanning for bærekraftig utvikling (ESD). Modulen involverer også utforskningsbasert læring som pedagogisk metode. Som et eksempel bruker vi den enorme utfordringen plastavfall utgjør, konsekvenser for menneskeheten og naturen og forslag til hvordan vi kan håndtere dette i en pedagogisk sammenheng.

Hva man skal gjøre med avfall fra byene og hvordan man skal bruke dette avfallet er fortsatt blant de viktigste miljøproblemene i dag. Formålet med denne modul 9 er å presentere en oppdatert status for forskningen på SSI-spørsmål knyttet til plastavfall og bidra til å øke bevisstheten blant de unge generasjonene. I dette arbeidet har skoler og lærere en viktig rolle for å øke elevenes kunnskap og bevissthet om plast som avfallsproblem og hvor stort dette problemet er. Selv om mengde og typer plast/mikroplastavfall er ganske godt dokumentert, mangler det fortsatt kunnskap om fysiologiske virkninger. Forskningen er fragmentert innenfor SSI-området og opplæring vedrørende plastavfall, og resultatene knyttet til offentlig bevissthet og offentlige tiltak er ikke entydige.

En studie nylig viste at barn fra 4. klasse til videregående skole (9–18 år) har en begrenset systematisk forståelse av marint plastavfall (Uehara, 2020). Derfor er det behov for å øke deres bevissthet. Flere studier har analysert effekten av avfallsforebyggende programmer på elevenes kunnskap, holdninger og adferdsendringer, fra grunnskolenivå til universitetsnivå. For eksempel har et prosjektbasert program vist en positiv effekt på fjerdeklassingers konseptuelle forståelse av resirkuleringskonseptet (Coruhlu og Nas, 2018), og resirkuleringsopplæring har vist en positiv effekt på tiendeklassingers konseptuelle forståelse av økologi (Ugulu, Yorek og Baslar, 2015). Intervensjonsstudier på universitetsnivå viser en endring i kildesorteringsatferd blant studenter og ansatte, og intensjoner, sosiale normer, personlige normer, opplevd atferdskontroll og vaner endret seg også etter intervensjonsperioden (Tobolova, 2015).

En studie fra 2017 undersøkte effektiviteten av tre undervisningsstrategier (direkte undervisning, praktisk orientert undervisning og simuleringsspillbasert undervisning) om endring i kunnskap, holdning og atferd hos elever vedrørende håndtering av plastavfall blant 61 elever i grunnskolen i alderen 8–12 år som deltok i et 9-timers kurs over halvannen dag (Chow et al., 2017, s.125). Direkte undervisning brukes her om lærerstyrt undervisning som hovedsakelig støttes av PowerPoint-lysbilder, praktisk orientert undervisning brukes om utforskningsbasert undervisning med elevene som den aktive parten, og i simuleringsspillbasert undervisning var elevene involvert i et levende rollespill om «plastbyen». Chow et al. fant at alle tre undervisningsstrategier kunne forbedre elevenes kunnskap betydelig, mens de praktiske og simuleringsspillbaserte strategiene kunne legge til rette for holdninger og atferd, om enn i ubetydelig grad.

En anbefaling fra disse forfatterne er å utvide prosjektperioden for slike prosjekter for å øke mulighetene for mer signifikante resultater. Funnene hos Chow et al. (2017) er i samsvar med en litteraturgjennomgang av Stern, Powell og Hill (2013) som studerte fagfellevurderte avhandlinger fra 1999 til 2010 om resultatene av miljøopplæring.

En studie av fire grunnskoler med nærmere tusen elever forsøkte å forstå elevenes kunnskap, holdninger og adferdsendringer vedrørende halvliters vannflasker av plast. Resultatene indikerer at det er mange grunner til at elevenes atferd varierer fra klasse til klasse. De fleste av dem er relatert til hva foreldrene tror og hvordan de selv eller synergiene mellom dem reagerer og påvirkes (Zorpas, Voukkali og Loizia, 2017). Som en konklusjon kan vi fastslå at atferd er kompleks og ikke-lineær, og at den blir bestemt av ulike faktorer. For å løfte frem agendaen om forebygging av avfall kan det være nyttig med kampanjer eller bevisstgjøringsarrangementer. Likevel må det først og fremst legges særlig vekt på atferdsendring fra ung alder (ibid.). Barn kan være effektive talsmenn for å endre foreldrenes livsstil (Maddox, Doran, Williams og Kus, 2011) og husholdningenes resirkuleringsatferd kan påvirkes positivt av innflytelse mellom generasjoner via praktiske skolebaserte avfallsutdanningsprogrammer (ibid.). Derfor bør utdanningssystemet legge vekt på avfallshåndtering. Denne modulen utgjør dermed et utgangspunkt med sikte på å innføre miljørettede SSI-er for avfallshåndtering i skolen.

Denne modulen er en del av:

- LÆRING: Utvikle egen kompetanse i å håndtere miljørettede SSI-er selv
- UNDERVISNING: Tilegne seg undervisningsferdigheter for å støtte elevene i å utvikle disse kompetansene

Begge aspektene relaterer seg til (i) vitenskapelig kompetanse, (ii) tverrgående ferdigheter som kritisk tenkning, innovative tankesett og fremtidsrettede ferdigheter og (iii) å ta hensyn til de sosiale, etiske og kulturelle aspektene knyttet til SSI når det skal tas beslutninger.

IO9 vil eksemplifisere hvordan man håndterer et komplekst tema på tvers av emner. Dermed vil den både omfatte mer klassisk vitenskapelig innhold og miljørelaterte SSI-temaer.

Krysslenker til andre moduler: IO1 introduserer hva SSI er, mål og læringsutbytte, ved å gi konkrete eksempler. Aktivitetene 1 (Hva er miljørettet SSI?), 2 (Hvordan henger miljørettet SSI sammen med utdanning innen matematikk og naturfag?) og 3.1 (Hva lærer elevene når de har med SSI å gjøre?) fra IO1 vil være et godt utgangspunkt før man går videre til IO9.

Når det gjelder IO2 (resonnering, argumentasjon og kritisk tenkning), kan de generelle prinsippene for argumentasjon (aktivitet 1) støtte elevene når de forbereder seg til debatten om ubehagelige dilemmaer i aktivitet 1.7 i IO9.

Når det gjelder IO3 (Innsamling av data) og IO4 (Analyse av big data), henger de generelle prinsippene for innsamling, klargjøring og analyse av data godt sammen med de delene av IO9 der oppdragene omfatter utforskning, for eksempel aktivitet 1.6 «Hvor mye vann, olje, karbondioksid og penger kan du spare hvis du ikke

bruker vannflasker av plast?».

IO9 henger godt sammen med IO7 vedrørende SSI og læreplanene, spesielt dilemmaene om plastposer versus papirposer (IO7, aktivitet 1.1. og 3.1). IO8 kobles til IO9 ved at den øker bevisstheten om kulturelle forskjeller i håndtering og oppfatning av miljømessige dilemmaer, f.eks. knyttet til avfallsbehandling, energiresurser og nye materialer (IO8, aktivitet 1.5).

IO12 (Evaluerings) henger godt sammen med IO9 fordi den hjelper lærerstudenter med å planlegge evalueringen av sine SSI-leksjoner – for eksempel introduserer aktivitet 3 formative vurderingsideer.



Relevante temaer

Modul 9 er innovativ ved at den gir fremtidige lærere en introduksjon til SSI og deres relevans med hensyn til «undervisning for bærekraftig utvikling», noe som fortsatt mangler i stor grad. Selv om dette emnet har fått oppmerksomhet i løpet av det siste tiåret ved at FN erklærte det som «tiåret for utdanning for bærekraftig utvikling», mangler utdanningsreformer om bærekraftig utvikling både innenfor realfagene og i tverrfaglige tilnærminger.

Den forventede virkningen er å øke fremtidens matematikk- og naturfaglæreres bevissthet om utfordringer innen utdanning for bærekraft og at de skal få omfattende kunnskap om miljøspørsmål som vedrører plast/mikroplast. De utvider rammene for sin undervisning og lærer hvordan de skal håndtere plast som et tema på tvers av fagene i matematikk- og naturfagleksjoner, herunder holdninger og handlingskompetanse som viktige deler av barnas reise til å bli ansvarlige samfunnsborgere.

På lengre sikt forventer vi en bevissthet blant fremtidige naturfag- og matematikklærere – og dermed deres elever på skolen – om bærekraftig utvikling og hvordan naturfag og matematikk kan bidra til den.



Læringsutbytte

Læringsdimensjon:

Studentene vil oppnå

- Forståelse av hva plast og mikroplast er og hvilke virkninger de har på naturen og menneskeheten (aktivitetene 1.1, 2.1, 2.3, 2.4, 2.5, 3.7, 4.1, 4.3, 4.4 og 4.5)
- Innsikt i bærekraftige utviklingsaspekter (miljømessige, sosiale og økonomiske) vedrørende plastdilemmaet (aktivitetene 1.3, 1.6, 2.1, 2.3, 2.4, 2.5, 3.2, 3.6, 4.1, 4.3, 5.1, 5.2, 5.3 og 5.4)
- Kunnskap om livssyklusen for plastflasker, fra produksjon til avfall, hovedsakelig i deres eget land, men også med et internasjonalt perspektiv (aktivitetene 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 4.1, 4.3 og 5.1)
- Kunnskap om forskjellige dimensjoner ved plastdilemmaet (historisk, økonomisk,

sosialt, miljømessig – lokalt og internasjonalt) og delta i diskusjoner om dette dilemmaet (aktivitetene 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, 1.7, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 3.2, 3.6, 4.2, 4.4 og 5.2)

- Grunnleggende kunnskaper og ferdigheter som gjør dem i stand til å iverksette kritiske tiltak (handlingskompetanse) (aktivitetene 1.3, 1.6, 1.7, 2.1, 2.4, 2.5, 3.2, 3.6, 4.1, 4.6, 4.7, 5.2, 5.3 og 5.4)

Undervisningsdimensjon:

Studentene vil oppnå

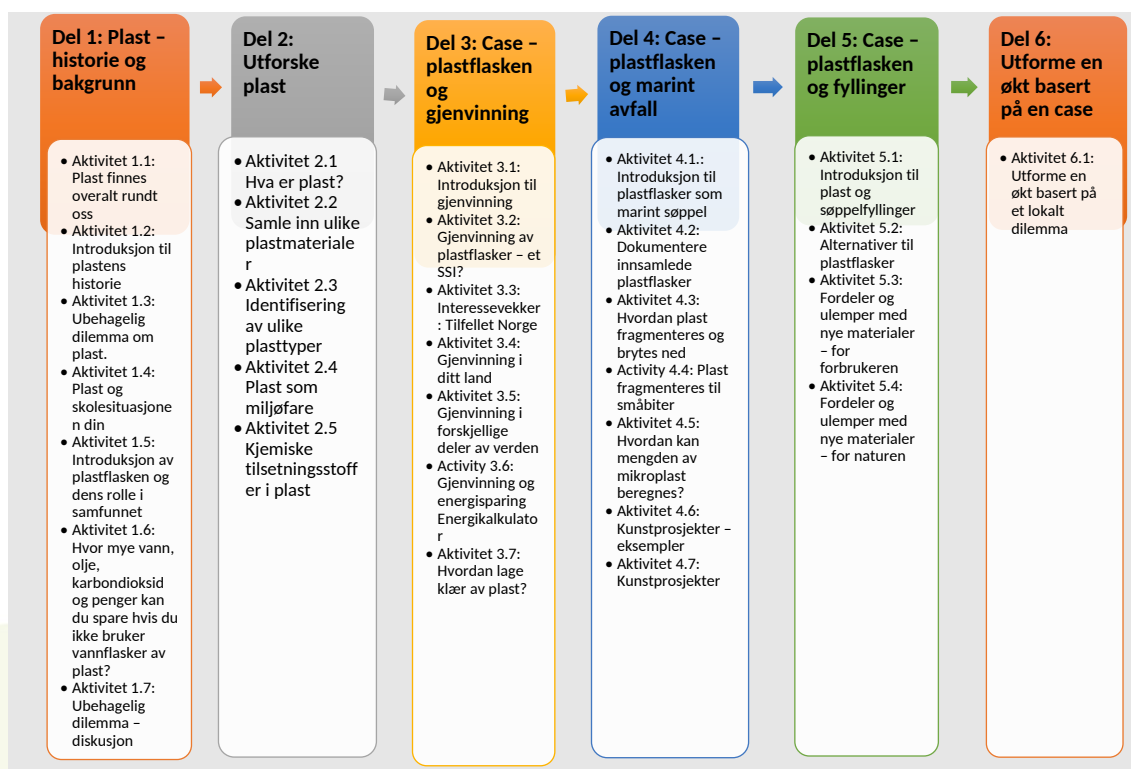
- Bevissthet om plastforurensning som et «ubehagelig problem» i deres nasjonale og/eller lokale læreplaner (aktivitetene 1.4, 2.4 og 2.5)
- Erfaring med å anvende plastdilemmaer for å undervise om vitenskapens rolle i samfunnet (aktivitetene 1.2, 1.6, 1.7, 2.3, 2.4, 3.2, 3.4, 3.6, 3.7, 4.2, 4.4, 4.5, 5.2, 5.3, 5.4 og 6.1)
- Erfaring med å bruke utforskningsbaserte læringsmetoder for å undervise om plastdilemmaer i et SSI-perspektiv (aktivitetene 2.3, 3.7, 4.2 og 4.4)
- Kunnskap om hvordan man kan stille opp sosiovitenskapelige spørsmål («ubehagelige problemer») om plast i sin sammenheng (Aktivitetene 4.1 og 6.1)
- Grunnleggende kunnskap og ferdigheter om hvordan de skal håndtere miljørettede sosiovitenskapelige spørsmål (f.eks. identifisere og argumentere for ulike perspektiver) i sin fremtidige undervisning (aktivitetene 1.6, 1.7, 2.4, 2.5, 3.2, 3.4, 3.6, 4.1, 4.2, 4.4, 4.6, 4.7, 5.2, 5.3, 5.4 og 6.1)



