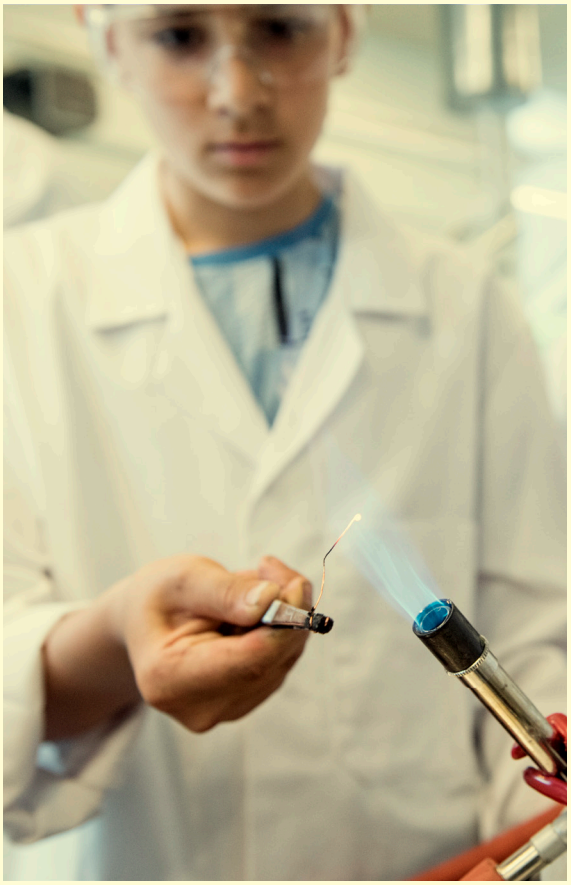
*natur
videnskabs
festival

astra*

Plast-forurening i Danmark

Resultatrapport for
Masseeksperiment 2019

naturvidenskabsfestival.dk/masseeksperiment



Kolofon

Forfattere
Kristian Syberg, cand. scient,
lektor ved ved Institut for Naturvidenskab og Miljø,
Roskilde Universitet/MarinePlastic
Yvonne Shashoua, seniorforsker,
Nationalmuseet/MarinePlastic
Steffen Foss Hansen, DTU MILJØ,
Institut for Vand og Miljøteknologi
Nanna B. Hartmann, DTU MILJØ,
Institut for Vand og Miljøteknologi
Annemette Palmqvist, Roskilde Universitet,
Institut for Naturvidenskab og Miljø
Jes Vollertsen, Aalborg Universitet, Institut for Byggeri og Anlæg
Søren Hebsgaard, freelancejournalist
Lene Christensen, cand. scient, Astra

Redaktion: Pernille Vils Rasmussen, Astra

Layout: Karin Skovrød, Astra

Foto: Sanne Vils Axelsen, Søren Hebsgaard, Jakob Vind

Udgiver: Astra
Mærsk Mc-Kinney Møller Videncenter
Akademigrunden 18
4180 Sorø
E: astra@astra.dk
W: **naturvidenskabsfestival.dk**

astra*

Indhold

Side 5
Tak for jeres deltagelse

Side 6
Resultater

Side 17
Analyse af polymerer

Side 22
Besøg af Hovedet i Havet

Side 24
Masseeksperiment i undervisningen

Side 30
Masseeksperiment 2020:

Indeklima i danske undervisningsmiljøer

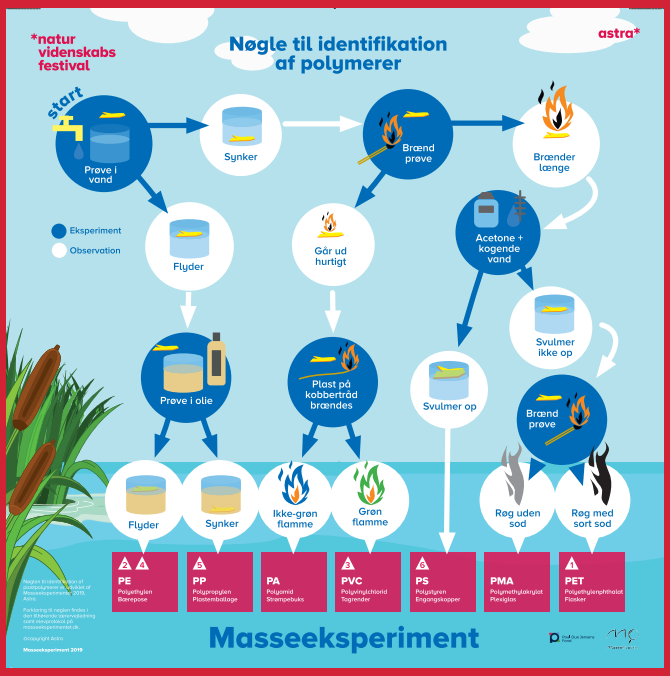
Identifikation af Polymerer i plaststykker var en af aktiviteterne i Masseeksperimentet.

Vil I arbejde videre med plastforurening?

Til Masseeksperiment 2019 har vi udviklet en del læringsredskaber, som gør det nemt at arbejde videre med årets emne.
For eksempel har vi udviklet en nøgle, som gør det nemt for eleverne at identificere plastpolymerer. Vi har også udviklet et forslag til det Fællesfaglige Undervisningsforløb "Plast som eksempel på udledning af stof".

Alle materialerne er gratis at bruge, og du finder dem i Masseeksperimentets eksperimentarkiv under Masseeksperiment 2019.

Rigtig god fornøjelse med undervisningen!



Plakten 'Nøgle til polymerbestemmelse' finder du på masseeksperimentet.dk/eksperimentarkiv.

Tak for jeres deltagelse

Verdens første videnskabelige nationale kortlægning af plastforurening

Tak, fordi I har været med til at indsamle og optælle plastaffald i hele Danmark! Masseeksperimentet har kun kunnet lade sig gøre, fordi så mange lærere og elever har været med til at udføre eksperimentet. I alt var 57.000 elever tilmeldt, og det gør Masseeksperiment 2019 til verdens største eksperiment, hvor elever systematisk har indsamlet data om plastforurening.

Vi håber, at I med årets eksperiment er blevet klogere på plastforurening og klogere på, hvor den kommer fra. Vi håber også, at eleverne har fået prøvet kræfter med og indsigt i naturvidenskabelig arbejdsmetode.

Resultater

Med jeres data har forskerne fra MarinePlastic fået helt ny viden om plastforurening i Danmark. Hvilken slags plast udgør det største problem, og hvordan er det fordelt på de forskellige naturtyper? Hvordan ser resultaterne ud for Danmark sammenlignet med udenlandske resultater? Og hvad kan vi bruge resultaterne til i forhold til EU-lovgivning, for eksempel når EU's plastdirektiv om engangsplast skal 'udrulles' i Danmark?

Forskerne fra MarinePlastic har arbejdet intenst på at analysere de data, som I har samlet ind. I kan se forskernes resultater på de kommende sider. Her kan I finde resultaterne for hele landet, men I kan også dykke ned i naturtyper, plastkategorier og polymerbestemmelserne.

Hovedet i Havets Karavane

I anledning af Masseeksperimentet kunne skoler få besøg af Hovedet i Havets karavane, med aktiviteter om plastforurening og særligt mikroplast. Mere end 2.500 elever og lærere har i år fået glæde af tilbuddet, hvor de blandt andet har dissekeret mere end 300 sild.

Masseeksperimentet som en del af undervisningen

Til sidst i rapporten kan du lade dig inspirere af, hvordan forskellige skoler har brugt Masseeksperimentet i undervisningen. Du kan læse om, hvordan en skole har ladet Masseeksperimentet være en del af et Fællesfagligt Undervisningsforløb. På en anden skole har Masseeksperimentet dannet rammen for et fælles projekt for hele skolen, og på en tredje skole arbejder de med Masseeksperimentet som ramme for progression i den naturvidenskabelige arbejdsmetode.

Vi håber, at I kan bruge denne resultatrapport som inspiration til undervisningen om emnet plastforurening: Hvad det er, hvad det betyder og hvad man kan gøre ved det, både lokalt og nationalt.

Endnu engang tak for jeres deltagelse og god læselyst!