Flytskjema og modulplan

Modul 9 omfatter seks deler, og de fleste av dem er strukturert i flere aktiviteter. Øktene i modulen utgjør i alt 1000 minutter, men flere aktiviteter kan gis som hjemmearbeid. Den inneholder forelesningsdeler, gruppediskusjoner, debatter, praktiske aktiviteter og eksperimenter. Strukturen er som følger:

- Del 1: Plast – historie og bakgrunn: 275 min.
- Del 2: Utforske plast: 150–170 min.
- Del 3: Case-historie – plastflasken og gjenvinning: 185 minutter
- Del 4: Case-historie – plastflasken og marint avfall: 180 minutter
- Del 5: Case-historie – plastflasken og søppelfyllinger: 145 minutter
- Del 6: Utforme en undervisningsøkt: 45 minutter



1. Plast – historie og bakgrunn (275 min.)

1.1. Plast finnes overalt rundt oss



Varighet: 20 min. gruppearbeid, 15 min.
plenumsdiskusjon ELLER 20 min. hjemmearbeid

Dette er en «oppvarmingsaktivitet». Hensikten er for det første å bevisstgjøre elevene om den omfattende bruken av plast og hvor mye hver enkelt av oss bruker plast i hverdagen, for det andre å få dem til å reflektere over om det er nødvendig å bruke plast i alle disse situasjonene. For det tredje ønsker vi at elevene skal reflektere over potensielle fordeler og ulemper ved hvert av disse bruksområdene.

Alternativt kan elevene tenke gjennom disse spørsmålene før leksjonen (hjemmearbeid):

I løpet av en hel dag, fra du forlater dette klasserommet til du kommer tilbake, noterer du *hver eneste* gjenstand du rører ved som er laget av plast. (Hver gjenstand noteres bare én gang, du behøver ikke telle den hver gang du tar i den samme pennen.)

(Fra Science History Institutes ressurs Science Matters: The Case of Plastics:
<https://www.sciencehistory.org/learn/science-matters/case-of-plastics/home>)

Tilknyttet aktivitet: Be elevene ta med seg plastflasker til klasserommet. De kan brukes i aktivitet 4.2 og 4.5.

Lærerutdanneren introduserer denne aktiviteten enten muntlig eller ved å vise spørsmålene på en PowerPoint (ved hjelp av [1]), tavle eller lignende.

Se disse nettstedene for flere kilder og bilder:

<https://hoxsie.org/2018/09/17/albany-home-of-the-first-plastic-celluloid/>

https://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_2947

<https://www.sciencehistory.org/distillations/celluloid-the-eternal-substitute>

Bilder: Bakelittstruktur:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Structure_of_Bakelite.png

Knotter av bakelitt: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Knobs_bakelite.jpg

Knotter av bakelitt:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bakelite_letter_opener.jpg

Denne økten bidrar til oppnåelse av følgende læringsmål:

- Forståelse av hva plast og mikroplast er og hvilke virkninger de har på naturen og menneskeheten (læringsdimensjon)
- Kunnskap om ulike dimensjoner ved plastdilemmaet (historisk, økonomisk,

sosialt, miljømessig – lokalt og internasjonalt) og delta i diskusjoner om dette dilemmaet (læringsdimensjon)

1.2. Introduksjon til plastens historie



Varighet: 30 min. presentasjon + 15 min.
gruppediskusjon

Målet med denne aktiviteten er å gi elevene en oversikt over plastens historie, fra den første semisyntetiske «Parkesine» dukket opp i 1850, hvordan platen erstattet luksusvarer og fant flere bruksområder etter andre verdenskrig og den økende bekymringen for miljøproblemer knyttet til plast på 1960-tallet. Dette sveipet gjennom historien introduserer elevene for den kulturelle betydningen av plast, vanlige produkter som knapper, klokker, telefoner og annet elektrisk utstyr samt nylon, og hvordan plast formet samfunnsbehov og omvendt. Blant de viktigste punktene er:

- Plast skapte et behov i samfunnet og presset på for forbruket av varer.
- Plast var et supermateriale som kunne støpes til en hvilken som helst form, og dermed ble det et så populært materiale.
- Etter hvert kom plast til å representere det billige og ble et symbol på en forbrukskultur.

Lærere kan bruke dette nettstedet som en ressurs for å velge ut historier av interesse for dem og deres lokale kontekst: <https://www.sciencehistory.org/the-history-and-future-of-plastics>

Se også: Jeffrey L. Meikl, American Plastic – a Cultural History (1995) og Susan Freinkel, Plastic – a Toxic Love Story (2011)

Etter presentasjonen inviteres studentene til å diskutere hva som er viktig for dem (og deres elever) å lære om plastens historie, og hvorfor. Hvilken lærdom har eksemplene og introduksjonen til plastens historie gitt, og hvordan kan den være nyttig i deres egen undervisningspraksis?

Lærerutdannere kan bruke de forhåndslagede lysbildene [1], de kan bruke en del av innholdet eller de kan tilpasse lysbildene til sitt formål eller den lokale konteksten.

Denne økten bidrar til oppnåelse av følgende læringsmål:

- Kunnskap om ulike dimensjoner ved plastdilemmaet (historisk, økonomisk, sosialt, miljømessig – lokalt og internasjonalt) og delta i diskusjoner om dette dilemmaet (læringsdimensjon)
- Erfaring i hvordan man kan bruke plastdilemmaer for å undervise om vitenskapens rolle i samfunnet (undervisningsdimensjon)

1.3. Sammensatt problemstilling (wicked problem) om plast.



Varighet: 20 minutter (gruppediskusjon)

Hensikten med denne aktiviteten er å få elevene til å tenke gjennom et plastrelatert dilemma som er relevant for alle under pandemien. Over natten har bekymringen over overdreven bruk av plast i dagliglivet blitt overskygget av bekymring for spredning av sykdom, og det kaster lys over viktige dilemmaer der det ganske ofte ikke finnes noen klare løsninger. Se PowerPoint [1]

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Innsikt i bærekraftige utviklingsaspekter (miljømessige, sosiale og økonomiske) i sammenheng med plastdilemmaet (læringsdimensjon)
- Kunnskap om ulike dimensjoner ved plastdilemmaet (historisk, økonomisk, sosialt, miljømessig – lokalt og internasjonalt) og delta i diskusjoner om dette dilemmaet (læringsdimensjon)
- Grunnleggende kunnskap og ferdigheter som setter dem i stand til å iverksette kritiske tiltak (handlingskompetanse) (læringsdimensjon)

1.4. Plast og skolesituasjonen din



Varighet: 45 minutter

Hensikten med denne aktiviteten er å gi fremtidige lærere kunnskap om deres lokale læreplaner og hvordan plastdilemmaet kan kobles til læreplanene. Lærerstudentene bør oppfordres til å tenke tverrfaglig og analysere læreplanene i forskjellige fag som naturfag, matematikk, samfunnsfag, mat og helse, språk.

Lærerutdannere presenterer aktivitet 1.4 for lærerstudentene ved hjelp av ppt-presentasjon [1].

Landsspesifikk informasjon om plastrelatert innhold i læreplaner:

Norge: De nye læreplanene for 1.–10. årstrinn, som ble innført høsten 2020, introduserte tre tverrfaglige emner: bærekraftig utvikling, helse- og livskompetanse samt demokrati og medborgerskap. Disse tre tverrfaglige emnene i læreplanen er basert på aktuelle samfunnsutfordringer som krever engasjement og innsats fra enkeltpersoner og lokalsamfunn, nasjonalt og globalt. Elevene utvikler kompetanse i forbindelse med de tverrfaglige emnene ved å jobbe med problemstillinger fra ulike fag. De skal oppnå innsikt i utfordringer og dilemmaer i disse emnene. På videregående skole (biologi, kjemi) skal elevene lære om materialer, økosystemer og hvordan miljøgifter blir konsentrert i næringskjedene. Dermed er plastdilemmaet svært relevant, selv om det ikke er eksplisitt nevnt.

Tyskland: Plastdilemmaet nevnes ikke eksplisitt, men forurensning generelt inngår i biologi. Kjemifaget omfatter plast og hvordan den kan resirkuleres. Ved flere

anledninger blir plast og miljø nevnt spesifikt i naturfagopplæringen (plastforurensning er likevel ikke eksplisitt nevnt). Plastdilemmaet kan derfor inngå i biologi, kjemi og matematikk på flere måter. Dessuten kan det være et emne i grunnskolen (og det skjer ofte), der naturfag og fagets relevans blir studert på en generell måte (Sachkunde). Plastdilemmaet er et populært emne for prosjektdager og -uker i Tyskland.

Læreplanen i Baden-Württemberg har en del generelle mål for opplæring som alle fag skal bidra til. Ett av disse målene er «Utdanning for bærekraftig utvikling» som gir rom for å inkludere miljøspørsmål i alle realfag.

Østerrike: I biologi bør elevene lære å se prinsipper, relasjoner, sykluser og avhengigheter og tilegne seg forståelse av biologiske og vitenskapelige tenkemåter, og de bør oppnå forståelse av menneskers avhengighet av naturen og miljøet og tilegne seg kunnskap, ferdigheter/evner som motiverer og gjør dem i stand til å bruke levebrødet vårt på en miljøbevisst, bærekraftig måte (økologisk kompetanse).

I kjemi bør de få forståelse for materialsykluser, for sammenhengen mellom økonomi og økologi og dermed for miljøbevisste tiltak samt for å spare energi og råvarer.

Slovakia: Plastforurensning finnes ikke som spesialemne i slovakisk læreplan. Noen isolerte oppgaver eller eksempler finnes i emner innen matematikk, kjemi, biologi, geografi og samfunnskunnskap. Tverrfaglige prosjekter kan utformes for elever i alderen 14-15 år eller eldre. På den årlige ŽIVEKO-konferansen presenterer elevene sine «forskningsartikler» og plakater som omhandler forskjellige øko-emner. Problemer med plastavfall diskuteres også hvert år.

Kypros: Miljøopplæring, et eget kurs i grunnskolen og videregående skole. Hovedmålene er å engasjere elevene i resirkuleringsaktiviteter og fremme positive holdninger til resirkulering. Problemstillingen diskuteres ikke på en kritisk måte. I tillegg deltar mange skoler på Kypros i et program som heter «Miljøskolen». Som en del av dette programmet har de spesielle resirkuleringstiltak, og de må utforme tiltak knyttet til resirkulering og skolene deres (f.eks. resirkulere på skolen, invitere foreldre til å resirkulere).

Malta: Utdanning for bærekraftig utvikling er ett av fem tverrfaglige emner i National Curriculum Framework (NCF). Derfor bør det læres gjennom fagene elevene har på skolen. Lærerne kan bruke plastdilemmaer.

Kjemiprogram: Alder 14–16

- Beskriv hvordan visse organiske stoffer, bortsett fra drivstoff, kan bidra til miljøproblemer (begrenset til plast som ikke er biologisk nedbrytbar; KFK-ers løpende virkning på ozonnedbryting og hva disse kan erstattes med).
- Lag en liste over bruksområder for polyeten, PTFE og PVC.
- Drøft hvordan anvendelse av en strategi for å « redusere, gjenbruke, resirkulere » kan begrense miljøproblemer som forårsakes av organiske stoffer.
- Lag en modell av hvordan polymerer produseres av alkener og andre umettede monomerer ved addisjonspolymerisasjon (begrenset til polyeten,

PTFE og PVC).