Lene Christensen, projektleder for Masseeksperiment 2019

Resultater

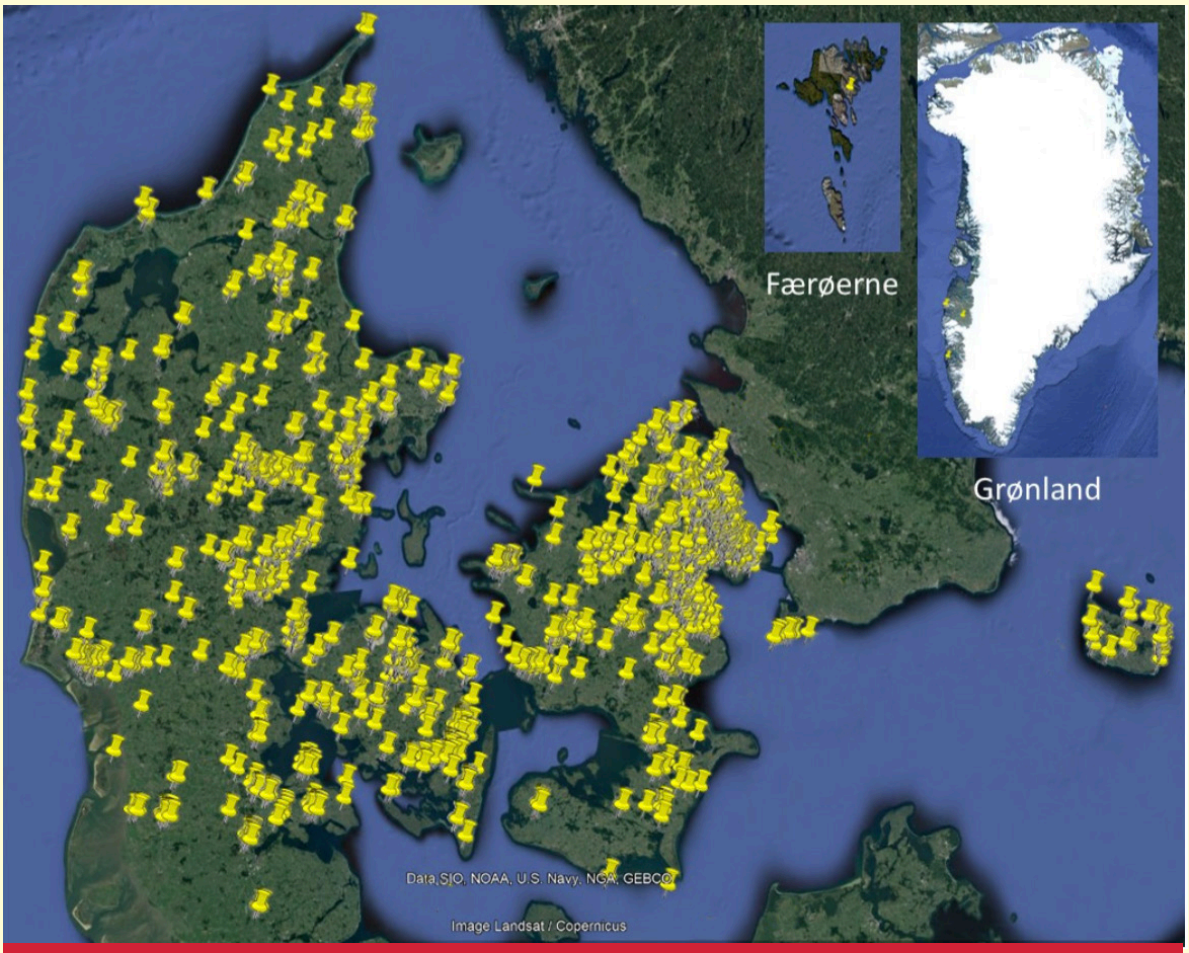
I løbet af Masseeksperimentet blev der indsamlet 374.082 stykker plastaffald fordelt på 3.548 indsamlinger i den danske natur.

Alle indsamlingerne blev foretaget efter en videnskabelig protokol, der på forhånd var udarbejdet med udgangspunkt i det Europæiske miljøagenturs "Marine Litter Watch"-protokol. Udover at bidrage til forskningen på området vil data derfor blive overført og implementeret i Marine Litter Watch databasen. Hver indsamling blev udført på en 100 meter transekt med varierende bredde, da det er meget forskelligt hvor bred en transekt kan være alt efter, hvilket område der indsamles i. Der blev maksimalt fundet 3.322 stykker plastik på en enkelt transekt. For 66 indsamlinger blev det indrapporteret, at der ikke var observeret plastik på transekten.

De mange tusinde stykker indsamlet plast blev kategoriseret og inddelt i 22 forskellige kategorier af plastaffald som fx cigaretskod, vatpinde og låg til drikkevarer.

Plast næsten overalt
I næsten alle områder blev der fundet plastaffald. I ud af de 3.548 indsamlinger, der blev foretaget, var det kun i 66 af dem, der ikke blev fundet plastaffald.

Transekt
En transekt er betegnelsen for et afmålt område i naturen, hvor man for hver længdeenhed, fx her 100 meter, tæller antallet af dyr, planter eller i dette tilfælde plaststykker.



På kortet ses hvor i Danmark der er blevet foretaget kortlægning af plastforurening. Skoler fra 92 ud af landets 98 kommuner deltog i kortlægningen.

På den måde kunne vi gennem Masseeksperimentet både få viden om de hyppigst forekommende typer af plastaffald for Danmark som helhed, men også undersøge forskelle i de typer af plastaffald, som findes i forskellige naturtyper i Danmark.

De 3.548 indsamlinger strakte sig over en samlet strækning på 354,8 km. For hver kilometer blev der således gennemsnitligt indsamlet 1054 stykker plastik, svarende til 105,4 ± 3,1 stykker plast (gennemsnit ± 95% konfidensinterval (CI)) per transekt à 100 meters længde.

Masseeksperiment 2019 i runde tal

Skoler fra **92**
ud af 98 kommuner var med

57.000
elever var med

3.548
indsamlinger i alt

I alt indsamlet
374.082
stykker plast

355
km strækning
blev kortlagt

I alt
112.018
cigaretskodder

I gennemsnit blev
der fundet
105
stykker plast
per indsamling

Rekorden for én enkelt indsamling var
3.322
stykker plast

2.560
besøg af Hovedet i
Havets karavane

332
sild blev dissekeret

Resultater

Plaststykker

Alle 374.082 stykker plastaffald, som blev indsamlet i Masseeksperimentet, blev kategoriseret efter 22 kategorier. Alle kategorier blev fundet

Cigaretskod

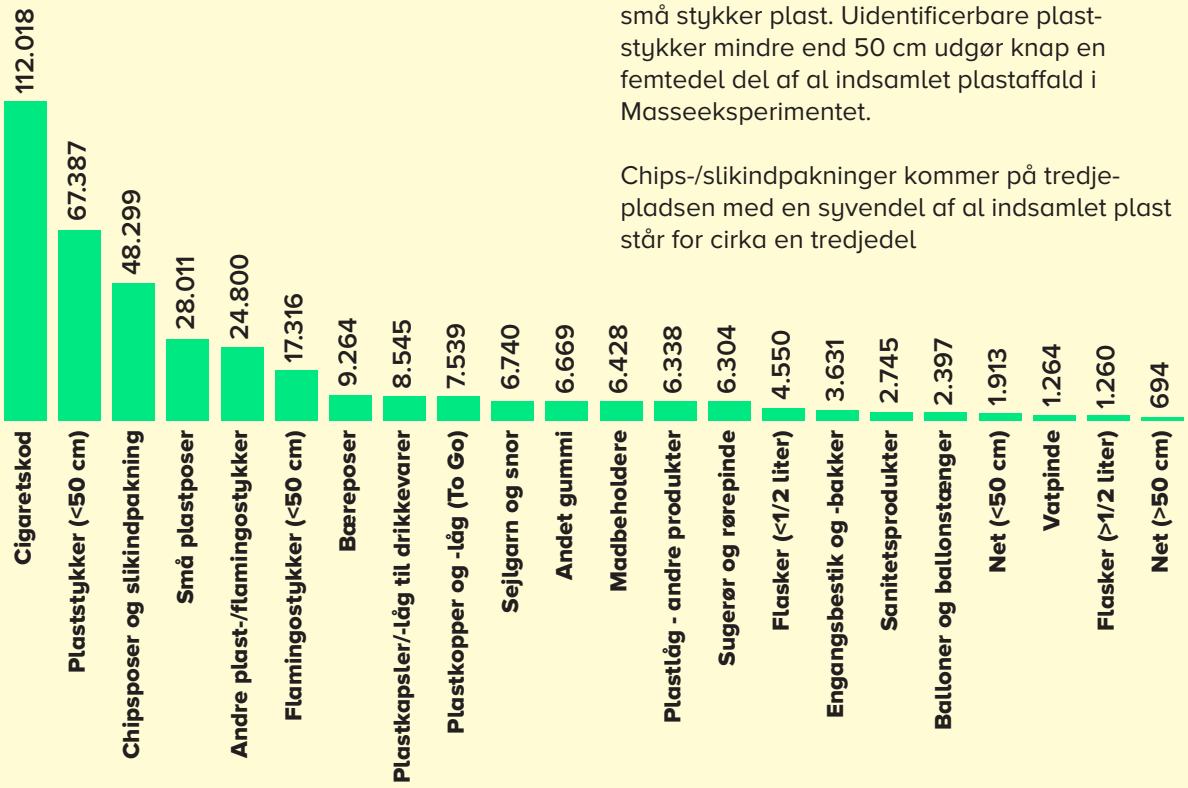
Af alle de stykker plastaffald, der blev fundet, udgjorde cigaretskod klart den største andel. De 112.018 cigaretskod, der blev registreret, udgør knap en tredjedel af alt indsamlet plastaffald, hvilket svarer til, at der gennemsnitligt blev indsamlet 31,6 ±2,8 (gennemsnit ± 95% CI) cigaretskod per indsamling.

Små stykker plast, chips- og slikindpakning

På andenpladsen kom uidentificerede plaststykker mindre end 50 cm. Hvor nogle typer af plastaffald er let genkendelige, er andre typer svære eller umulige at henføre til deres oprindelige form eller funktion. For eksempel kan mindre stykker plast brække af større stykker affald, hvilket gør det svært at identificere.

Denne fragmentering af plast i naturen er en vigtig årsag til, at der i naturen findes små stykker plast. Uidentificerbare plaststykker mindre end 50 cm udgør knap en femtedel del af al indsamlet plastaffald i Masseeksperimentet.