Det nasjonale læreplanrammeverket:

<https://education.gov.mt/en/Documents/A%20National%20Curriculum%20Framework%20for%20All%20-%202012.pdf>

Kjemiprogrammet:

https://www.um.edu.mt/_data/assets/pdf_file/0003/435288/SEC06.pdf

Hellas: Plastforurensning og plastdilemmaer er nesten helt fraværende i greske læreplaner. Det finnes noen generelle referanser til resirkulering, men ikke noe spesielt for plastforurensning. Det kan være mulig å introdusere plastdilemmaer i miljøopplæringskurset og i kursene i fysikk, kjemi og matematikk. Plastdilemmaet er ikke særlig godt dekket i skolene. Det finnes enkelte kollektive tiltak eller aktiviteter fra foreninger og lokalsamfunn.

Bulgaria: Det er ikke eksplisitt nevnt i Bulgarias læreplan, men det finnes bevissthet i skolene. I undervisningsmaterialet kan man finne problemer knyttet til dette, for eksempel i matematikk: Hva kan vi «tjene» på å forby plastposer? **Kan inkluderes i realfagprogram gjennom tverrfaglige emner.**

Tyrkia: Opplæringsprogrammer i skoler og for studenter på lavere nivå tar opp plastdilemmaet i forskjellige kurs. Læreplanen for ungdomsskolenivå har for eksempel et avsnitt som kalles «Miljørettet kjemi». I dette programmet drøftes plastens virkninger på miljøet (side 24).
<http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=347>

Nederland: Det er muligheter for å koble til læreplanen i kjemi, for eksempel. Siden 2016 er vesentlige bærekraftsrelaterte sluttmaal inkludert i eksamensprogrammet (se E- og F-domene)

https://www.examenblad.nl/examenstof/syllabus-2020-scheikunde-vwo/2020/f=/scheikunde_2_versie_vwo_2020.pdf

Bærekraft (herunder en forbindelse til plast) er også en del av det avsluttende eksamensprogrammet i biologi (ofte indikert som kontekst).

https://www.examenblad.nl/examenstof/syllabus-2020-biologie-vwo/2020/vwo/f=/biologie_2_versie_vwo_2020.pdf (Context D)

Domenet A9, «Verdsettelse og bedømmelse», inngår i alle de avsluttende eksamensprogrammene innen naturfag.

Det tverrfaglige kurset Natur, liv og teknologi (NLT) for ungdomsskolenivået har en modul om «Plastsuppe» (den er ikke fritt tilgjengelig for alle). Skolene kan selv avgjøre om de vil tilby dette kurset til elevene sine. Universitetet i Utrecht organiserer regionale arrangementer om plastsuppe for ungdomsskoleelever:
<https://u-talent.nl/activiteit/plastic-soep-online> (på nederlandsk)

<https://u-talent.nl/nieuws/2019/02/450-leerlingen-doen-mee-met-plastic-soep-campusdag/>

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Bevissthet om plastforurensning som et «ubehagelig problem» i deres nasjonale og/eller lokale læreplaner

1.5. Introduksjon av plastflasken og dens rolle i samfunnet



Varighet: 15 min. gruppediskusjon + 15 min. plenumsdiskusjon + 5 min. se en video + 15 min. presentasjon

Gjennom denne aktiviteten går elevene fra generell diskusjon om bruken av plast til å fokusere på plastflasken. Elevene vil drøfte fordeler og ulemper ved å bruke plastflasker til vann og andre drikker og sammenligne plastflasken med glassflasken. De vil også diskutere om virkelig er behov for plastflasken i deres lokale sammenheng. I mange land er kvaliteten på kranvannet utmerket, mens det er nødvendig å bruke flaskevann i andre land.

Noen punkter til lærerutdanneren:

Fordeler:

- Plastflasken er like klar som glass, kan ikke knuses og veier bare en brøkdel av en glassflaske
- PET (polyetylentereftalat) gjør flasken sterk nok til å strekkes både på langs og i bredden (nødvendig på grunn av karboneringstrykket når den fylles med brus)
- Kan resirkuleres

(noen av disse punktene kan introduseres i en presentasjon i stedet, se nedenfor.)

Ulemper:

- Stadig hyppigere inntak av brus, «drikke på farten» (ikke bra for tannhelsen)
- Avfall i forbindelse med engangsbruk (sjekk hva som er kutyme i ditt land)

Anbefalt lesing. Susan Freinkel, Plastic: A Toxic Love Story (2011)

Vi anbefaler at studentene ser denne korte videoen for å vekke interessen:

<https://thekidshouldseethis.com/post/plastic-bottle-life-cycle-ted-ed> (bare fem minutter, med undertekster på mange språk)

Det er også mulig at lærerutdanneren gir en kort presentasjon: Historisk oversikt over utviklingen av plastflasken. Studentene får lære når flasken ble introdusert og hvorfor (de mange fordelene den tilbød).

Anbefalt lesning: [How the plastic bottle went from miracle container to hated garbage \(nationalgeographic.com\)](https://www.nationalgeographic.com/science/2017/01/how-the-plastic-bottle-went-from-miracle-container-to-hated-garbage/) samt Susan Freinkel, Plastic – A Toxic Love

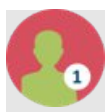
Story (2011)

Se PowerPoint [1]

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Kunnskap om ulike dimensjoner ved plastdilemmaet (historisk, økonomisk, sosialt, miljømessig – lokalt og internasjonalt) og delta i diskusjoner om dette dilemmaet

1.6. Hvor mye vann, olje, karbondioksid og penger kan du spare hvis du ikke bruker vannflasker av plast?



Varighet: 15 minutter

Hensikten med denne aktiviteten er å gjøre lærerstudentene bevisste om hvor stor belastning for vann og karbon som genereres ved produksjon av flaskevann. Aktiviteten omfatter også oljeforbruk til produksjon og transport samt egne kostnader ved kjøp av disse flaskene. Dermed fremheves de miljømessige og økonomiske aspektene ved vann på plastflasker. Studentene må anslå hvor mange flasker de kjøper i løpet av et år og beregne hvor mye vann, olje og karbondioksid dette antallet flasker tilsvarer. Målet er å øke deres bevissthet og kunnskap ved å relatere oppgaven til deres eget liv og forbruk. Hensikten er at de gjennom å oppleve denne oppgaven selv, vil bli inspirert til å bruke lignende oppgaver når de selv skal undervise. Oppgaven kan også utløse deres egen og medstudentenes handlingskompetanse.

Fakta og kilder for mer informasjon:

ENERGI

Vann på flasker er energikrevende gjennom hele livssyklusen. Energi er nødvendig for å utvinne de fossile petroleumsproduktene som brukes i flaskene, for å innhente, behandle og sende vannet til tappeanlegget, fylle, pakke, transportere og kjøle flaskevannet og endelig å gjenvinne eller avhende de brukte flaskene. Den totale energimengden avhenger av flere faktorer, blant annet hvor vannkilden og forbrukerne finnes, hva slags materiale og emballasje som brukes og hvordan produktet transporteres. Eksempel fra USA: I 2006 gikk det med en million tonn PET for forbruket av flaskevann. Det tilsvarer omtrent 17 millioner fat olje, og det er nok energi til å drive en million amerikanske biler i et år.

https://pacinst.org/wp-content/uploads/2007/02/bottled_water_factsheet.pdf

VANN

Vannbelastningen for et produkt beregnes ved å legge sammen alt vannet som kreves for hvert trinn i produksjonsprosessen. **Det finnes flere kalkulatorer som kan beregne vannbelastningen, f.eks.** <https://www.watercalculator.org/footprint/the-hidden-water-in-everyday-products/>

Estimatene for hvor mye vann som er nødvendig for å produsere én liter flaskevann varierer fra rundt tre til sju liter.

OLJE

Estimatene for oljeforbruk varierer også, fra rundt en kvart liter til en hel liter for å produsere én enkelt enlittersflaske med vann.

KARBONDIOKSID

Produksjonen av en enlittersflaske frigjør mer enn 100 gram utslipp av drivhusgasser (ti ballonger fulle av CO₂) for hver tomme flaske.

Dette nettstedet har en mengde interessante fakta:
<https://www.coolaustralia.org/bottled-water-secondary/>

Lærerutdannere presenterer aktivitet 1.4 for lærerstudentene ved hjelp av ppt-presentasjon [1] og arbeidsark [1]. Vi foreslår at studentene først beregner sitt eget forbruk. Dersom det er tid til det, kan de dele i plenum og drøfte konsekvensene for hele samfunnet, og dermed også fremheve den sosiale dimensjonen.

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Innsikt i bærekraftige utviklingsaspekter (miljømessige, sosiale og økonomiske) i sammenheng med plastdilemmaet
- Kunnskap om forskjellige dimensjoner ved plastdilemmaet (historisk, økonomisk, sosialt, miljømessig – lokalt og internasjonalt) og delta i diskusjoner om dette dilemmaet
- Første kunnskap og ferdigheter som setter dem i stand til å iverksette kritiske tiltak (handlingskompetanse)
- Erfaring i hvordan man kan bruke plastdilemmaer for å undervise om vitenskapens rolle i samfunnet
- Første kunnskap og ferdigheter om hvordan de skal håndtere miljørettede sosiovitenskapelige spørsmål (f.eks. identifisere og argumentere for ulike perspektiver) i sin fremtidige undervisning

1.7. Ubehagelig dilemma – diskusjon



Varighet: 30 min. gruppediskusjon og lesing + 30 min. drøfting + 5 min. gruppediskusjon

Denne aktiviteten har som mål å gi studentene erfaringer, kunnskap og ferdigheter som gjør dem i stand til å iverksette kritiske tiltak, identifisere ulike perspektiver og argumentere for dem. Dessuten vil aktiviteten gi elevene erfaring, kunnskap og ferdigheter til å undervise om ubehagelige dilemmaer i skolen.

Først skal elevene drøfte fordeler og ulemper ved bruk av plastflasker. De kan trekke på tidligere diskusjoner (aktivitet 1.5). De kan finne argumenter på internett. Argumentene de identifiserer vil bli brukt til å lage rollekort for en debatt om bruken av plastflasker, om det skal være forbudt eller ikke. Roller kan f.eks. være produsenter, myndigheter, miljøorganisasjoner, forbrukere, helseorganisasjoner eller dyreverngrupper. Hvert rollekort bør inneholde et utsagn, argumenter for å underbygge det utsagnet og muligens forsvar mot mulig kritikk fra motstandere i andre grupper/roller.

Anbefalt lesning: Debora H. Cook: Conflicts in Chemistry: The Case of Plastics, A

Role-Playing Game for High School Chemistry Students (J. Chem. Ed. 2014)

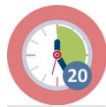
Til slutt kan studentene få anledning til å tenke gjennom og diskutere hva de tror deres egne elever kan lære ved å bli eksponert for slike dilemmaer på skolen Se PowerPoint [1]

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Grunnleggende kunnskap og ferdigheter som setter dem i stand til å iverksette kritiske tiltak (handlingskompetanse) (læringsdimensjon)
- Erfaring i hvordan man kan bruke plastdilemmaer for å undervise om vitenskapens rolle i samfunnet (undervisningsdimensjon)
- Første kunnskap og ferdigheter om hvordan de skal håndtere miljørettede sosiovitenskapelige spørsmål (f.eks. identifisere og argumentere for ulike perspektiver) i sin fremtidige undervisning (undervisningsdimensjon)

2. Utforske plast (150–170 min.)

2.1 Hva er plast?



Varighet: 20 minutter

Denne aktiviteten er en leksjon om plastens kjemiske egenskaper. Vi ser på hvordan plast blir bygget opp av mindre molekyler til polymerer. Dette er en klasseromsleksjon der læreren informerer elevene om kjemien bak plast med støtte fra lysbildene. Dette er ikke komplisert kjemi, og enhver naturfagslærer kan enkelt forelese denne leksjonen.

Med noen av lysbildene følger det mer informasjon som notater.

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Forståelse av hva plast og mikroplast er og hvilke virkninger de har på naturen og menneskeheten
- Innsikt i bærekraftige utviklingsaspekter (miljømessige, sosiale og økonomiske) i sammenheng med plastdilemmaet
- Kunnskap om ulike dimensjoner ved plastdilemmaet (historisk, økonomisk, sosialt, miljømessig – lokalt og internasjonalt) og delta i diskusjoner om dette dilemmaet
- Grunnleggende kunnskap og ferdigheter som setter dem i stand til å iverksette kritiske tiltak (handlingskompetanse)

2.2. Samle inn forskjellig plast



Varighet: 10 minutter

Dette skal aktivere studentene til å finne forskjellige typer plast i sitt hjemmemiljø. Tanken er at hver av studentene plukker ut tre–fire forskjellige plasttyper fra det de finner hjemme, og så tar disse med seg til skolen. Dersom det ikke er tid til dette, kan læreren samle sammen forskjellige typer plast. Siden vi ikke trenger store mengder, kan plasten kuttes opp i små biter.