Chips-/slikindpakninger kommer på tredjepladsen med en syvendel af al indsamlet plast står for cirka en tredjedel

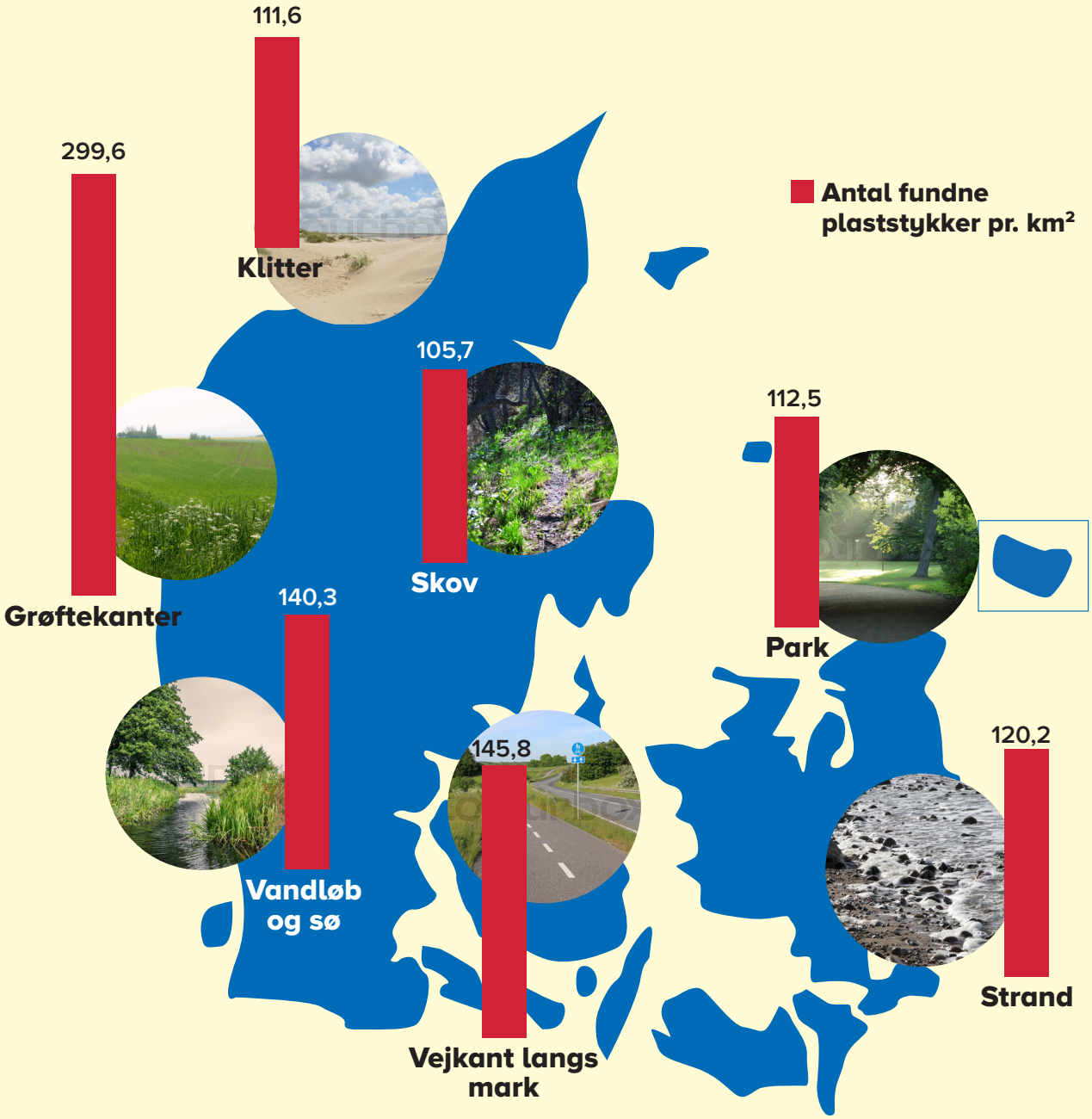


Tabel 1. Antallet af fund af plastaffald fordelt på de 22 kategorier. Der blev fundet plastaffald fra alle 22 kategorier i undersøgelsen, omend der var stor forskel på antallet af fund indenfor kategorierne.

Resultater

Forskelle mellem naturtyper

Alle syv naturtyper er velrepræsenteret i undersøgelsen



Figur 2: Der blev fundet plastaffald i alle syv naturtyper repræsenteret i undersøgelsen. Grøftekant er den naturtype der findes mest plastaffald i, skov er den naturtype der findes mindst plastaffald i. Fotos: Colourbox

En af de kortlagte naturtyper er vandløb og sø. Vandløb og sø ligger på tredjepladsen med hensyn til fund af plastaffald (140 stykker pr. km^2), kun overgået af grøftekant (299 stykker pr. km^2) og vejkant langs mark (145 stykker pr. km^2).

Indsamlingen foregik i syv forskellige slags naturtyper:

- **Opskylningszone på strand,**
- **Klitter på strand,**
- **Åbred (søbred, vandløbskant),**
- **Grøftekant langs vej,**
- **Vejkanter langs mark,**
- **Parkområde og**
- **Skovstier.**

I forhold til fordelingen af plaststykker indsamlet i de forskellige områder, så er der fundet mest plastaffald i grøftekanter (229,6 stykker per km^2) efterfulgt af markvej (145,8 stykker per km^2), vandløb og sø (140,3 stykker per km^2), strand (120,2 stykker per km^2), park (112,5 stykker per km^2) og klitter (111,6 stykker per km^2).

Færrest stykker plast er der fundet i Skov (105,7 stykker per km^2). Alle 22 typer af plast blev fundet i de syv forskellige naturtyper.

De 3.548 indsamlinger fordelte sig med 597 transekter i skov, 934 i grøftekanter, 170 i klitter, 434 på strande, 704 i parker, 452 på markveje samt 264 langs vandløb og søer. Indsamlingerne er fordelt ikke kun over hele landet men ligeledes mellem de syv naturtyper, idet alle naturtyper er vel repræsenteret i undersøgelsen.

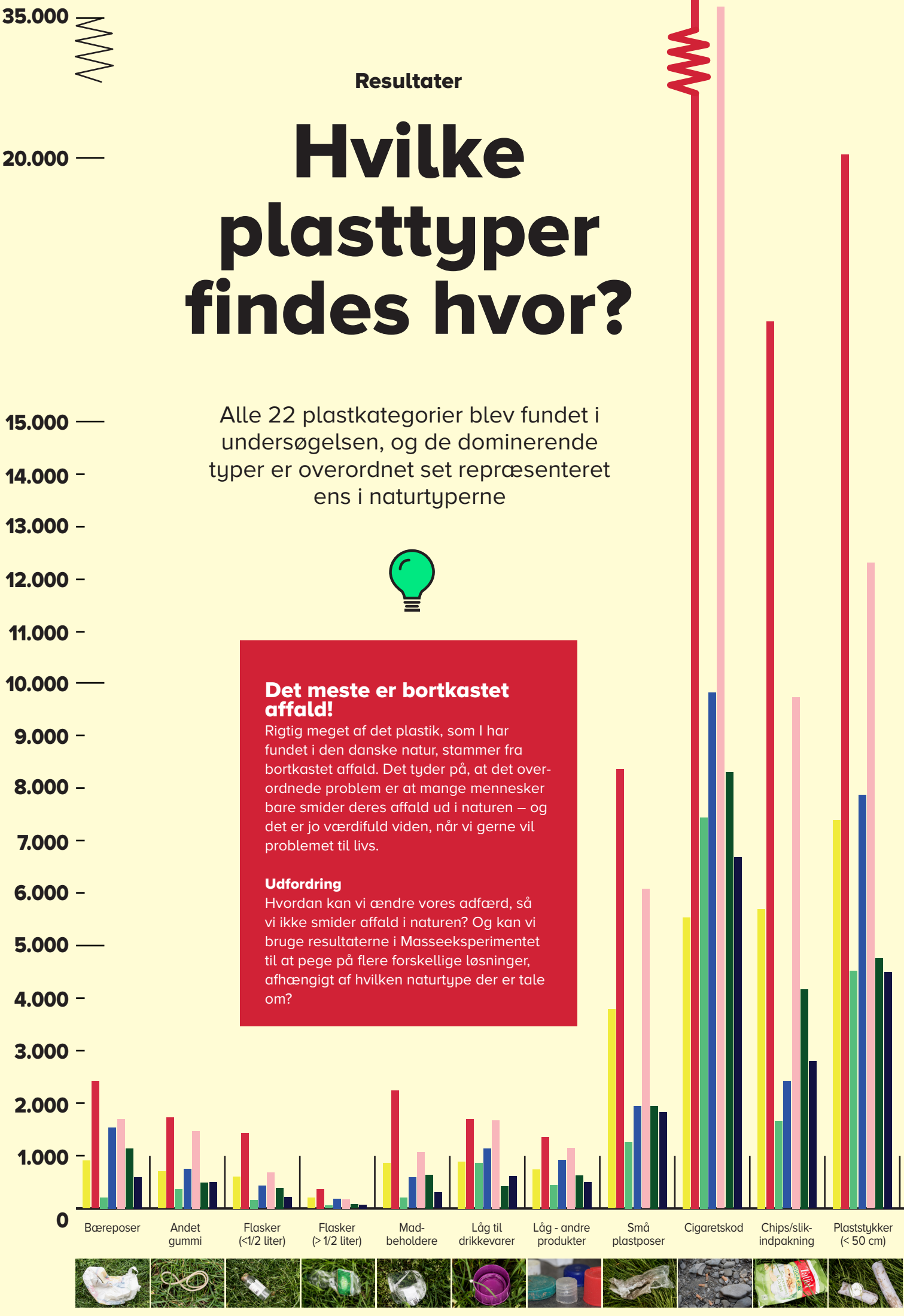
Masseeksperimentet er en succes!