Plastbitene vil bli brukt i aktivitet 2.3.

Det er viktig at det er forskjellige typer plast.

Eksempler på plast som kan samles inn:

- PET: brusflasker (polyetylentereftalat)
- PS: f.eks. plastbestikk (polystyren)
- PVC: f.eks. i vannflasker (polyvinylklorid)
- Nylon: f.eks. tannbørstehåndtak, fiskesnøre
- PC: CD-er (merk: et lag av aluminium og akryl) (polykarbonat)
- Bakelitt: gammel stikkontakt / gammel telefon (bakelitt)
- HDPE: Vitaminboks (polyetylen med høy tetthet)
- LDPE: plast rundt f.eks. flerpakninger med brus/øl (polyetylen med lav tetthet)
- PP: enkelte matbeholdere (som kan motstå høye temperaturer i oppvaskmaskin) (polypropylen)

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Erfaring i hvordan man kan bruke plastdilemmaer for å undervise om vitenskapens rolle i samfunnet
- Kunnskap om ulike dimensjoner ved plastdilemmaet (historisk, økonomisk, sosialt, miljømessig – lokalt og internasjonalt) og delta i diskusjoner om dette dilemmaet

2.3. Identifisere forskjellige plasttyper



Varighet: 60 minutter

Dette er en aktivitet som krever et naturfagrom eller et laboratorium.

Elevene kan samarbeide i grupper på to eller tre.

Se til at alle krav til sikkerhet er oppfylt.

Studentene må bruke vernebriller og flammepøven må utføres under avtrekkshette.

Sørg for at du har alt du trenger for eksperimentet og at hver gruppe har tilstrekkelig utstyr og plasteksempler.

Hver gruppe trenger:

- 4-6 små biter av forskjellige typer plast
- pH-papir
- beger
- bunsenbrenner
- spatel
- tang



Gå gjennom fremgangsmåten sammen med elevene før dere begynner og del ut arbeidsark til alle studentene.

Testene er godt beskrevet i lysbildene.

I arbeidsarket er det en tabell over ulike typer plast og hvordan de reagerer på testene.

Ved hjelp av denne tabellen skal studentene identifisere de fire forskjellige plastbiter de har.

Hvis du ser plastens identifikasjonsnummer.

Se studentenes utdelingsark.

Alternative fremgangsmåter:

1. Du kan gi elevene et problem de skal løse, f.eks.: Hvordan kan vi sortere plast automatisk når vi skal resirkulere plast? Den enkleste måte er å sortere plast etter egenvekt.
2. Bruk vanlig salt for å blande forskjellige konsentrasjoner av saltvann. Dette gjør det enklere å separere PET, PVC og muligens nylon, ettersom de har litt forskjellig egenvekt. Start med den mest konsentrerte saltløsningen og fortynn den med vann til plasten synker.
3. En variant av dette er at man kan ha forskjellige væsker med kjent tetthet (vann, metanol osv.) og undersøke om plast flyter eller synker. Dermed kan man bestemme plastens egenvekt mer nøyaktig.

Forklaring

Strømningstest: Vannet har en tetthet på $1,0 \text{ kg/dm}^3$. Dersom prøven flyter, betyr det at den har en tetthet på mindre enn $1,0 \text{ kg/dm}^3$. Tettheten for plast varierer mellom $0,9 \text{ kg/dm}^3$ (LDPE, PP) og $1,38 \text{ kg/dm}^3$ (PVC). Elastomerer veier $1,5 \text{ kg/dm}^3$. Porøse produkter, for eksempel skum, har lavere tetthet. PE inneholder bare karbon og hydrogen. Dette er relativt enkelt. PVC inneholder kloratomer som er tyngre enn karbon og hydrogen og derfor synker den i vann.

Fargen på flammen: En flamme med grønn farge indikerer at plasten inneholder klor eller brom i en eller annen form. Plast som består av aromatiske ringer brenner og avgir svart røyk.

pH-verdien er et mål på surhetsgraden, dvs. konsentrasjonen av hydrogenioner (H^+) i en løsning (egentlig oksoniumioner, H_3O^+ , et vannmolekyl med et ekstra proton, dvs. et ekstra H^+). Forbrenning av PVC produserer hydrogenklorid som er surt.

Polymerer

Kjemisk består plast av hydrokarbonkjeder. Ordet polymer er avledet fra gresk: Poly betyr «mange» og mer betyr «deler», dermed er polymer «mange deler». Det finnes to hovedtyper polymerer – stive og elastiske. De elastiske kan deles inn i termoplastiske elastomerer og gummi. Gummimaterialer har høy elastisitet. De stive polymerene (plast) kan deles inn i termoplast og varmeherdende plast. Termoplast består av lineære eller forgrenede polymerkjeder som smelter og produseres ved høye temperaturer og stivner ved avkjøling. Herdet plast består av et tett tverrkoblet nettverk av polymerkjeder som stivner i produksjonen. Polymerene fremstilles ved å polymerisere mange små molekyler, monomerer, til lange polymerkjeder. Avhengig av hvor kjedene blir satt sammen og hvilke andre kjemiske grupper de henger sammen med, får vi plast med forskjellige egenskaper. Ved normal bruk er polymerer nesten helt uten lukt. Under produksjon, maskinering, skjæring, høye temperaturer og ekstrem forbrenning eller annen bruk kan råmaterialer, tilsetningsstoffer, rester eller migrasjonsprodukter med lav molekylvekt avgi lukt. Plast er et mangefasettert konsept, og det gjenspeiles i de mange ulike bruksområdene – plastposer, esker, flasker, kamerahus og hvitevarer, bildeler, kabler, rør, sportsutstyr osv. Selv om noen polymerer er klassifisert som ikke-brennbare eller selvforsegelende, kan de utgjøre en risiko fra et brannsikrhetssperspektiv. De kan smelte eller forkalles i en brann, og det kan forårsake varmedråper og sot eller føre til at produktene mister sin funksjonalitet. Brennende materialer kan også avgi giftige eller etsende gasser og bidra til spredning av brann. En oversikt over polymeriske materialer finnes i disse to tabellene.

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Forståelse av hva plast og mikroplast er og deres virkninger på naturen og menneskeheten.
- Innsikt i bærekraftige utviklingsaspekter (miljømessige, sosiale og økonomiske) i sammenheng med plastdilemmaet.
- Kunnskap om ulike dimensjoner ved plastdilemmaet (historisk, økonomisk, sosialt, miljømessig – lokalt og internasjonalt) og delta i diskusjoner om dette dilemmaet.
- Erfaring i hvordan man kan bruke plastdilemmaer for å undervise om vitenskapens rolle i samfunnet.
- Erfaring med å bruke utforskningsbaserte læringsmetoder for å undervise om plastdilemmaer i et SSI-perspektiv.

2.4. Plast som miljøfare



Varighet: 30 minutter

Dette avsnittet er også en forelesning om farer knyttet til plast i miljøet. Vi ser på plast som mikroplast og tilsetningsstoffene i plast.

Dette er en klasseromsleksjon der læreren informerer elevene om kjemien bak plast med støtte fra lysbildene. Dette er ikke komplisert kjemi, og enhver naturfagslærer kan enkelt forelese denne leksjonen.

Noen av lysbildene er også støttet av mer informasjon som notater.

Som et alternativ kan du vurdere å utvide denne delen med en diskusjon blant studentene på slutten.

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Forståelse av hva plast og mikroplast er og hvilke virkninger de har på naturen og menneskeheten
- Innsikt i bærekraftige utviklingsaspekter (miljømessige, sosiale og økonomiske) i sammenheng med plastdilemmaet
- Kunnskap om ulike dimensjoner ved plastdilemmaet (historisk, økonomisk, sosialt, miljømessig – lokalt og internasjonalt) og delta i diskusjoner om dette dilemmaet
- Grunnleggende kunnskap og ferdigheter som setter dem i stand til å iverksette kritiske tiltak (handlingskompetanse)
- Bevissthet om plastforurensning som et «ubehagelig problem» i deres nasjonale og/eller lokale læreplaner
- Erfaring i hvordan man kan bruke plastdilemmaer for å undervise om vitenskapens rolle i samfunnet
- Grunnleggende kunnskap og ferdigheter vedrørende håndtering av miljørettede sosiovitenskapelige spørsmål

2.5. Kjemiske tilsetningsstoffer i plast



Varighet: 20 minutter undersøkelse + X minutter presentasjon

I denne aktiviteten kan studentene gjøre undersøkelser på internett og finne informasjon om kjemiske tilsetningsstoffer i plast.

- hva slags tilsetningsstoffer bruker vi i plast?
- hvilke virkninger har de på miljøet og mennesker?
- hvor finner de informasjon om tilsetningsstoffene?

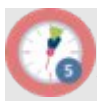
Studentene kan presentere det muntlig til de andre studentene, eller de kan lage et nyhetsbrev.

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Forståelse av hva plast og mikroplast er og hvilke virkninger de har på naturen og menneskeheten
- Innsikt i bærekraftige utviklingsaspekter (miljømessige, sosiale og økonomiske) i sammenheng med plastdilemmaet
- Kunnskap om ulike dimensjoner ved plastdilemmaet (historisk, økonomisk, sosialt, miljømessig – lokalt og internasjonalt) og delta i diskusjoner om dette dilemmaet
- Grunnleggende kunnskap og ferdigheter som setter dem i stand til å iverksette kritiske tiltak (handlingskompetanse)
- Bevissthet om plastforurensning som et «ubehagelig problem» i deres nasjonale og/eller lokale læreplaner
- Grunnleggende kunnskap og ferdigheter vedrørende håndtering av miljørettede sosiovitenskapelige spørsmål

3. Case-historie – plastflasken og gjenvinning (185 min.)

3.1. Introduksjon til gjenvinning



Varighet: 5 minutter

Hensikten med denne aktiviteten er å gi lærerstudentene kunnskap om plastflaskens livssyklus, fra olje til resirkulering. Dette er hovedpunktene:

1. Først utvinnes oljen fra jorden.
2. Deretter rengjøres oljen på raffineriet.
3. På en plastfabrikk blir oljen omdannet til plastpellets som så blir til flaskeemner
4. Flaskeemnene varmes opp og formes til flasker
5. Flaskene sendes til tappeanlegget der de fylles med vann
6. Flaskene er klare, og de sendes til butikken
7. Du kjøper en flaske vann og tar den med deg hjem
8. De fleste plastflaskene kastes i søpla og ender opp på søppelfyllinger, mens noen ender opp som marint avfall og noen blir resirkulert.
9. Resirkuleringsprosessen Plastflaskene sorteres etter hvilken type plast de er laget av. Deretter rengjøres flaskene – mat, væske og kjemiske rester fjernes. Deretter males flaskene opp og rives til flak. Til slutt smeltes de og formes til små pellets som fabrikkene kan bruke til å lage nye flaskeemner. Noen flasker resirkuleres og sendes til en fabrikk som bruker dem til å lage andre produkter som tepper, fleece og andre plastgjenstander. Til slutt blir disse produktene kastet i søpla og havner også på søppelfyllingen.

For mer informasjon, se f.eks. <https://www.oberk.com/how-are-plastic-bottles-recycled>

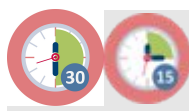
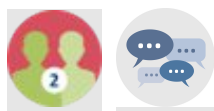
Lærerutdanneren presenterer aktivitet 1.4 for lærerstudentene ved hjelp av ppt-

presentasjon [1].

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Kunnskap om livssyklusen for plastflasker, fra produksjon til avfall, hovedsakelig i deres eget land, men også med et internasjonalt perspektiv

3.2. Gjenvinning av plastflasker – som en SSI



Varighet: 45 minutter

Hensikten med denne aktiviteten er å gi lærerstudentene innsikt i de bærekraftige utviklingsaspektene ved resirkuleringsprosessen. De oppmuntres til å tenke gjennom fordeler og ulemper ved resirkulering. Dette er noen av disse aspektene:

FORDELER:

- Prosesser for leting, utvinning, raffinering, bearbeiding og produksjon av plast spares
- CO₂-utslipp reduseres og det spares energi
- Oljeforbruket (bruk av fossilt brensel) reduseres
- Sirkulær vs. lineær økonomi
- Flaskepant bidrar til å redusere avfall
- Legger til rette for null - avfallsbutikker

ULEMPER:

- Flaskene må samles inn og transporteres før sortering, vasking, oppmaling og granulering
- For å være egnet for resirkulering må materialene inneholde tilstrekkelige mengder antioksidanter for å unngå at materialene brytes ned i løpet av produksjonsprosessen og produktets levetid.
- Lukt kan være et problem med resirkulert plast. Det kan løses ved å tilsette kjemikalier, men man vil generelt unngå tilsetningsstoffer hvis man kan.
- Tilsetningsstoffene i plastmaterialene kan miste egenskaper under resirkuleringsprosessen. Derfor er det vanlig å tilsette stoffer for å beholde ønskede egenskaper.
- Oljeprisen er så lav at ny plast er billigere enn resirkulert plast.

For å sikre at resirkulering av plast er gunstig for miljøet, er det viktig at plasten som resirkuleres erstatter ny plast og brukes til produkter som ellers ville blitt laget av ny plast.

Lærerutdanneren presenterer aktivitet 3.2 for lærerstudentene ved hjelp av ppt-presentasjon [1]. Man kan enten tegne tankekart på tavlen eller flipover, eller la studentene arbeide på et nettbasert tankekart for hele klassen, ved hjelp av f.eks.:

Mindmeister: <https://www.mindmeister.com> – ideell for å lage tankekart. Man kan skape tankekartene intuitivt, og de kan deles og redigeres i fellesskap. Fremmer samskaping og idémyldring, men krever betaling når man har laget mer enn tre

tankekart.

Flinga: <https://flinga.fi/> – Flinga er en interaktiv elektronisk tavle med et bredt utvalg av visualiseringsverktøy for kunnskapsutvikling i fellesskap. Hele klasserommet kan delta samtidig og lage tankekart sammen. Du kan ha fem aktive Flinga-økter. Når du når maksimumsgrensen, må du slette en av de eldre øktene (gå til Sessions) før du kan opprette en ny.

Miro: <https://miro.com/> – En tavleplattform for samarbeid på Internett

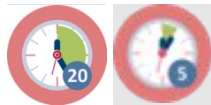
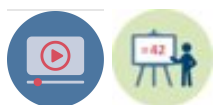
Mural: <https://www.mural.co/> – Et digitalt arbeidsrom for visuelt samarbeid

Mindmup: <https://www.mindmup.com/> – Et annet gratis nettbasert verktøy for tankekart

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Innsikt i bærekraftige utviklingsaspekter (miljømessige, sosiale og økonomiske) i sammenheng med plastdilemmaet
- Kunnskap om livssyklusen for plastflasker, fra produksjon til avfall, hovedsakelig i deres eget land, men også med et internasjonalt perspektiv
- Kunnskap om forskjellige dimensjoner ved plastdilemmaet (historisk, økonomisk, sosialt, miljømessig – lokalt og internasjonalt) og delta i diskusjoner om dette dilemmaet
- Første kunnskap og ferdigheter som setter dem i stand til å iverksette kritiske tiltak (handlingskompetanse)
- Erfaring i hvordan man kan bruke plastdilemmaer for å undervise om vitenskapens rolle i samfunnet
- Første kunnskap og ferdigheter om hvordan de skal håndtere miljørettede sosiovitenskapelige spørsmål (f.eks. identifisere og argumentere for ulike perspektiver) i sin fremtidige undervisning

3.3. Interessevekker: Tilfellet Norge



Varighet: 25 minutter

Hensikten med denne aktiviteten er å gi et landsspesifikt eksempel på resirkulering. Aktiviteten omfatter en video som interessevekker (YouTube, 16:35, engelsk undertekst) og tre lysbilder. Med denne bakgrunnen blir studentene oppfordret til å finne ut mer om resirkulering i deres egen kontekst, aktivitet 3.4.

Lærerutdanneren presenterer aktivitet 3.3 for lærerstudentene ved hjelp av ppt-presentasjon [1].

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Kunnskap om livssyklusen for plastflasker, fra produksjon til avfall, hovedsakelig i deres eget land, men også med et internasjonalt perspektiv
- Kunnskap om forskjellige dimensjoner ved plastdilemmaet (historisk, økonomisk, sosialt, miljømessig – lokalt og internasjonalt) og delta i

diskusjoner om dette dilemmaet

- Første kunnskap og ferdigheter som setter dem i stand til å iverksette kritiske tiltak (handlingskompetanse)
- Erfaring i hvordan man kan bruke plastdilemmaer for å undervise om vitenskapens rolle i samfunnet
- Første kunnskap og ferdigheter om hvordan de skal håndtere miljørettede sosiovitenskapelige spørsmål (f.eks. identifisere og argumentere for ulike perspektiver) i sin fremtidige undervisning

3.4. Gjenvinning i ditt land



Varighet: 45 minutter

(30 min. gruppearbeid + 15 min. i plenum)

Hensikten med denne aktiviteten er å få studentene til å reflektere over sin lokale og nasjonale kontekst vedrørende resirkulering. De blir bedt om å gjøre en undersøkelse på Internett. De kan med fordel arbeide i grupper og dele resultatene i plenum. Aktiviteten kan også gis som hjemmearbeid. Lignende aktiviteter kan anvendes i deres fremtidige undervisning. Denne aktiviteten legger grunnlaget for aktivitet 6.1.

Landsspesifikk informasjon om resirkulering og koblinger til nasjonale politiske dokumenter som omhandler plastdilemmaer:

Tyskland: I Tyskland har de to typer plastflasker. En type til gjenbruk og en annen til engangsbruk. Begge typene er belagt med pant ved kjøp. 40 % av engangsflaskene vil bli gjenbrukt i Tyskland (som nye flasker eller i motebransjen). 93,5 % av PET-flaskene resirkuleres i Tyskland. I Tyskland er panten for plastflasker på 0,25 euro, og det er ment å bidra til at folk bringer flasker tilbake for resirkulering.

Østerrike: Plastflasker samles inn, men det betales ikke pant.

Innsamlingssystemene varierer også mellom regionene. I noen regioner må forbrukerne selv transportere plastavfallet til gule samletønner, mens det hentes jevnlig fra husholdningene i andre regioner. Noen systemer er innrettet bare for innsamling av plastflasker, noen for alt slags plastavfall og noen blander plast og metallavfall. Det er svært komplisert for forbrukerne å resirkulere riktig.

https://www.umweltbundesamt.at/en/news_events_reports/news_eaa/en_news_2020/news_en_200415_1

Slovakia: Sammenlignet med andre stater i Organisasjonen for økonomisk samarbeid og utvikling (OECD) henger Slovakia betydelig etter når det gjelder avfallshåndtering. Inntil 54 % av den totale mengden avfall som produseres i Slovakia havner på søppelfyllinger. Det produseres 422 kg avfall per innbygger per år (2018). Gjenvinningsgraden av kommunalt avfall i Slovakia var 38 % i 2018. Et positivt trekk er at andelen som havner på fyllinger sank fra 61% til 54% ved utgangen av 2019.

For tiden sendes det ut 1 milliard PET-flasker (34 000 tonn) på det slovakiske markedet hvert år. Av dette havner 400 millioner på søppelfyllinger, eller i verste

fall kastet i naturen, elver eller langs veiene. Mineralvann utgjør mesteparten av drikkene som blir pakket i PET-flasker. Dette er opptil 60 % av all drikk i PET-flasker.

De to største selskapene – General Plastic og Ekolumi – opererer på det slovakiske markedet med resirkulering av PET-flasker. General Plastic, a.s. (<https://www.generalplastic.sk/>; <https://www.generalplastic.sk/sluzby/recyclacia-pet-flas>) er størst innen resirkulering av PET-materialer i Slovakia og er også en av de største produsentene av PET-flaskeemner i Sentral-Europa. Selskapet behandler ca. 12 000 tonn PET-flasker per år og har to anlegg: i Kolárovo (resirkulering av PET-flasker, produksjon av LDPE-folie og produksjon av vaskede flak) og i Senica (produksjon av PET-flaskeemner, produksjon av HDPE-kapsler og dekontaminering av flak).

<https://www.oecd.org/environment/waste/Policy-Paper-Making-the-Slovak-Republic-a-more-resource-efficient-economy.pdf>

<https://www.epi.sk/zz/2019-302>

Tsjekkia:

Økende produksjon av avfall – i 2018 produserte Tsjekkia totalt 28 millioner tonn avfall, en økning på 3,4 millioner tonn sammenlignet med 2017 (14 % mer).

Kommunalt avfall 3,7 millioner tonn, en økning på 2,5 % sammenlignet med 2017, per innbygger 351 kg – <https://www.czso.cz/csu/czso/graf-vyvoj-produkce-odpadu>, <http://www.enviweb.cz/114889>, <http://www.enviweb.cz/114889>

Resirkulering og gjenbruk – Det nåværende nivået for resirkulering av kommunalt avfall er 39 %. Utfordringen er å nå det europeiske målet om å separere 60 % (resirkulere 55 %) før 2025 og separere 70 % (resirkulere 65 %) før 2030.

Fordeling av separert avfall: papir 30 %, plast 25 %, glass 23 % og metaller 7 % – <http://www.caoh.cz/data/action/odpady-csu-za-rok-2018.pdf>, https://www.mzp.cz/cz/odpady_podrubrika, https://www.mzp.cz/cz/premena_odpadu_na_zdroje

Håndtering og bruk av kommunalt biologisk avfall/kompostering, biogass – obligatorisk sortering – bioavfall utgjør 40–50 % av den totale mengden kommunalt avfall. I 2018 ble det sortert 670 000 tonn bioavfall i Tsjekkia, 3 % mer enn i 2017 <https://www.trideniodpadu.cz/bioodpad>, <http://www.kompostuj.cz/> :

Returflasker med pant – bare glassflasker, ikke plastflasker (med noen få unntak); <https://www.zalohujme.cz/> (et opprop til befolkningen om å støtte innføringen av pant på plastflasker)

Avfallssorteringssystemets effektivitet i Tsjekkia og utvalgte EU-land – <http://4liberty.eu/efficiency-of-the-waste-sorting-system-in-the-czech-republic-and-chosen-eu-countries/>

Avfallskatalog (på tsjekkisk: Katalog odpadů) - <https://www.katalogodpadu.cz/#top>

Data om generering, gjenvinning og avhending av avfall fra det tsjekkiske statistikkbyrået – <https://www.czso.cz/csu/czso/generation-recovery-and-disposal-of-waste-2018>

Kypros: Folk anbefales å resirkulere. Flaskene hentes utenfor boligene (de må legges i spesielle poser) og tas med til fabrikker på Kypros. Plastflaskene pakkes

og sendes til resirkulering i utlandet.

Lenker til tall her: <http://greendot.com.cy/en/public/recycling-results>

http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/page20_en/page20_en?OpenDocument

Hellas: Hellas er rangert på sjetteplass blant de største markedene for flaskevann i verden, regnet etter forbruk per innbygger som utgjør 111 liter flaskevann per år. Ettersom mindre enn en tredjedel resirkuleres i Hellas, havner resten på søppelfyllinger eller i havet og langs strendene. Plastflaskenes trussel mot miljøet er mer akutt om sommeren på grunn av høye temperaturer, de mange turistene og det faktum at de fleste øyene mangler infrastruktur for drikkevann. Hvert år brukes det nesten 2 milliarder plastflasker (til vann og brus).

<https://www.plasticfreegreece.com/greek-govt-action-plan.html>

<https://greece.greekreporter.com/2014/07/21/58-of-greeks-recycle-on-a-daily-basis/>

Bulgaria: Bare flaskekapsler samles inn og resirkuleres. Resultatene offentliggjøres.

Tyrkia: Det finnes ikke en systematisk struktur for separasjon av plast fra boliger, men mange institusjoner og fabrikker o.l. har egne dunker for plast. Noen kommuner har søppelsorteringsanlegg.

Nederland: Tidligere var det bare plastflasker større enn 1 liter som hadde pant i Nederland. Fra 1. juli 2021 er også mindre flasker belagt med pant på minimum 0,15 euro. Hvert år selges det 1 milliard små plastflasker i Nederland. Mellom 50 og 100 millioner av dem ender som avfall. Nederlandske myndigheter er også i ferd med å utarbeide lovgivning for pant på bokser med drikke.

Det ble innført et system for pant på små plastflasker i Nederland 1. juli 2021.

<https://recyclingnetwerk.org/2020/04/24/dutch-government-decides-deposit-on-plastic-bottles-excellent-news-for-the-environment/>

Generelt er det en pågående debatt i Nederland om husholdningene skal fortsette å kildesortere plast separat fra restavfall. Det virker som om industrien (i avfallsinnsamling) klarer å separere bedre.