Vi ville lave verdens første nationale videnskabelige kortlægning af plastaffald – og det er lykkedes over al forventning! Vi har dækket hele landet, hvor skoler i 92 ud af 98 kommuner var med. Der blev indsamlet 374.082 stykker plast, alle 22 plastkategorier blev fundet i alle syv naturtyper, og alle syv naturtyper er godt repræsenteret i undersøgelsen.
Så der er kun én ting at sige: Tusind tak for jeres store indsats, uden jer var vi ikke kommet i mål med så stor en undersøgelse!

Resultater

Hvilke plasttyper findes hvor?

Alle 22 plastkategorier blev fundet i undersøgelsen, og de dominerende typer er overordnet set repræsenteret ens i naturtyperne



Det meste er bortkastet affald!

Rigtig meget af det plastik, som I har fundet i den danske natur, stammer fra bortkastet affald. Det tyder på, at det overordnede problem er at mange mennesker bare smider deres affald ud i naturen – og det er jo værdifuld viden, når vi gerne vil problemet til livs.

Udfordring

Hvordan kan vi ændre vores adfærd, så vi ikke smider affald i naturen? Og kan vi bruge resultaterne i Masseeksperimentet til at pege på flere forskellige løsninger, afhængigt af hvilken naturtype der er tale om?

Når vi kigger på fordelingen af plastaffaldet mellem de forskellige naturtyper, kan vi se, at de dominerende typer plastaffald overordnet set er de samme for mange af naturområderne.

Top 5 for alle syv naturtyper er: cigaretskod, mindre stykker plast (< 50 cm), chips- og slikpapir, små plastposer samt andre plast/flamingo, selvom rækkefølgen af de fem mest almindeligt forekommende plastkategorier varierer lidt mellem de forskellige naturtyper.

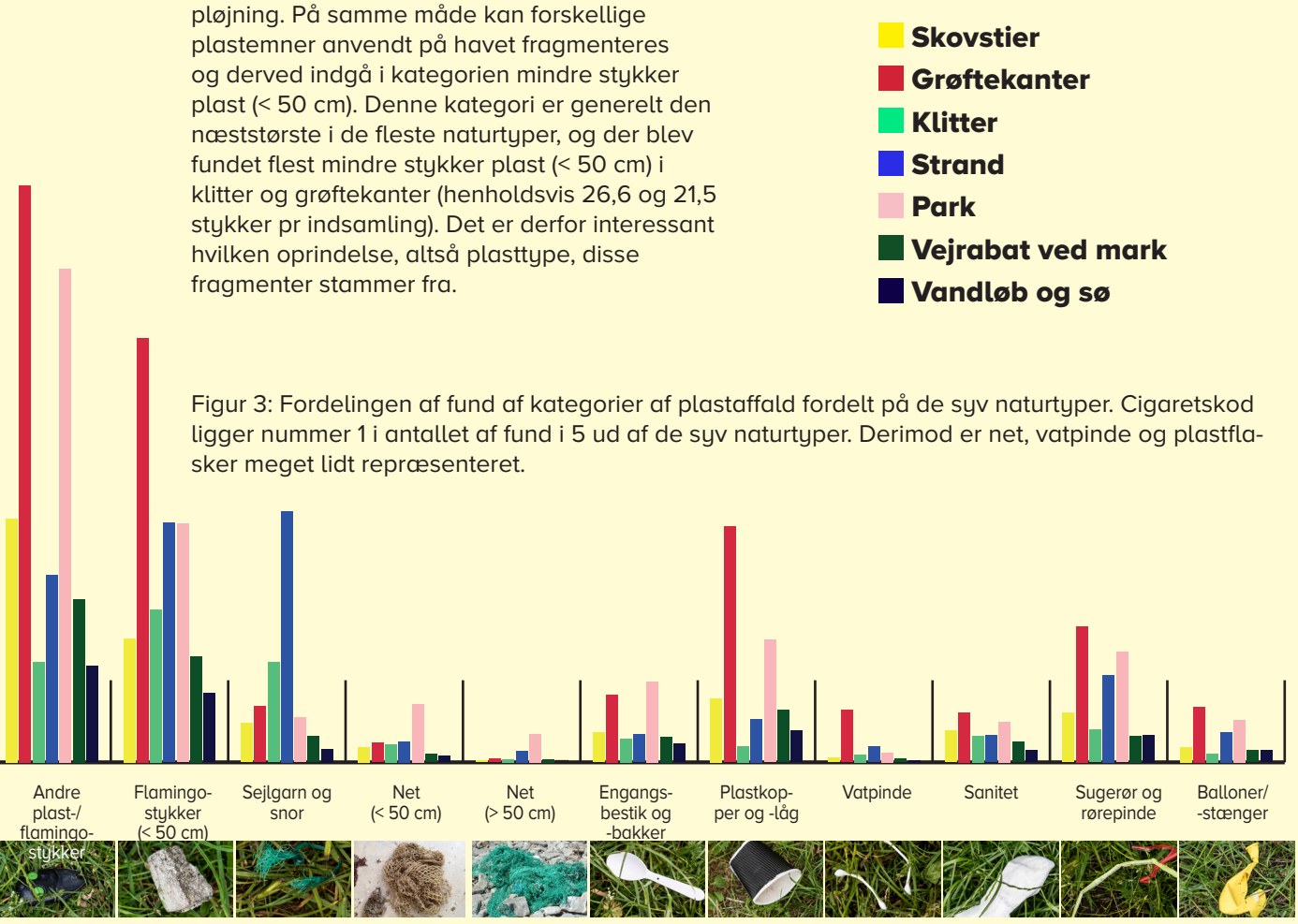
For naturtyperne grøftekanter, park og vandløb og sø fordeler de seks mest almindeligt indsamlede plastaffaldstyper sig ens og som følger: 1. Cigaretskod, 2. Plaststykker (< 50 cm), 3. Chips-/slikindpakning, 4. Små plastposer, 5. Andre plast-/flamingostykker, 6. Flamingostykker (< 50 cm). Det er den samme rækkefølge for naturtypen markvej, bortset fra at små plastposer og andre plast/flamingo har byttet om på 3.- og 4.-pladsen.

En vigtig gruppe er gemt under kategorien mindre stykker plast (< 50 cm). Industriel plast samt plast anvendt i landbruget på marker vil typisk fragmenteres og spredes i miljøet. Det sker, enten fordi plasten bliver porøs på grund af UV-stråling fra sollys, og/eller fordi den bliver påvirket mekanisk ved f.eks. pløjning. På samme måde kan forskellige plastemner anvendt på havet fragmenteres og derved indgå i kategorien mindre stykker plast (< 50 cm). Denne kategori er generelt den næststørste i de fleste naturtyper, og der blev fundet flest mindre stykker plast (< 50 cm) i klitter og grøftekanter (henholdsvis 26,6 og 21,5 stykker pr indsamling). Det er derfor interessant hvilken oprindelse, altså plasttype, disse fragmenter stammer fra.

Masser af engangsplast i naturen

Rigtig meget af plasten, som I har fundet, kan betegnes som engangsplast – altså plast som er produceret til at bruges en enkelt gang, før det smides ud. Det er f.eks. bæreposer, sugerør, engangsbestik, kopper og mademballage.
Ud af de 10 mest fundne typer plast på de europæiske strande, er det kun fire af disse typer, der ligger på den danske Top 10.

Udfordring
EU-lovgivningen om regulering af engangsplast skal også gælde i Danmark. Men hvis EU-lovgivningen tager udgangspunkt i EU 'top ti' listen, hvad gør vi så med de 6 typer af plast som er på den danske 'top ti', men ikke på EU 'top ti' listen? Hvordan kan vi sikre, at disse 6 plasttyper også bliver reguleret?



Figur 3: Fordelingen af fund af kategorier af plastaffald fordelt på de syv naturtyper. Cigaretskod ligger nummer 1 i antallet af fund i 5 ud af de syv naturtyper. Derimod er net, vatpinde og plastflasker meget lidt repræsenteret.

Resultater

Engangsplast spiller en vigtig rolle

En betragtelig del af det indsamlede plast er produkter, der kun bruges en eller få gange og derefter smides ud.

En betragtelig del af den indsamlede plast kan betegnes som engangsplast, altså plastprodukter som bruges en eller få gange og derefter smides ud. Det kan for eksempel være engangsbestik, bæreposer og sugerør.

EU har besluttet at regulere de ti kategorier af engangsplastprodukter, der mest hyppigt findes på europæiske strande.

De ti kategorier af plastik, der mest hyppigt er identificeret på europæiske strande, indgik også i Masseeksperimentets protokol. Alle disse 10 kategorier er også fundet i den danske natur. Her er det vigtigt at bemærke, at det kun er fire af de ti kategorier på EUs liste, der ligger i Top 10 i Masseeksperimentet.