Gjennom denne lenken finner du Europaparlaments- og rådsdirektiv (EU) 2015/720 av 29. april 2015 om endring av direktiv 94/62/EF vedrørende å redusere forbruket av lettvektsbæreposer av plast (EØS-relevant tekst) på alle språk

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX%3A32015L0720>

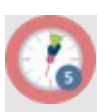
Denne utgaven ble gresk lov 10. august 2017 (Regjeringsavisen, 2812/del b/10. august 2017).

Lærerutdanneren presenterer aktivitet 3.4 for lærerstudentene ved hjelp av ppt-presentasjon [1] og arbeidsark [1].

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Kunnskap om livssyklusen for plastflasker, fra produksjon til avfall, hovedsakelig i deres eget land, men også med et internasjonalt perspektiv
- Erfaring i hvordan man kan bruke plastdilemmaer for å undervise om vitenskapens rolle i samfunnet
- Første kunnskap og ferdigheter om hvordan de skal håndtere miljørettede sosiovitenskapelige spørsmål (f.eks. identifisere og argumentere for ulike perspektiver) i sin fremtidige undervisning

3.5. Gjenvinning i forskjellige deler av verden



Varighet: 5 minutter

Hensikten med denne aktiviteten er å gi fremtidige lærere kunnskap om gjenvinning i forskjellige deler av verden. Aktiviteten omfatter bare to lysbilder. Først ser vi nærmere på resirkulering generelt, deretter på resirkulering av plastflasker – med fokus på antall.

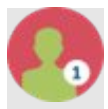
Tallene er hentet fra rapporten som er publisert av *Eunomia Research and Consulting & European Environmental Bureau (EEB)*: Recycling – Who Really Leads the World? (2. utgave), 11. desember 2017, en artikkel nylig fra *Science Advances* on production, use and fate of all plastics ever made (Geyer et al, 2017) og statistikk fra *Statista*, 2020 (se referanser).

Lærerutdanneren presenterer aktivitet 3.3 for lærerstudentene ved hjelp av ppt-presentasjon [1].

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Kunnskap om livssyklusen for plastflasker, fra produksjon til avfall, hovedsakelig i deres eget land, men også med et internasjonalt perspektiv

3.6. Gjenvinning og energisparing Energikalkulator



Varighet: 15 minutter

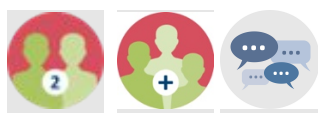
Intensjonen med denne aktiviteten er å gi fremtidige lærere bevissthet om energisparing ved resirkulering – noe som også berører viktige miljømessige, sosiale og økonomiske aspekter av plastdilemmaet. De blir introdusert for en energikalkulator, og den kan de også anvende i sin egen undervisning senere. Kunnskap som blir oppnådd gjennom denne aktiviteten, kan være et første skritt som gjør lærerstudentene og deres elever i stand til å ta avgjørende grep i sine liv. Resultatene kan også legge grunnlaget for interessante diskusjoner i klassen.

Lærerutdanneren presenterer aktivitet 3.6 for lærerstudentene ved hjelp av ppt-presentasjon [1] og arbeidsark [1].

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Innsikt i bærekraftige utviklingsaspekter (miljømessige, sosiale og økonomiske) i sammenheng med plastdilemmaet
- Kunnskap om forskjellige dimensjoner ved plastdilemmaet (historisk, økonomisk, sosialt, miljømessig – lokalt og internasjonalt) og delta i diskusjoner om dette dilemmaet
- Første kunnskap og ferdigheter som setter dem i stand til å iverksette kritiske tiltak (handlingskompetanse)
- Erfaring i hvordan man kan bruke plastdilemmaer for å undervise om vitenskapens rolle i samfunnet
- Første kunnskap og ferdigheter om hvordan de skal håndtere miljørettede sosiovitenskapelige spørsmål (f.eks. identifisere og argumentere for ulike perspektiver) i sin fremtidige undervisning

3.7. Hvordan lage klær av plast?



Varighet: 45 minutter

Denne aktiviteten er et eksperiment som krever få materialer og lite utstyr. Studentene kan faktisk gjøre det hjemme på kjøkkenet.

En intensjon med denne aktiviteten er å gi fremtidige lærere kunnskap om hvorfor resirkulert plast kan bli til klær. Ved å smelte ulike typer plast vil de bli kjent med egenskaper og muligheter ved disse plasttypene – og forhåpentligvis forstå hvorfor plast kan resirkuleres og formes til klær som f.eks. fleeceplagg. Målet er å lage lange tråder av plast – som garn. Det eneste de trenger å gjøre er å plassere en aluminiumskopp eller beholder på en kokeplate og varme den opp, legge plastbitene i denne koppen og vente til de er smeltet. Deretter dypper de en tannpirker i den smeltede plasten og prøver å lage lange tråder av den. De kan bruke en klemme av tre til å holde eller flytte den varme koppen.

Hensikten med denne aktiviteten er å gi lærerstudentene en begynnende erfaring med utforskningsbaserte aktiviteter knyttet til plastdilemmaet. Derfor er det viktig at de ikke får en ferdig oppskrift på hvordan eksperimentet skal utføres. Før eksperimentet, er det viktig at de setter opp en hypotese og planlegger sitt eget eksperiment – f.eks. at de bestemmer seg for hvilke typer plast de vil teste. Til slutt bør lærerstudentene tenke gjennom om dette eksperimentet er egnet for deres elevgruppe. Trenger de å gjøre tilpasninger for å forenkle eller legge til ekstra utfordringer? De bør også ledes gjennom en meta-refleksjon om åpenheten i dette eksperimentet (om de mener at det representerer en åpen utforskning, veiledet utforskning, strukturert utforskning eller bekreftelsesøvelse, se Tafoya et al, 1980). De kan også reflektere over utforskningsnivået i dette eksperimentet, se Fradd et al (2002).

Åpen utforskning: Studentene stiller spørsmål, utformer prosedyrer, utfører undersøkelser og kommuniserer resultater.

Veiledet utforskning: Læreren gir spørsmålet som skal utforskes, studentene utformer prosedyren.

Strukturert utforskning: Spørsmålet og prosedyren blir gitt, studentene utarbeider en forklaring som støttes av dokumentasjonen de samler inn

Bekreftelsesutforskning: Spørsmålet og prosedyren blir gitt, resultatet er kjent på forhånd.

Kilde til inspirasjon:

<http://chem-www4.ad.umu.se:8081/Skolkemi/Experiment/experiment.jsp?id=169>
(Bare svensk språk, tillatelse til gjenbruk endring er gitt.)

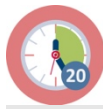
Lærerutdanneren presenterer aktivitet 3.7 for lærerstudentene ved hjelp av ppt-presentasjon [1] og arbeidsark [1].

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Forståelse av hva plast og mikroplast er og deres virkninger på naturen og menneskeheten
- Erfaring i hvordan man kan bruke plastdilemmaer for å undervise om vitenskapens rolle i samfunnet
- Erfaring med å bruke utforskningsbaserte læringsmetoder for å undervise om plastdilemmaer i et SSI-perspektiv.

4. Case-historie – plastflasken og marint avfall (180 min.)

4.1. Introduksjon til marint søppel



Varighet: 20 minutter

Hensikten med denne aktiviteten er å få en samlet oversikt over hvilke prioriterte områder de enkelte landene prioriterer, basert på de tre dimensjonene av bærekraftig utvikling: miljø, økonomi og sosiale forhold. I dette eksempelet brukes FNs bærekraftsmål til dette. Temaet er marin forurensning og plastflasker brukes som eksempel i dette tilfellet. Vi begynner med å se nærmere på hva flaskene ble brukt til før de endte opp som marint søppel. Flaskene hadde en gang en funksjon der de ble brukt som vannflasker, brusflasker, for leskedrikker av forskjellige slag. De var også vakkert designet med forskjellige former og farger. Som bildet viser, kommer flaskene med havstrømmene fra mange forskjellige land.

Studentene får erfaring med:

- å diskutere de tre dimensjonene miljø, økonomi og sosiale forhold innenfor bærekraftig utvikling i forhold til FNs bærekraftsmål. Bruk denne kilden til å få oversikt over de 17 FN-målene:

[THE 17 GOALS | Sustainable Development \(un.org\)](https://un.org/sustainabledevelopment)

- å forstå hvorfor mange mennesker har den holdningen at funksjonelle produkter kan kastes overalt på land eller til sjøs i stedet for å bli levert som plastavfall eller restavfall, eventuelt returnert der det finnes panteordninger. Det vil avhenge av hvor i verden du bor og hvilke av de 17 FN-målene som er prioritert.

- hvordan man får et «eierskap» til globale miljøspørsmål som plastproblemet utgjør, basert på forutsetningen om at det er et lokalt miljøproblem. I Norge, for å bruke det som et eksempel, er det ingen fattigdom, alle kan gå på skole og det er et godt helsevesen. I Norge kan man bruke ressurser for å sikre at havet holdes rent. Derfor er FNs mål nr. 14, liv under vann, et av de prioriterte målene.

Lærerutdanneren presenterer bilder fra aktivitet 4.1 for lærerstudentene ved hjelp av ppt-presentasjon [1].

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

Studentene vil oppnå:

- Forståelse av hva plast og mikroplast er og deres virkninger på naturen og menneskeheten.
- Kunnskap om hvordan man kan stille opp sosiovitenskapelige spørsmål («ubehagelige problemer») om plast i sin sammenheng (aktivitet 6.1).
- Grunnleggende kunnskap og ferdigheter om hvordan de kan håndtere miljørettede sosiovitenskapelige spørsmål (f.eks. identifisere og argumentere for ulike perspektiver) i sin fremtidige undervisning.
- Innsikt i bærekraftige utviklingsaspekter (miljømessige, sosiale og økonomiske) vedrørende plastdilemmaet. Kunnskap om plastflaskenes livssyklus fra produksjon til avfall, primært i deres eget land, men også med et internasjonalt perspektiv.

4.2. Dokumentere innsamlede plastflasker



Varighet: 30 minutter

Formålet med denne aktiviteten er å gi fremtidige lærere erfaring med at det å arbeide på en vitenskapelig måte med dokumentasjon, for eksempel opprinnelsesregistrering, datering og bruk av innsamlet avfall, fører til en bevissthet om miljøspørsmål. Flaskene som skal brukes i denne aktiviteten kommer enten fra aktivitet 1.1 eller alternativt kan flasker samles inn fra naturen og tas med til undervisningen.

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Erfaring med å presentere data på en passende måte for en spesifikk målgruppe.
- Kunnskap om ulike dimensjoner ved plastdilemmaet (historisk, økonomisk, sosialt, miljømessig – lokalt og internasjonalt) og delta i diskusjoner om dette dilemmaet.
- Erfaring med å bruke utforskningsbaserte læringsmetoder for å undervise om plastdilemmaer i et SSI-perspektiv.

4.3. Hvordan plast fragmenteres og brytes ned



Varighet: 45 minutter

Hensikten med denne aktiviteten er at de fremtidige lærerne skal bli i stand til å formidle kunnskap om hva som skjer med plast når den blir liggende i naturen, både på land og i vann, og at den er skadelig for organismene.

Først tenker studentene hver for seg gjennom hva som skjer hvis plastflasker blir liggende i naturen. Deretter arbeider de i par med å søke på internett.

Kilde om fragmentering og nedbrytning av plast:

[M918.pdf \(miljodirektoratet.no\)](https://miljodirektoratet.no/M918.pdf)

To og to studenter deler det de finner. Til slutt diskuterer de sine funn i plenum. Videre oppfølging med 4.4 ved hjelp av ppt-presentasjon [1].

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Bevissthet om nødvendigheten av å undervise naturfag for å øke bevisstheten om utfordringer rundt miljøspørsmål og forebygge skade på dyr og miljø.

4.4. Plast fragmenteres til småbiter



Varighet: 10 minutter

Hensikten med denne aktiviteten er at de fremtidige lærerne skal bli i stand til å formidle kunnskap om hva som skjer med plast når den blir liggende i naturen, både på land og i vann, og at den er skadelig for organismene.

Bildene er fra ferskvann langs kysten, og dette er drikkevannskilder for fugler og dyr.

Lærerutdanneren presenterer bilder fra aktivitet 4.4 for lærerstudentene ved hjelp av ppt-presentasjon [1].

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Bevissthet om nødvendigheten av å undervise naturfag for å øke bevisstheten om utfordringer rundt miljøspørsmål og forebygge skade på dyr og miljø.

4.5. Hvordan du kan beregne mengden mikroplast fra plastavfall i naturen



Varighet: 20 minutter

Hensikten med denne økten er å få studentene til å reflektere over sin egen tro på og kunnskap om mulighetene for estimering i matematikk og naturfag. Estimering gjør det mulig å forutsi konsekvensene som plastavfall i naturen kan forårsake. Lærerutdanneren presenterer aktivitet 4.5 for lærerstudentene ved hjelp av ppt-presentasjon [1] og arbeidsark [1].

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Bevissthet om nødvendigheten av at undervisning i naturfag og matematikk også bør omfatte å håndtere miljørettede SSI-er.
- Erfare hvordan utforskningsbasert læring kan utføres ved å estimere ulike utfall for en bestemt oppgave.
- Erfaring med å bruke utforskningsbaserte læringsmetoder for å undervise om plstdilemmaer i et SSI-perspektiv.
- Kunnskap om ulike dimensjoner ved plstdilemmaet (historisk, økonomisk, sosialt, miljømessig – lokalt og internasjonalt) og delta i diskusjoner om dette dilemmaet.

4.6. Eksempler på kunstprosjekter



Varighet: 10 minutter

Hensikten med denne økten er å sette elevene i stand til å skifte fokus fra det negative perspektivet ved marint avfall til å bruke innsamlede plastprodukter til noe positivt, for eksempel å lage kunst. Eksempler på kunstprosjekter:

Plastsolen (2020), plastkrabben (2019) og plastkveiten (2018) er kunstsulpturer laget av plastflasker og annet marint plastavfall. Kunstsulpturene er laget av den norske billedkunstneren og journalisten Eirik Audunson Skaar og 420 ungdomsskoleelever.

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Bli kjent med kunst som er laget av marint avfall som plastmaterialer med forskjellige farger. Planlegge ny kunst som kan lages med elever. Lærerutdanneren presenterer aktivitet 4.6 for lærerstudentene ved hjelp av ppt-presentasjon [1].
- Grunnleggende kunnskap og ferdigheter vedrørende håndtering av

miljørettede sosiovitenskapelige spørsmål.

4.7. Kunstprosjekt



Varighet: 45 minutter

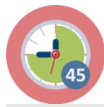
I denne økten skal studentene planlegge et kunstprosjekt. Hensikten med denne økten er å sette elevene i stand til å skifte fokus fra det negative perspektivet ved marint avfall til å bruke innsamlede plastprodukter til noe positivt, for eksempel å lage kunst.

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Bli kjent med kunst som er laget av marint avfall som plastmaterialer med forskjellige farger. Planlegge ny kunst som kan lages med elever. Lærerutdanneren presenterer aktivitet 4.6 for lærerstudentene ved hjelp av ppt-presentasjon [1].
- Grunnleggende kunnskap og ferdigheter vedrørende håndtering av miljørettede sosiovitenskapelige spørsmål.

5. Case-historie – plastflasken og søppelfyllinger (185 min.)

5.1. Introduksjon til plast og søppelfyllinger



Varighet: 45 minutter

I denne aktiviteten er hensikten å få en bedre forståelse av det komplekse feltet av produksjon, forbruk og bruk av plast, med et spesielt fokus på utfordringene med plastavfall og søppelfyllinger. Aktiviteten er en blanding av å lese tekst, undersøke flere lenker på internett og gruppediskusjon. Temaer for diskusjon er oljens rolle, den voksende etterspørselen etter olje og avfallsutfordringen det store antallet plastprodukter fører med seg.

Bakgrunn om olje og plast

Olje har en dobbeltrolle som råstoff: Den brukes både som drivstoff og som kjemikalium for produksjon av varer. Olje som drivstoff har en avtagende trend, mens bruk av olje til produksjon av plast øker på grunn av vår plastavhengige livsstil. Det er vekst i etterspørselen etter plastprodukter på verdensbasis, og det

betyr at markedet for etylen, en av de viktigste kjemiske komponentene i plastproduksjon, øker kontinuerlig. Det fører igjen til en økende mengde plastavfall på både makro- og mikronivå. På globalt nivå betyr dette en enorm mengde plastavfall. Mindre enn 10 % resirkuleres, og mer enn 80 % havner på søppelfyllinger. Den nye måten å betrakte økonomien som en sirkulær økonomi, med økt fokus på reparasjon og gjenbruk i tillegg til redusert forbruk, er å skape mange muligheter og utfordringer, både for forbrukerne og for politikere og produsenter.

De forskjellige måtene å tenke på bruk, gjenbruk og avhending av plast kan presenteres i en hierarkisk modell der de mest foretrukne løsningene på dilemmaet ved plastbruk er øverst i trekanten, mens de minst foretrukne er nederst.

Plastavfall hierarki



Statistikk for gjenbruk av plast i ulike deler av verden

Europa

Ca. 27 % plastavfall havnet på søppelfyllinger (2016). Trenden er svært positiv, og det går mindre mengder plast til søppelfyllinger nå enn for noen få år siden. Likevel er det fortsatt store forskjeller mellom de europeiske landene, den nordlige delen av Europa resirkulerer/gjenvinner mer enn 90 % av alt plastavfall, mens flere land i den sørlige og østlige delen fortsatt sender 60–80 % til fyllinger.

Kilder for videre lesning:

<https://journals.openedition.org/factsreports/pdf/5102>

https://denuo.be/sites/default/files/AF_Plastics_the_facts-WEB-2020-ING_FINAL.pdf

<https://www.plasticseurope.org/en/focus-areas/circular-economy/zero-plastics-landfill>

<https://www.procarton.com/wp-content/uploads/2018/06/PC-Carton-Plastic-Sustainability.pdf>

USA

I USA ble 75 % av alt kommunalt fast plastavfall (MSW) sendt til fyllinger i 2018.

Kilder for videre lesning:

<https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/plastics-material-specific-data>

Globalt

Den globale situasjonen er fortsatt utfordrende, i henhold til FN blir bare 9 % av plastavfallet resirkulert. Når man tar hensyn til den mye bedre situasjonen i Europa, betyr det at mange land resirkulerer mindre enn 9 %.

Her er noen bilder som illustrerer situasjonen for plastavfall:

<https://www.efe.com/efe/english/world/un-warns-globally-only-9-percent-of-plastic-waste-is-recycled/50000262-3638548>

Men det er flere eksempler på innovasjonsprosjekter som blant annet bruker artikler av engangsplast til å lage nye produkter i land som frem til nå har fått tilført store mengder plastavfall fra hele verden.

Her er et eksempel fra et FN-støttet prosjekt i India, der plastavfall brukes til veibygging og som brennstoff for sementovner. Slikt kan være svært nyttig i utviklingsland med mangel på energiressurser:

<https://news.un.org/en/story/2019/12/1052551>

For videre lesning:

<https://www.globalpolicyjournal.com/blog/23/06/2020/plastic-dilemma-brief-essay-big-problem>

Lærerutdanneren presenterer aktivitet 5.1 for lærerstudentene ved hjelp av ppt-presentasjon [1] og arbeidsark [1].

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Øke forståelsen av hvor avhengig samfunnet er av olje- og oljeprodukter.
- Gi innsikt i det enorme plastavfallsproblemet og hvor plastavfallet havner i forskjellige deler av verden.
- Introduksjon av begrepet sirkulær økonomi og tilhørende muligheter og utfordringer.

5.2. Alternativer til plastflasker



Varighet: 5 minutters innføring + 10 minutters lesing + 30 min. gruppearbeid + 15 minutters forberedelse og presentasjon for hele klassen

Bakgrunn

Opp gjennom historien har mange slags materialer blitt brukt til lagring av væsker.

Eksempler på materialer for lagring av væske (for å erstatte plastflasker)

- Papir/papp
- Tre
- Metall
- Glass
- Keramikk
- Stein
- Lær

Alle disse materialene finnes i forskjellige varianter.

Formålet med denne aktiviteten er å få kunnskap om flere materialer som kan brukes til å produsere flasker samt å undersøke og sammenligne dem med plast gjennom en variant av livssyklusvurdering (LCA). Viktige spørsmål for undersøkelse: Hvor materialene kommer fra og utfordringer knyttet til oppskalering av flaskeproduksjon basert på alternative materialer. Det foreslås at analysen av disse spørsmålene gjøres ved å se på faktorer som:

- Utvinning av råvarer - *f.eks. jord, arealer, frø, gjødsel, vanning*
- Produksjon og bearbeiding - *f.eks. oppvarming, vann, ventilasjon, elektrisitet*
- Transport – *f.eks. lastebil, jernbane, fly*
- Bruk og handel - *f.eks. engangsbruk eller gjenbrukbar, livssyklus*
- Håndtering av avfall – *f.eks. fornybare/ikke-fornybare råvarer, energiforbruk, utslipp av forurensende stoffer*

I alle disse vurderingene er det nyttig å ta hensyn til flere parametere som:

1. Utslipp av drivhusgasser, f.eks. karbondioksid (CO₂) eller metan (CH₄)
2. Vannforbruk
3. Arealforbruk (f.eks. ved dyrking av råvarer): Hvor mange m² land (eller antall trær) må plantes i gjennomsnitt for å få papir/papp for en million plastflasker? En million er antall flasker som blir produsert hvert minutt globalt!

https://www.theguardian.com/environment/2017/jun/28/a-million-a-minute-worlds-plastic-bottle-binge-as-dangerous-as-climate-change?CMP=Share_AndroidApp_Outlook

Hovedpoenget med dette er at det ikke skal oppnås noen nøyaktige resultater. Det viktigste er å finne frem til antagelser, kanskje til og med spekulasjoner, og å prøve å diskutere dem basert på dokumentasjon og forskning.

En mal for analysetabell og litt mer informasjon om LCA (Life Cycle Assessment) er tilgjengelig som arbeidsark. Det finnes også mer informasjon som regneark, sammen med statistikk og kalkulatorer for plast kontra andre materialer når det gjelder energibehov for produksjon, vannforbruk og avfall.

Vis denne tre minutter lange filmen som en del av introduksjonen:

Beholdere av kartong vs. plast (YouTube-film):

<https://www.youtube.com/watch?v=lxg9F2CC89k>

Nyttige ressurser for denne aktiviteten og livssyklusanalysen:

Brus i plastflasker, glassflasker eller aluminiumsbokser:

<https://theconversation.com/ranked-the-environmental-impact-of-five-different-soft-drink-containers-149642>

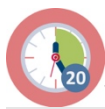
Melk i glass, plast eller kartong?

<https://slate.com/technology/2011/03/should-i-buy-milk-in-glass-plastic-or-cardboard-containers.html>

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Bidra til å forstå kompleksiteten ved bruk av ulike materialer i produksjon av plastflasker.
- Bidra til forståelse av ulike aspekter ved bruk av materialer: Utvinning av råvarer, produksjon og bearbeiding, transport, bruk og handel og avfallshåndtering.
- Bidra til å forstå hvordan vannforbruk, CO₂-utslipp, arealbruk og menneskelige fotavtrykk påvirkes forskjellig ved bruk av forskjellige råmaterialer til produksjon av plastflasker.

5.3. Fordeler og ulemper med nye materialer – for forbrukeren



Varighet: 20 minutter

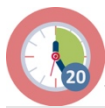
I denne aktiviteten er hensikten å få en dypere forståelse av kompleksiteten ved å bytte ut ett materiale med et annet gjennom gruppediskusjoner. Emnet som skal diskuteres er kundens fordeler og ulemper ved det nye produktet.

Resultater fra aktivitet 5.2 gir en bakgrunn for diskusjonen.

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Kunnskap om fordeler og ulemper for forbrukeren ved å bruke et annet materiale enn plast for produksjon av flasker. Med komplekse problemer som dette er selve diskusjonsprosessen det viktigste, ettersom det sjelden bare finnes ett svar.

5.4. Fordeler og ulemper med nye materialer – for naturen



Varighet: 20 minutter

I denne aktiviteten er hensikten å få en dypere forståelse av kompleksiteten ved å bytte ut ett materiale med et annet gjennom gruppediskusjoner. Emnet som skal diskuteres er fordelene og ulempene ved det nye produktet knyttet til natur- og avfallsutfordringer.

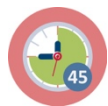
Resultater fra aktivitet 5.2 gir en bakgrunn for diskusjonen.

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Kunnskap om fordeler og ulemper for naturen ved å bruke et annet materiale enn plast for produksjon av flasker. Med komplekse problemer som dette er selve diskusjonsprosessen det viktigste, ettersom det sjelden bare finnes ett svar.