Der er altså forskel på plastikforurening i Danmark og plastikforurening i EU som sådan. Det er jo en vigtig pointe at have for øje, i forhold til at EU-lovgivningen efter planen skal træde i kraft i 2021. Derudover har Danmark vedtaget en handlingsplan, der skal sikre mindre plastforurening i naturen ved anvendelse af forskellige virkemidler såsom udvidet ansvar hos producenterne, udvidelse af pantsystemet samt informationskampagner.

Type	Fundet i Masse-eksperi-mentet	Placering i Masse-eksperi-mentet
Cigaretskod	Ja	1
Ballon/-stænger	Ja	18
Engangsbestik	Ja	16
Madbeholdere	Ja	12
Plastkopper og -låg	Ja	9
Chips- og slikindpakning	Ja	2
Vatpinde	Ja	20
Plastposer	Ja	4
Plastflasker	Ja	15
Sanitetsprodukter	Ja	17

Tabel 1: Oversigt over de ti plasttyper, der er underlagt EU´s Engangsplastdirektiv. Alle EU plasttyper blev fundet i Masseeksperimentet, men kun 4 på EU top listen, er blandt de 10 mest fundne plastkategorier i Danmark: Cigaretskod, Chips/slikindpakning, plastposer og plastkopper og -låg.

Vi smider ikke så meget affald i skoven

Skovstier er den naturtype hvor vi smider mindst affald fra os. Og selvom cigaretskod er den type, vi finder mest af, er cigaretskod i naturtypen skovstier kun på tredjepladsen.

Udfordring

Kan vi undersøge, hvorfor vi ikke smider ligeså meget affald, herunder cigaretskod, fra os i skoven – og så overføre svaret til de andre naturtyper? Kan vi overføre den gode adfærd fra skoven til de andre naturtyper, og på den måde undgå plastaffald i naturen?

Cigaretskod er den type af plast, vi oftest finder. Bare ikke i skoven, der ligger cigaretskod på tredjepladsen.

Det er også vigtigt at være opmærksom på, at nogle kategorier i Masseeksperimentet ikke er produkter, men derimod rester fra produkter. Det gælder fx mindre stykker plast (< 50 cm), der er den anden største kategori i Masseeksperimentet. En del af stykkerne i denne kategori kan muligvis stamme fra nogle af de typer engangsplast, der reguleres af EU-direktivet.

I afsnittet om polymertyper på næste side diskuteres det, hvilke produkter de indsamlede plastfragmenter kan stamme fra.

Strand, klit og skovsti er undtagelser

Der er enkelte undtagelser i forhold til de mest almindeligt forekommende plastkategorier. På stranden kom sejlgarn og snor ind på en tredjeplads og fortrængte dermed andre plast/flamingostykker, som er at finde på 6. pladsen i denne naturtype. En årsag til at sejlgarn og snor findes i større mængder på strandene kan være anvendelsen af reb og snor i forbindelse med sejlads og fiskeri.

EU-lovgivning i Danmark

EU's liste over de 10 mest fundne kategorier af plastaffald er forskellig fra Masseeksperimentets 'top-10-liste' – altså de 10 mest fundne kategorier i Danmark. Kun fire af de kategorier, der findes på EU's top-10-liste, findes på den danske 'top-10-liste' – nemlig cigaretskod, chips/slikindpakninger, små plastposer og plastkopper og -låg.

Udfordring

Når EU direktivet træder i kraft i 2021 og skal implementeres i Danmark, hvilke opmærksomhedspunkter tænker I så, der er? Kan vi bruge Masseeksperimentets resultater til at være opmærksomme på særlige kategorier af plastaffald, fx vatpinde og ballonstænger (som kun er nummer 20 og 18 på den danske liste) eller små stykker ikkeidentificerbar plast (som ikke står nævnt i EU-direktivet, men som er nummer 2 på den danske top-10-liste)?

Vatpinde står på EU's top-10-liste, mens fund af vatpinde var minimalt i Danmark og ligger som nummer 20 ud af de 22 kategorier.

I klitterne findes flamingostykker (< 50 cm) i et omfang, der kun overgås af cigaretskod og plaststykker (< 50 cm). Den store mængde flamingostykker kan muligvis stamme fra fiskekasser og lignende.

For skovstier er cigaretskod på en tredjeplads, og bæreposer kommet ind på en 6. plads. Der kan være flere årsager til dette. Dels må man fra 1. marts til 31. oktober ikke ryge nær nåletræsbevoksninger, græsklædt skovbund, lyngarealer eller unge bevoksninger, hvilket svarer til minimum 48% af det danske skovareal. Og dels kan offentlige og private ejere af skove ved skiltning forbyde rygning. Desuden er skovstier i internationale undersøgelser ikke identificeret som værende et særlig favoritsted at ryge.

Flaskepantordningen virker!

På europæisk plan er vand- og sodavands-flasker blandt de 10 mest almindeligt forekommende plastkategorier fundet på strandene.

Men når man ser på jeres resultater, så ligger plastflasker på en 15.-plads! Hvordan kan det være?

Et godt bud er den danske flaskepantordning, der øger motivationen til at aflevere og genanvende plastflasker i stedet for at smide dem i den danske natur.

Så resultatet fra Masseeksperimentet giver altså et hint om, hvor effektiv en pantordning er – og det næste spørgsmål er så, om det ville virke at lægge pant på andre produkter, fx plast-kødbakker eller bæreposer?

Udfordring
Kan pantordningen udvides til også at gælde andre plastprodukter? Hvor meget skal der benyttes af et plastprodukt, før det giver mening, at der er pant på? Og er der andre forhold der skal tænkes igennem, fx om vi kan 'ensrette' den type af plast, der benyttes, fx når det drejer sig om plastbakker, der benyttes til kød og grøntsager?

En test i idetifikationen af polymertyper er en brændprøve på kobbertråd. Hvis flammen bliver grøn er det en indikation på at plaststykket indeholder PVC.

Analyse af polymerer

Polymeridentifikationsnøglen gjorde det muligt for eleverne at analysere sig frem til syv polymertyper.

Resultaterne fra polymeranalyserne viser, at de syv polymertyper blandt de analyserede stykker plast blev identificeret. Polymertyperne afspejler de typer, der på verdensplan produceres og anvendes i størst omfang.

De største grupper inden for global plast-produktion, når fiberplast (kompositmaterialer) tages ud af opgørelsen, er PE (36%), PP (21%) og PVC (12%) efterfulgt af PET, polyuretaner og PS (<10% hver). Tilsammen tegner disse plast-grupper sig for 92% af al plast, der nogensinde er fremstillet. Cirka 42% af al ikke-fiberplast er blevet anvendt til emballering, der hoved-sageligt består af PE, PP og PET. Polyester, hvoraf størstedelen er PET, tegner sig for 70% af al fiberproduktion i verden.

De stykker, der blev analyseret på i Masseeksperimentet, hørte til under kategorien Mindre plast (< 50 cm). Det var altså stykker, der ikke umiddelbart kunne forbindes med et produkt. I opslaget på side 20-21 forklares typiske egenskaber for de forskellige polymer-typer, samt hvor de forskellige fragmenter typisk kan komme fra. PE og PP fylder mest i den globale plastproduktion, og derfor indgår det også med den største andel i det danske

Analyse af polymerer

Polymertyper	Antal stykker	Procent
Polyethylen (PE)	3.211	47,7
Polypropylen (PP)	2.292	34,1
Polystyren (PS, Styrofoam)	469	7,0
Polyvinylchlorid (PVC)	256	3,8
Polyamid (PA, Nylon)	197	2,9
Polymethymethacrylat (PMMA, Plexiglas)	160	2,4
Polyethylenterepthalat (PET)	141	2,1
I alt	**6.276**	**100**

Tabel 4.
Oversigt over de polymertyper der blev identificeret i den frivillige ekstra del af Masseeksperimentet. Antal stykker analyseret samt deres procentvise bidrag til den samlede mængde er anført.

affald, bl.a. i form af bæreposer og emballage til mad. Det afspejles i de plastikfragmenter, der blev indsamlet i Masseeksperimentet.

Nylon (polyamid) udgør en større andel af produktionen, end der blev fundet i Masseeksperimentet. Dette skyldes måske, at indsamlingen foregik på landjorden og i nærheden af vandet og ikke i selve vandet. Fiskesnører og net er den største kilde af PA i søer og floder. Til gengæld blev der indsamlet mere PS i affaldsindsamlingen end forventet ud fra tal, der beskriver global produktion. PS fandtes mest som beholdere til færdigretter og som emballage til pakning i form af flamingo.

PET var den mindst fundne polymertype i affaldsindsamlingen. PET findes på fiberform i tekstiler men også i stort omfang som vand- og sodavandsflasker, der er omfattet af den danske flaskepantsordning, hvilket kan være en årsag til de få PET-fragmenter.

I har været gode til at analysere polymertyper!

Mange af jer har analyseret, hvilke typer polymerer, I fandt ude i naturen – og det har I gjort godt. Når man ser på, hvordan polymererne er repræsenteret i jeres indsamlede 'små plaststykker', så passer det rigtig godt sammen med, hvor meget der produceres i alt af de forskellige polymertyper.

En afvigelse er dog PET, som er den plasttype, der produceres mest af i Europa. Men i jeres analyser var det den mindst fundne polymertype. Hvordan hænger det sammen?

Et godt bud er, at rigtig meget PET bruges til at lave sodavandsflasker af. Flaskerne ender derfor ikke i naturen, fordi de afleveres i forbindelse med den danske returpantordning, og I finder derfor heller ikke stykker af flaskerne i naturen.

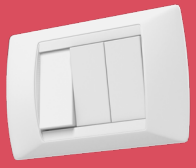
Udfordring
Små stykker plast, der ikke kan identificeres, er den type af plast, vi finder næstmest af. Kan disse små stykker plast bruges til noget? Hvis de skal genanvendes, hvad skal der så til? Hvordan får vi dem indsamlet, hvad kan de bruges til og hvordan?

Små stykker plast, vi ikke kan se, hvor stammer fra, er den type plast, vi finder næstmest af.

Fysisk/kemiske egenskaber for polymertyperne

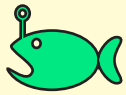
Nedenfor er angivet fysiske og kemiske egenskaber for de fundne polymertyper, ligesom typiske anvendelsesområder er angivet.

	POLYETHYLEN (PE)	POLYPROPYLEN (PP)	POLYSTYREN (PS)
Generel	Der findes en række forskellige varianter af polyethylen, hvor lavdensitets- og højdensitets-polyethylen (henholdsvis LDPE og HDPE) er de to mest almindelige. Materialeegenskaberne varierer for de forskellige varianter.	Polypropylen er i familie med polyethylen.	Polystyren fremstilles som en film (engangs krus og bestik) og som opskummet materiale (flamingo og styrofoam).
Udseende	Uklart	Halvtransparent, let, sejt	Som film. glasklart
Massefylde g/cm³	0,92-0,93 (LDPE) 0.95-0.97 (HDPE)	0,90-0,91	1,04-1,05
Smelte-temperatur °C	ca. 107-115 °C for LDPE og 130-137 °C for HDPE	Kan modstå temperaturer op til 120 °C, hvilket gør det muligt at sterilisere produkter af poly-propylen ved at koge dem i vand.	100-108
Egenskaber	Sejt og fleksibelt, fremragende vand- og fugtbestandighed og god bestandighed over for næsten alle opløsningsmidler og andre kemikalier. Gode elektriske isoleringsegenskaber.	Hårdt, fremragende vand- og fugtbestandighed og god bestandighed over for næsten alle opløsningsmidler og andre kemikalier. Gode elektriske isoleringsegenskaber.	god vand- og fugtbestandighed men dårlig bestandighed over for ketoner, alkoholer og opvarmning. Sprødt.
Anvendelser	Emballage, bæreposer, flasker, kasser, dunke, rør, slanger, kabelisolering, legetøj osv. Ved genbrug kan materialet f.eks. bruges til at fremstille fleksible beholderlåg, klembare flasker og frostposer til fødevarer.	Emballage til fersk kød og færdigretter til mikroovnen, tæpper, måtter og møbler, instrumentpaneler, kofangere og andre komponenter til biler.	Engangskrus til varme og kolde drikkevarer, bestik, emballage, termisk isolering, støddæmpende emballage.

	POLYVINYLCHLORID (PVC)	POLYAMID (PA)	POLYMETYLMETAKRYLAT (PMMA)	POLYETYLENTEREPHTHALAT (PET)
	PVC findes i to hovedgrupper: hård og blød PVC. Det er kun de bløde indeholder blødgørere, ofte såkaldte ftalater.	Polyamid er også kendt under handelsnavnet nylon og anvendes i stor udstrækning til tekstilfibre.	PMMA kendes også under betegnelsen plexiglas.	PET er en af de mest anvendte typer af plast i europæisk emballageindustri.
	Glas klart	Uigennemsigtig	På grund af sin transparens og ridsebestandighed, betragtes PMMA som det lette alternativ til glas.	På grund af sin transparens betragtes det som det lette alternativ til glas. Materialets styrke og stivhed betyder, at det kan tåle højt tryk og modstå slag samtidig med, at det er varmestabilt og har særdeles gode barriereegenskaber.
	1,30 – 1,58	1,13-1,15	1,17-1,20	1,29-1,40
	30-212	255-265	140 – 180	235-260
	Egenskaber: Fremragende vand- og fugtbestandighed og god bestandighed over for næsten alle opløsningsmidler og andre kemikalier. Gode elektriske isoleringsegenskaber. Ringe varme- og vejrbestandighed. Er flammehæmmende pga. klor i strukturen som frigives, når materialet brænder.	God slidstyrke, elastisk og krølmodstandsdygtigt, stor trækstyrke, termoplastisk, optager mere fugt end andre syntetiske fibre og kan let blandes med andre fibertyper. Polyamid optager let snavs, bliver statisk elektrisk og har en dårlig isoleringsevne.	PMMA viser god kemikaliebestandighed og vejrbestandig og er stabil i UV-lys sammenlignet med andre plasttyper som f.eks. polystyren og polyethylen. PMMA vejer kun en tredjedel af glas og slagstyrken er fem til otte gange så stærk.	Kendt for sin store styrke og stivhed, kombineret med muligheden for gennemsigtige produkter, god slagfasthed og overfladehårdhed. PET har gode barriereegenskaber og vandpermabiliteten er lav. Ulemperne ved brug af PET er høj støbekrymp, og da smeltepunktet også er højt, skal værktøjstemperaturen også være relativ høj.
	En stor del af den hårde PVC bruges i byggeriet til nedløbsrør, afløbssystemer, vinduesrammer, kabelbakker og tagrender. Blød PVC anvendes typisk, når der er brug for et fleksibelt og blødt materiale med stor styrke, som ikke revner ved gentagne mekaniske påvirkninger og har stor brandbestandighed. Eksempler på bløde produkter er vinylgulve, isolering af el-kabler, presenninger, bolde, slanger og regntøj.	Tøj, tovværk, fiskesnører, kabelbindere, børster og tæpper. PA bruges som forstærkning i gummimateriale som f.eks. bildæk, reb eller tråd og til en række sprøjtestøbte dele til køretøjer. PA anvendes ofte som erstatning for lavstyrke-metaller i f.eks. bilmotorer på grund af dets høje styrke, høje temperaturfasthed og høje kemiske kompatibilitet.	PMMA er meget anvendt til lysskilte, displays, ruder, spejle, fly-vinduer, instrumentpaneler, akvarier, optiske instrumenter, linser og lampedele.	Plasttypen PET bruges blandt andet til elektriske kontakter, flasker til øl og sodavand, parfume, folie, fotografisk- og røntgenfilm, lyd- og billedbånd med mere. 

Resultater Hovedet i Havet karaven

Mere end 2.500 fik besøg af Hovedet i Havets karavane



Hovedet i Havets karavane indtog landet i forbindelse med dette års Masseeksperiment. Skolerne deltog i værksteder med aktiviteter om plastforurening og mikroplast.

I forbindelse med dette års Masseeksperiment, fik deltagende skoler mulighed for at få besøg af projekt Hovedet i Havets karavane. Elever og lærere blev gennem oplæg og eksperimenter klogere på, hvad der sker, når plast ender i havet, og hvordan det ser ud, når en fisk har mikroplast i maven.

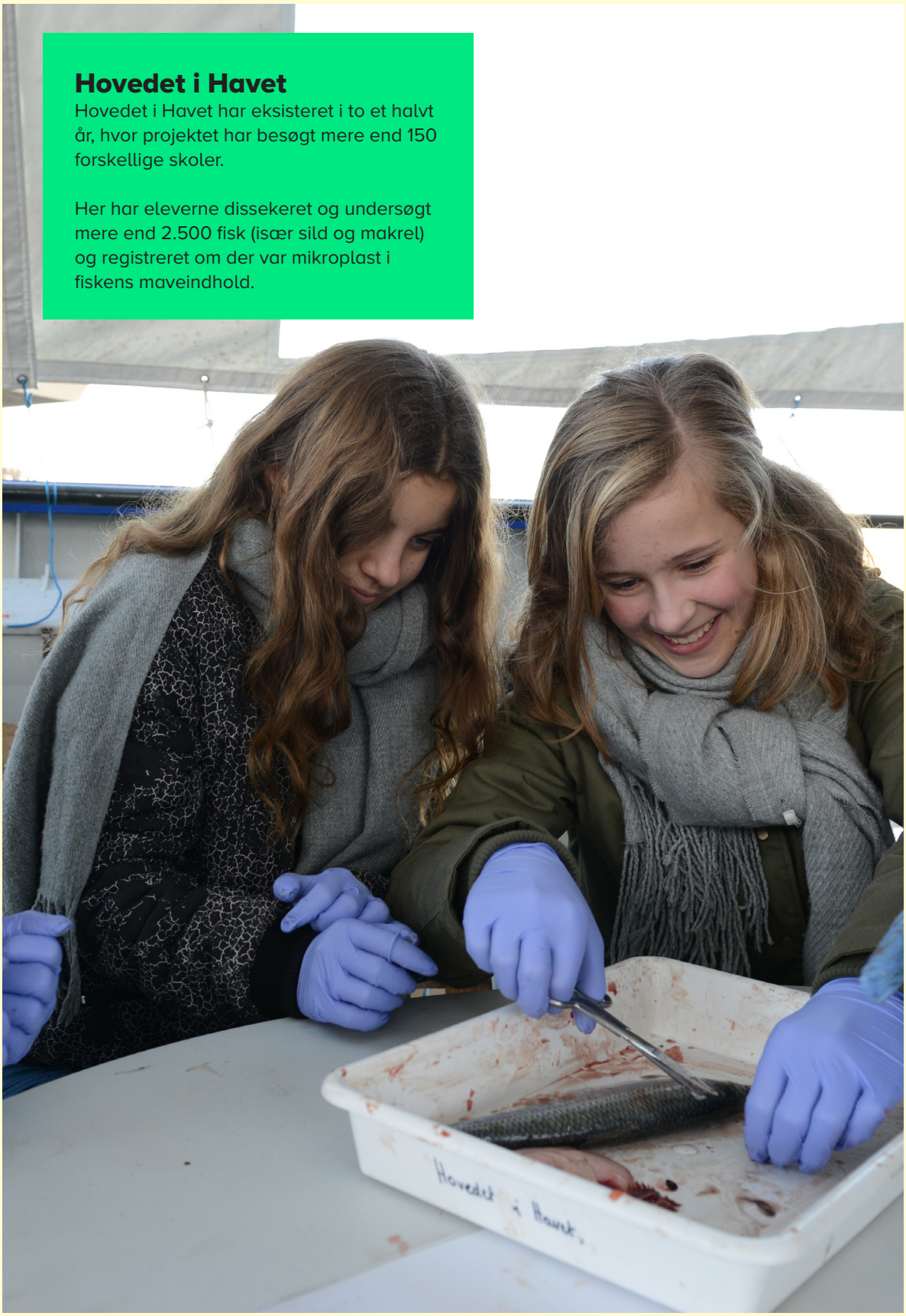
Mere end 100 forskellige skoler havde ansøgt om at få besøg af karavanen, og elleve skoler fik besøg. 332 sild måtte lade livet, da de blev dissekeret af elever fra hele Danmark på 5. til 9. klassetrin. Der blev ledt efter mikroplast i maveindholdet i silden. At mange sildemaver indeholdt mikroplast var for mange af eleverne en tankevækkende oplevelse, som blev taget med hjem i bagagen. Det skal dog bemærkes, at selvom der udvises forsigtighed under dissektionerne, kan der være fejlkilder fra fx mikroplastik i luften, ligesom at det er muligt at fiskene indtager mikroplast fra fiskenettene, idet de bliver fanget.