6. Utforme en undervisningsøkt basert på en case (45 min.)

6.1. Utforme en undervisningsøkt basert på et lokalt dilemma



Varighet: 45 minutter

Hensikten med denne aktiviteten er å gi fremtidige lærere erfaring med å planlegge sin egen leksjon basert på et lokalt plastdilemma. Det anbefales å arbeide i grupper, eventuelt som hjemmearbeid. Lærerstudentene oppfordres til å tenke på et dilemma i lokalsamfunnet og forklare dette dilemmaet. Deretter bør de reflektere over dilemmaet fra ulike perspektiver, som miljø, sosial og økonomisk – hva gjør det til et SSI og hvordan dette SSI kan brukes i en leksjon for deres elever. Det er meningen at de skal utvikle og beskrive et eksempel på en sak basert på dilemmaet deres. For at de skal gjøre dette riktig, anbefales det å skrive en halv side som beskriver denne saken. Den interessevekkende videoen fra aktivitet 1.5 kan brukes som inspirasjon. Til slutt skal de planlegge en leksjon for deres valgte elevgruppe. Kriteriene blir beskrevet i ppt-presentasjonen.

Lærerutdanneren presenterer aktivitet 6.1 for lærerstudentene ved hjelp av ppt-presentasjon [1] og arbeidsark [1].

Denne økten bidrar til å oppnå følgende læringsmål:

- Erfaring i hvordan man kan bruke plastdilemmaer for å undervise om naturfagenes rolle i samfunnet
- Kunnskap om hvordan man kan stille opp sosiovitenskapelige spørsmål («ubehagelige problemer») om plast i sin sammenheng
- Første kunnskap og ferdigheter om hvordan de skal håndtere miljørettede sosiovitenskapelige spørsmål (f.eks. identifisere og argumentere for ulike perspektiver) i sin fremtidige undervisning



Materialer og ressurser



Presentasjon [1] (pptx) for lærerutdanneren



Arbeidsark [1] for lærerstudentene



Utdelingsark for studentene

Tilgang til datamaskiner for innhenting av informasjon fra internett og samarbeidsoppgaver



Alternativ tilnærming

- Hopp over en eller to av case-historiene.
- Hopp over aktivitet 1.6 (debatt)
- Hopp over praktisk aktivitet 2.3 (eksperiment)
- Hopp over aktivitet 3.3 (video) og 3.7 (eksperiment) (video kan gis som hjemmearbeid – omvendt undervisning – eksperimenter kan også utføres hjemme)
- Hopp over aktivitet 4.6 og 4.7 (kunstprosjekt)
- Aktivitet 6.1 kan gis som hjemmearbeid eller som et oppdrag



Referanser

- Agencia EFE (5. juni 2018). FN advarer om at globalt blir bare 9 prosent av plastavfall resirkulert.
<https://www.efe.com/efe/english/world/un-warns-globally-only-9-percent-of-plastic-waste-is-recycled/50000262-3638548>
- Andrady, A. L. (2015). *Plastics and Environmental Sustainability*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Barker, T. 2018. *Comparison of Carton and Plastic Packaging Sustainability*. Pro Carton & Truffula Ltd. <https://www.procarton.com/wp-content/uploads/2018/06/PC-Carton-Plastic-Sustainability.pdf>
- Chow, C-F., So, W-M W., Cheung, T-Y. og Yeung, S-K. D. (2017). Plastic Waste Problem and Education for Plastic Waste Management. In Kong, S.C., Wong, T.L., Yang, M. Chow, C.F. og TSE, K.H.. *Emerging Practices in Scholarship of Learning and Teaching in a digital Era* (pp.125-140). https://doi.org/10.1007/978-981-10-3344-5_8
- Cook, D. H. (2014). Conflicts in Chemistry: The Case of Plastics, A Role-Playing Game for High School Chemistry Students. *J. Chem. Ed.* 91:

1580–1586

- Çoruhlu, T. S., og NAS, S. E. (2018). The impact of project-based learning environments on conceptual understanding: The "Recycling" concept. *Asia - Pacific Forum on Science Learning and Teaching*; 19(1), 1-23.
- d'Ambrières, W. (2020). Plastic recycling worldwide: current overview and desirable changes. *Field Actions Science Reports* [Online], Special Issue 19. Reinventing Plastics.
<https://journals.openedition.org/factsreports/pdf/5102>
- Ecochain (n.d.) *Glass vs. Plastic – What's the more climate-friendly packing material?* Ecochain Technologies B.V.
<https://ecochain.com/story/case-study-packaging-plastic-vs-glass/>
- EPA – United States Environmental Protection Agency. (n.d.). *Plastics: Material-Specific Data*.
<https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/plastics-material-specific-data>
- Fradd, S. H., Lee, O., Sutman, F. X., og Saxton, M. K. (2001). Promoting science literacy with English language learners through instructional materials development: A case study. *Bilingual Research Journal*, 25, 4, 479-501.
- Freinkel, S. (2011). *Plastic – a Toxic Love Story*. Melbourne, Vic.: TextPub.
- Geyer, R., Jambeck, J. R., og Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Sci Adv*, 3 (7), e1700782.
<https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Gillies, R., Jones, P., Papineschi, J. (2017). *Recycling – Who Really Leads the World?* (Issue 2). Eunomia Research and Consulting & European Environmental Bureau (EEB). 11th December 2017
- Groh, K. J., Backhaus, T., Carney-Almroth, B., Geueke, B., Inostroza, P. A., Lennquist, A., ... Muncke, J. (2019). Overview of known plastic packaging-associated chemicals and their hazards. *Science of The Total Environment*, 651(2), 3253-3268.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.015>
- Gutowski, T.G., Sahni, S., Allwood, J.M., Ashby, M.F. og Worrell, E. (2013). The energy required to produce materials: constraints on energy-intensity improvements, parameters of demand. *Philosophical Transactions of The Royal Society A* 371: 20120003. The Royal Society Publishing.
<https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rsta.2012.0003>
- Laville, S. og Taylor, M. (2017, 28 June). A million bottles a minute: world's plastic binge's as dangerous as climate change. *The Guardian*.
https://www.theguardian.com/environment/2017/jun/28/a-million-a-minute-worlds-plastic-bottle-binge-as-dangerous-as-climate-change?CMP=Share_AndroidApp_Outlook
- Maddox, P., Doran, C., Williams, I.D, og Kus, M. (2011). The role of

intergenerational influence in waste education programmes: The THAW project. *Waste management* (Elmsford), 31 (12), 2590-2600.

- Mastro, P. F. (2016). *Plastics Product Design*. Austin, Texas: Scrivener Publishing LLC.
- Meikel, J. L. (1995). *American Plastic – a Cultural History*. New Brunswick, New Jersey: Rutgers University Press
- Montgomery, S. (2020, 23 June). Plastic Dilemma: A brief Essay on a Big Problem. *Global Policy*.
<https://www.globalpolicyjournal.com/blog/23/06/2020/plastic-dilemma-brief-essay-big-problem>
- Onstad, E. (2019, 17 October). Plastic bottles vs. aluminium cans: who'll win the global wate fight. *Reuters*. <https://www.reuters.com/article/us-environment-plastic-aluminium-insight-idUSKBN1WW0J5>
- Palmer, B. (2011, 1 March). Disoriented in the Dairy Aisle. Should I buy milk in glass, plastic or cardboard containers? *SLATE*. Graham Holding Company. <https://slate.com/technology/2011/03/should-i-buy-milk-in-glass-plastic-or-cardboard-containers.html>
- Parker, L. (2019, 23 August). How the plastic bottle went from miracle container to hated garbage. *National Geographics*.
<https://www.nationalgeographic.com/environment/2019/08/plastic-bottles/>
- Plastic Europe – Association of Plastics Manufactures (n.d.). *Zero Plastic to landfill*. <https://www.plasticseurope.org/en/focus-areas/circular-economy/zero-plastics-landfill>
- Plastic Europe – Association of Plastics Manufactures (2020). *Plastics – The Facts 2020. An analysis of European plastics production, demand and waste data*.
https://denuo.be/sites/default/files/AF_Plastics_the_facts-WEB-2020-ING_FINAL.pdf
- Statista (2020). PET plastic bottle recycling rates in selected countries as of 2018. <https://www.statista.com/statistics/1166550/plastic-bottle-recycling-rates-in-select-countries/>
- Stern, M. J., Powell, R. B., og Hill, D. (2014). Environmental education program evaluation in the new millennium: What do we measure and what have we learned? *Environmental Education Research*, 20(5), 581–611, <https://doi.org/10.1080/13504622.2013.838749>
- Tafoya, Sunal, og Knecht. (1980). Assessing Inquiry Potential: A Tool For Curriculum Decision Makers. *School Science & Mathematics*, 80(1):43-48.
- Tobolova, M. (2015). *Understanding NTNU's students' and employees' recycling behaviour based on intervention strategies by applying a comprehensive psychological model*. Master thesis, NTNU.
- Turner, A., Arnold, R., & Williams, T. (2020). Weathering and persistence of plastic in the marine environment: Lessons from LEGO. *Environmental Pollution*, s. 114299. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114299>

- Uehara, T. (2020). Can Young Generations Recognize Marine Plastic Waste as a Systemic Issue? *Sustainability*, 12(7), 2586.
- Ugulu, I., Yorek, N., og Baslar, S. (2015). The effect of recycling education on high school students conceptual understanding about ecology: A study on matter cycle. *Educational research and reviews*, 10(16), 2207-2215.
- Zorpas, A. A., Voukkali, I., og Loizia, P. (2017). Effectiveness of waste prevention program in primary students' schools. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(16), 14304–14311.



Ytterligere lesning

History of plastics:

- Meikel, J. L. (1995). American Plastic – a Cultural History. New Brunswick, New Jersey: Rutgers University Press
- Freinkel, S. (2011). Plastic – a Toxic Love Story. Melbourne, Vic.: TextPub.

Undervisningsplaner og laboratoriemanualer fra et kurs som omhandler plast:

- Fagnani, D. E., Hall, A. O., Zurcher, D. M., Sekoni, K. N., Barbu, B. N., og McNeil, A. J. (2020). Short Course on Sustainable Polymers for High School Students. *J. Chem. Educ.*, 97, 2160–2168.
- Rapport fra en to-ukers sommerleir for elever i videregående skole, fokusert på bærekraftige polymerer. Inkluder lenker til støtteinformasjon (<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.0c00507>): Laboratoriemanual med kurspensum, tentativ timeplan, leksjonsplaner med materialer og rekvisitaliste, bruksanvisning og feilsøking for UV-vis spektroskopi, daglig tidsplan, leksjonsplaner med grafikk, materialer og rekvisitalister, lenker til supplerende innhold, figur av renoveret plaststykke etter smeltebehandling og tabeller med svar fra spørreundersøkelser blant elevene.

Quarterly problem, ICSE, Green Edition: Sustainability of masks. Incl. Helpsheets - "Life Cycle Assessment - how to do it", se <https://icse.eu/materials/quarterly-problem-green-edition/>



Vurdering

Vurderingsmetoder

Individuell mappe av studentenes arbeid, basert på aktivitetene 1.1, 1.4-1.7,

2.3, 3.2, 3.4, 3.6, 3.7, 4.2, 4.4, 4.5, 5.2-5.4 og 6.1, avhengig av detaljeringsgraden.

Vurderingskriterier

Vurderingskriteriene er basert på det vitenskapelige innholdet (læringsdimensjon) og de pedagogiske aspektene (undervisningsdimensjon).

Læringsdimensjon:

Studentene skal være i stand til å

- beskrive hva plast og mikroplast er og hvilke virkninger de har på naturen og menneskeheten
- vurdere bærekraftige utviklingsaspekter (miljømessige, sosiale og økonomiske) i sammenheng med plastdilemmaet.
- forklare livssyklusen for plastflasker, fra produksjon til avfall, hovedsakelig i deres eget land, men også med et internasjonalt perspektiv
- drøfte ulike dimensjoner ved plastdilemmaet (historiske, økonomiske, sosiale, miljømessige – lokalt og internasjonalt)
- delta i diskusjoner om plastdilemmaet
- oppnå grunnleggende kunnskap og ferdigheter som setter dem i stand til å iverksette kritiske tiltak (handlingskompetanse)

Undervisningsdimensjon:

Studentene skal

- ha kunnskap om plastforurensning som et «ubehagelig problem» i deres nasjonale og/eller lokale læreplaner
- ha erfaring med hvordan man kan bruke plastdilemmaer for å undervise om naturfagenes rolle i samfunnet
- mestre bruk av utforskningsbaserte læringsmetoder om plastdilemmaer i et SSI-perspektiv.
- vite hvordan man kan stille opp sosiovitenskapelige spørsmål («ubehagelige problemer») om plast i sin sammenheng
- oppnå grunnleggende kunnskap og ferdigheter om hvordan de kan håndtere miljørettede sosiovitenskapelige spørsmål (f.eks. identifisere og argumentere for ulike perspektiver) i sin fremtidige undervisning

Lærerutdannerne kan selvfølgelig endre eller legge til egne kriterier i henhold til hva som passer best for dem.