I løbet af de tre uger, hvor festivalkaravanen har kørt rundt i landet, har 2.560 elever, lærere og lærerstuderende fået hovedet i havet og zoomet ind på plastikforurening i havet. Hovedet i Havet er et havformidlingsprojekt støttet af Nordea-fonden. Projektet er forankret hos Institut for Bioscience, Aarhus Universitet. Læs mere om projektet her **facebook.com/hovedetihavet**

Hovedet i Havet

Hovedet i Havet har eksisteret i to et halvt år, hvor projektet har besøgt mere end 150 forskellige skoler.

Her har eleverne dissekeret og undersøgt mere end 2.500 fisk (især sild og makrel) og registreret om der var mikroplast i fiskens maveindhold.



Masse-eksperiment i undervisningen

Formålet med Masseeksperimentet 2019 var at involvere danske skoleelever i et eksperiment, hvor eleverne ved at benytte naturvidenskabelig indsamlings- og analysemetoder, kunne indsamle relevante data om plastaffald i Danmark.

Formålet med Masseeksperimentet var også, at eleverne skulle få en oplevelse med virkelighedsnær undervisning om plastforurening, samt arbejde med naturvidenskabelige arbejdsmetoder. Tre skoler har udrullet Masseeksperimentet på tre forskellige måder: Som en del af et fælles, fagligt undervisningsforløb, som en løftestang for naturvidenskabelig arbejdsmetode samt som en fælles oplevelse for en hel skole.

16
astra*
*natu
vidonskabs
festival

Masseeksperiment i undervisningen

Virkelighedsnær undervisning

På Store Magleby Skole blev Masseeksperimentet tænkt ind som en del af det fællesfaglige undervisningsforløb "Udledning af stoffer".

På bordet står de hvide bakker med målebånd, data-protokoller, og typebestemmelsesnøgler, da 9. klasserne småsnakkende træder ind i fysiklokalet.

Mette Elizabeth byder de morgentrætte elever velkommen. Mette Elizabeth er fysik/kemi-lærer for 9. klasserne på Store Magleby Skole i Dragør. Her har hun og hendes kollegaer valgt at lade Masseeksperimentet indgå som en del af et større undervisningsforløb.

"Da vi hørte, at Masseeksperimentet i år handlede om plastik i naturen, så tænkte vi, at det var helt oplagt, at det skulle indgå som en del af vores fællesfaglige forløb om udledning af stoffer," fortæller Mette Elizabeth.

Fælles temadag

Undervisningsforløbet blev skudt i gang med en fællesfaglig temadag om plastik, som foregik to uger før Masseeksperimentet skulle løbe af stablen. På temadagen gav Mette Elizabeth og hendes kollegaer en fælles introduktion i multisalen, hvorefter de tre 9.-klasser blev blandet på kryds og tværs og sendt ud i tre fagværksteder.

I fysikværkstedet lavede eleverne polymerbestemmelse, i biologiværkstedet skulle eleverne dissekere muslinger for at se, om de havde optaget plastfibre, og i geografiværkstedet arbejdede eleverne med plasts kredsløb og plastiksupperne. Efterfølgende skulle eleverne så formulere en problemstilling: Hvad undrede de sig over, og hvad ville de gerne gå i dybden med i uge 39?

"De efterfølgende naturfagstimer blev brugt på at lave arbejdsspørgsmål, som så skulle bruges i uge 39. Det virker måske ret ambitiøst, men Naturvidenskabsfestivalen giver jo nogle rigtig gode rammer med alle de materialer, som vi får tilsendt. Og så er det rigtig godt at være et fagteam, hvor man kan sparre med hinanden," siger Mette Elizabeth.

Mette Elizabeth og hendes kollegaer gennemførte et Fællesfagligt Undervisningsforløb om plast som udledning af stof, hvor alle eleverne gennemførte Masseeksperimentet.

På Store Magleby Skole blev det fællesfaglige undervisningsforløb sluttet af med en lille festival torsdag eftermiddag, hvor forældrene blev inviteret med til Åbent Værksted. Her demonstrerede eleverne polymerbestemmelse, de lavede bioplast af mælk og viste det plastik frem, som de indsamlede omkring skolen i Masseeksperimentet.

Virkelighedsnær undervisning

Eleverne fra 9. klasse har fået sig fordelt på den lange lige allé bag skolen, hvor de oktobergolde marker breder sig ud til begge sider. Et kæmpestort stykke afdækningsplast er forvandlet til en masse små stykker plastik i grøften, og et par piger diskuterer, om det skal tælles som ét eller som mange stykker. Imens går en dreng med grå hættetrøje og grønne gummihandsker og samler plastik i grøften på den anden side af vejen.

"Jeg havde ikke regnet med, at her lå så meget slikpapir," siger han og vejer posen i hånden. "Men det er jo nok fordi, eleverne går op og køber slik på tanken i det store frikvarter, og så bare smider papiret på vej tilbage. Så det ville jo nok være meget godt, hvis der blev sat nogle flere skraldespande op her langs vejen," reflekterer han.

Mette Elizabeth oplever, at Masseeksperimentet på den måde gør undervisningen meget mere virkelighedsnær, og hun nævner igen, at det har givet en masse engagement hos eleverne – også hos de store elever som ellers... "godt kan være meget lidt engagerede", som hun udtrykker det.

"Når det foregår her, hvor de bor, så giver det jo eleverne mulighed for at handle og gøre noget. I stedet for at plastproblemet bare bliver et eller andet håbløst problem, der foregår et andet sted."

Mette Elizabeth, naturfagslærer,
Store Magleby Skole

"Når det foregår her, hvor de bor, så giver det jo eleverne mulighed for at handle og gøre noget. I stedet for at plastproblemet bare bliver et eller andet håbløst problem, der foregår et andet sted. Og på den måde kan vi jo bruge deres erfaringer fra Masseeksperimentet, når vi for eksempel vil perspektivere til FNs Verdensmål med bæredygtige byer og bæredygtigt forbrug," slutter hun.

Masseeksperiment til store og små elever

På Store Magleby Skole har de arbejdet med Masseeksperimentet fra 4. klasse til og med 9. klasse på hver deres relevante måde.

9. ÅRGANG: Gennemførte et fællesfagligt undervisningsforløb om udledning af stoffer, herunder plast.

8. ÅRGANG: Udarbejdede en blog, hvor de skrev om Masseeksperimentet. Nogle af 8.-klasserne var ude og snorkle og finde plast i havet.

7. ÅRGANG: Lavede et brætspil om vandets kredsløb. Her inddrog de plast med udgangspunkt i deres erfaringer fra Masseeksperimentet.

6. ÅRGANG: Gennemførte et innovationsprojekt, hvor de skulle designe og nytænke produkter. Her brugte de også erfaringer fra Masseeksperimentet.

5. ÅRGANG: Deltog i Masseeksperimentet og var på besøg på forsyningsselskabet Hofor, hvor de arbejdede med vandets kredsløb.

4. ÅRGANG: Deltog i Masseeksperimentet. Derudover samlede de plast sammen fra skolemaden i en uge for at skabe opmærksomhed om plastforbrug i hverdagen.

Masseeksperiment i undervisningen

“Løftestang” for naturvidenskabelig arbejdsmetode

Nordsjællands Grundskole og Gymnasium bruger Masseeksperimentet som løftestang for progressionsarbejdet i den naturvidenskabelige metode.

Nordsjællands Grundskole og Gymnasium (NGG) er en helhedsskole der dækker fra 0. klasse til og med gymnasiet.“Vi arbejder derfor rigtig meget med progression af både det faglige stof og metoder gennem hele skoleforløbet,” fortæller Marianne Johansson, som er gymnasielærer, naturfagsvejleder og talentvejleder for hele skolen.“Vi bruger Masseeksperimentet som løftestang, når vi arbejder med progression i naturvidenskab, og særligt når vi implementerer den naturvidenskabelige arbejdsmetode og det undersøgende arbejde,” siger hun.

Alle klasser på NGG deltager hvert år i Masseeksperimentet, men på forskellige måder efter elevernes niveau. I år var der nogle elever, der bare lavede den helt simple plastindsamling med det ene fokus at kunne kategorisere, mens andre fik den helt store pakke, hvor polymeridentifikation og kemien bag polymererne var en stor del.

God koordination mellem lærerne

På NGG har de en god struktur omkring Masseeksperimentet, som sikrer god koordination lærerne imellem.

Marianne Johansson sørger for fælles information om Masseeksperimentet, og lærerne tilmelder sig i fællesskab. En repræsentant for hver årgang deltager i et team, der arbejder med udrulningen af Masseeksperimentet. Teamet mødes flere gange, bl.a. når lærervejledningen udkommer, og her diskuterer teamet, hvilke niveauer og elementer af naturvidenskabelig arbejdsmetode, der skal arbejdes med på årgangene. Teamet mødes igen, når skolen modtager undervisningsmaterialerne, og her gennemgår Marianne Johansson eksperimentet og de tilhørende materialer.

“For os som helhedsskole giver det rigtig meget mening at arbejde så struktureret med Masseeksperimentet og progressionen i den naturvidenskabelige arbejdsmetode. Vi benytter også resultaterne efterfølgende i undervisningen.”

Marianne Johansson

Masseeksperiment i undervisningen

Fælles oplevelse for en hel skole

Trekløverskolen i Frederikssund kastede sig ud i Masseeksperimentet for første gang. Det blev en del af den fælles historie for de tre afdelinger.

"Ok, allesammen! Ryk nærmere, så I kan høre mig", råber Michelle Danielsen, mens de sidste 3. klasseselever samler sig omkring hende. Omkring 60 elever står klar i Naturvidenskabsfestivalens gule t-shirts med gummihandsker og gennemsigtige affaldsposer. "Vi skal samle alt det skrald, der ligger her ved siden af vejen, og så sorterer vi det hjemme på skolen," forklarer hun, mens hun prøver at overdøve en lastbil ude på vejen.

Michelle Danielsen er klasselærer i en 3.-klasse på Trekløverskolen i Frederikssund. Det er en helt ny skole med tre forskellige afdelinger og 950 elever og 80 lærere.

"Det er første gang, at vores skole er med i Masseeksperimentet. Og alle er med – så det er ret ambitiøst!," siger Michelle Danielsen. "Vores skole ligger på tre matrikler, og det er noget nyt, at vi skal tænke os som én skole. Men med Masseeksperimentet får vi her en fælles oplevelse, hvor vi kan sige til hinanden, at alle har været med. Lige fra de allermindste

Michelle Danielsen og hendes kollegaer deltog i Masseeksperimentet for første, men ikke sidste, gang. Det blev til en fælles oplevelse.

"Når det er et fælles projekt for hele skolen, så er det også nemmere at sige til sig selv, at det er noget vi gør sammen, så det ikke bare en enkelt lærer, der står alene med det."

Michelle Danielsen, Trekløverskolen'

op til 9. klasse. Så Masseksperimentet er blevet et samlingspunkt. Det bliver en del af vores fælles historie," siger Michelle Danielsen.

Trygt med materiale fra Astra

Ved siden af vejen myldrer de gule t-shirts rundt og samler cigaretskod, McDonald's-kopper og slikposer. Og en gruppe entusiastiske elever har bevæget uden for de opmålte 4 gange 100 meter og samler affald inde i et krat. "Hov, I må kun samle her ude ved græsset!," siger Michelle Danielsen, mens hun får gennet eleverne tilbage.

"Jamen, der er så meget affald herinde. Det skal da også samles op," svarer de, hvilket bringer dem videre til en lille snak om formålet med Masseeksperimentet og om videnskabelig metode.

Michelle Danielsen har arbejdet som lærer i fem år og er uddannet i dansk, matematik, idræt og hjemkundskab. Derfor har det været med lidt forskellige flaksende dyr i maven, at hun har begivet sig ind i Masseeksperimentet. "Det er jo ikke alle os lærere, som er uddannet i naturfag, så det har jo været lidt angstprovokerende at kaste sig ud i noget, hvor man ikke er på hjemmebane. Men fordi vi havde noget godt materiale fra Astra, så har det alligevel været en tryg oplevelse," forklarer hun.

Afslutningsarrangement hvor forældrene blev inviteret

På Trekløverskolen afslutter de Naturvidenskabsfestivalen med et arrangement, hvor alle elever og lærere deltager, og hvor forældrene er inviteret. Her skal eleverne vise alt det affald, som de har samlet sammen og også præsentere, hvad de har arbejdet med i løbet af ugen.

"Det er sjovt og virkelig fedt at se, hvor meget børnene går til den! Der er jo flere af dem, der har spurgt, hvor længe der egentlig går, før det her cigaretskod bliver til jord? På den måde bliver det jo meget mere nærværende for dem at arbejde videre med, når de selv har været ude og have hænderne i det, forklarer hun."

Trekløverskolens organisering og mål for deltagelse i Masseeksperimentet

Skolen ønskede at samle skolens tre matrikler og skabe en fælles energi, hvor alle fag og lærere kunne deltage, og hvor den undersøgende læringsform ville komme i spil.

Årgangsteams fra hver af de tre matrikler samarbejdede om at planlægge undervisningen på tværs af årgangene. Der blev taget udgangspunkt i Naturvidenskabsfestivalens og Masseeksperimentets materialer.

Alle klasser på de tre matrikler deltog i Masseeksperimentet, og der blev formuleret fire mål:

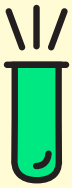
- Alle elever skal have undervisning ved kyst og vandløb i Frederikssund og skal opnå viden om særlige kendetegn ved disse naturtyper.
- Alle elever skal have kendskab til plastforurening i og ved vand.
- Alle elever skal afprøve naturvidenskabelig arbejdsmetode (se bilag der beskriver progressionen).
- Teamet skal lave egne faglige mål.

Det har også betydet noget for Michelle Danielsen, at samtlige lærere har været med. "Når det er et fælles projekt for hele skolen, så er det også nemmere at sige til sig selv, at det er noget vi gør sammen, så det ikke bare en enkelt lærer, der står alene med det. Nu har vi prøvet det én gang, og vi har gjort en hel masse erfaringer, og det er helt sikkert, at vi også skal være med til næste år," slutter Michelle Danielsen.

Masseeksperiment 2020

Indeklima i danske undervisningsmiljøer

Masseeksperiment 2020 knytter an til temaet for Naturvidenskabsfestivalen 2020: Store opdagelser.



Flere store opdagelser, for eksempel opfindelsen af strøm, har gjort det muligt for mennesket at opholde sig indendørs en stor del af tiden. Det har sine fordele men bestemt også sine udfordringer, at en stor en del af den daglige undervisning foregår indendørs.

Indeklimaproblematikken i danske klasselokaler står stadig højest på de danske skoleelevers liste over indsatsområder, og det er også et tema, der er med på de fleste elevrådsmøder. Nu er det tid til der skal gøres noget ved problematikken. Realdania finansierer årets Masseeksperiment, som udvikles i et samarbejde med forskere fra Danmarks Tekniske Universitet og Astra.

Elever og skoler inviteres til at deltage i Masseeksperimentet og få registreret en fuld pakke af fysiske målinger knyttet til deres undervisningsmiljø, kombineret med undersøgelser der beskriver elevernes trivsel i undervisningsmiljøet. Ved brug af et 'innovationsværktøj' kan eleverne med udgangspunkt i deres egne data beskrive, hvad der skal til, for at indeklima og deres trivsel kan blive bedre i deres undervisningsmiljø.

Læs mere på **naturvidenskabsfestival.dk/masseeksperiment**

Vi undersøger indeklimaet i 2020

Masseeksperiment 2020 omhandler indeklima i danske undervisningsmiljøer.

Dataindsamlingen foregår i samarbejde med forskere fra Danmarks Tekniske Universitet og med Danske Skoleelever som sparringspartner.

Deltagerne i Masseeksperimentet skal foretage fysiske målinger kombineret med målinger af elevers trivsel.

Skolernes enkelte resultater offentliggøres ikke.

Skolerne får mulighed for at få udleveret egne data sammen med et innovations-værktøj, så skolen kan arbejde med løsninger af egne problematikker.

Op til 60.000 elever kan deltage i Masseeksperiment 2020.

Tilmelding åbner 1. april 2020.

”Alt for mange elever oplever et undervisningsmiljø og indeklima, som ikke er godt nok. Dårlig luftkvalitet og svingende temperaturer, som påvirker alle elever landet over og er en stor hindring for vores faglighed og trivsel. Værst af alt oplever vi en manglende vilje til at gøre noget ved disse problemer. Vi har brug for inddragelse, konkret lovgivning og øget fokus på de enkelte skoler, så eleverne slipper for at få hovedpine i forbindelse med undervisningen.”

Thea Enevoldsen, formand for Danske Skoleelever

*natur videnskabs festival

astra*

udforsk*
undersøg*
eksperimentér*