

STEM

UNDERVISNING



FAGBLAD FOR NATURFAGSUNDERVISERE I GRUNDSKOLEN

Nummer 1 - Marts 2025

issn 2794-5613





Medlemsblad for
Danmarks Naturfagslærerforening
issn: 2794-3313 (tryk)
issn: 2794-5405 (online)

Ansvarshavende redaktør

Emil Sølyst Hjerl
Skibsbakken 20
5881 Skårup
22 86 18 78
hehjerl@gmail.com

Redaktion & layout
Stefan Holm

Redaktion
Pia Larsen

*Danmarks Naturfagslærerforenings
bestyrelse:*

Emil Hjerl
Kristoffer Brinch Laden
Iben Leth Jensen
Ole Grevalt
Jakob Spricker
Majken Grünwald
Mikkel Haasum-Barkholt
Pia Larsen

www.fysik-kemi.dk

Holdninger udtrykt i bladets artikler, er
ikke nødvendigvis et udtryk for forenin-
gens holdninger.

Årligt kontingent til DNLF:
Almindeligt medlemskab: 449 kr.
Skolemedlemskab: 500 kr.
Studerende og pensionister: 225 kr.

Næste blad forventes juni 2025

STEM

UNDERVISNING

Indhold

5	Kære læser
6	Inspiration til Fagteamet
8	Nekrolog: Christian Petresch
10	Fornyelse og Praksisfaglighed
14	Hiroshima
20	Japansk Billedbog
24	Intelligente Drivhuse
28	Datadetektiven
32	Radioaktivitet - regler og retningslinjer
36	Modelleringskompetencen i praksisperspektiv

Kære læser



Et nyt år betyder nye muligheder, og vi går derfor ind i arbejdet med at styrke naturfagsundervisningen i Danmark med ny energi og engagement! Selvom der er forandringer på vej, er vi klar til at tage udfordringerne op og finde nye veje til at understøtte jer som naturfagslærere. Vi ser frem til et år fyldt med inspiration, faglig udvikling og samarbejde.

En af foreningens udfordringer er, at vi ikke længere har midler fra Novo Nordisk Fonden. Det betyder, at der sker en ændring i forhold til foreningens tidsskrifter. Vi har ikke længere mulighed for at trykke og sende alle vores medlemsblade i fysisk format, da det er en meget stor post i budgettet. Tidsskrifterne vil i stedet blive udgivet digitalt. Det er derfor vigtigt, at I har opdateret jeres mailadresser på hjemmesiden, da vi sender en mail, når tidsskrifterne er tilgængelige på vores hjemmeside.

Workshop på Big Bang-konferencen

Kom og deltag i vores workshop på Big Bang-konferencen, hvor vi sætter fokus på, hvordan vi kan styrke naturfagsundervisningen med nye metoder og materialer. Vi deler konkrete idéer, afprøver aktiviteter og diskuterer, hvordan vi bedst skaber engagerende undervisning. Det bliver en interaktiv del af messeområdet med plads til både vidensdeling og hands-on erfaring.

Generalforsamling

Vi afholder generalforsamling under finalen i Unge Forskere i Århus, d. 27. april i tidsrummet 15.20 - 16.50. Her sætter vi retningen for det kommende år og diskuterer aktuelle udfordringer og muligheder for naturfagsundervisningen. Det er en oplagt mulighed for at komme med input og blive en del af foreningens udvikling. Der er efterfølgende mulighed for spising hos Matematisk Kantine. SU til dette er 13. april. Vi håber at se en masse af jer.

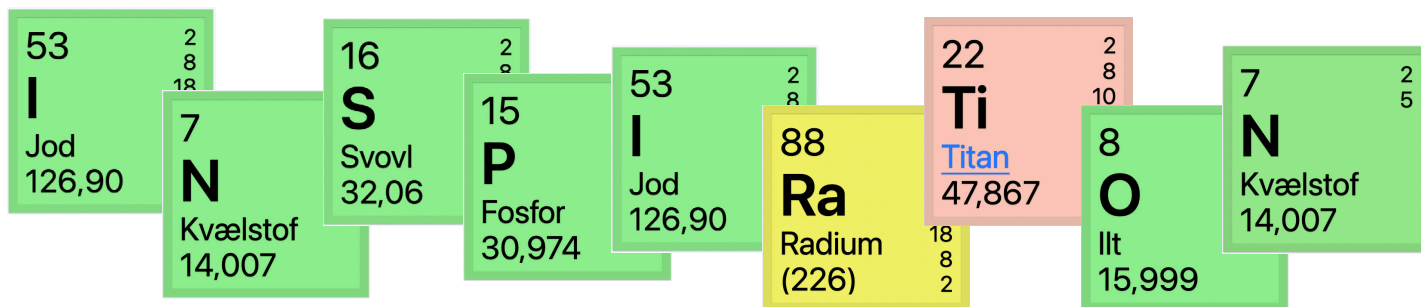
Fagfornyelsen og prøveformen i naturfagene

Med den kommende fagfornyelse og ændringer i prøveformen er det vigtigt at være opdateret. Vi arbejder på at afdække, hvad ændringerne betyder i praksis, og hvordan vi bedst kan varetage vores interesser. Vi diskuterer, hvordan vi kan integrere tværfaglighed, praksisfaglighed og undersøgelsesbaseret undervisning, så prøverne bliver en naturlig forlængelse af undervisningen.

Studieture og samarbejdspartnere

Vores arrangementsgruppe planlægger en række studieture, der vil give jer unikke oplevelser. Vi arbejder fortsat på at udvide vores samarbejde med museer og virksomheder for at sikre endnu flere spændende muligheder.

Emil Hjerl
Formand 🌱



Inspiration til fagteamet

Erfaringsdidaktik i naturfagene: Fra oplevelse til erkendelse

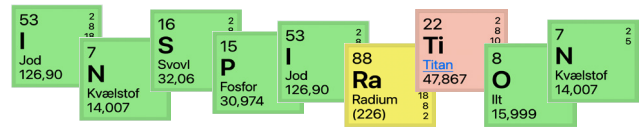
Af Emil Sølyst Hjerl

Erfaringsdidaktik bygger på, at eleverne lærer bedst gennem oplevelse, refleksion og aktiv afprøvning. I praksis betyder det, at eleverne ikke blot tilegner sig viden gennem læsning eller lærergennemgang, men aktivt arbejder med at undersøge og afprøve naturvidenskabelige fænomener. To væsentlige modeller for denne tilgang er David Kolbs læringscirkel og Derewinkas snegl. Kolbs model beskriver en cyklisk proces: konkret erfaring, refleksion, abstrakt begrebsliggørelse og aktiv eksperimenteren. Det betyder, at eleverne først skal have en konkret oplevelse – for eksempel at observere en kemisk reaktion eller måle temperaturen i forskellige jordtyper – før de reflekterer over, hvad de har set. Denne refleksion danner grundlag for at forbinde oplevelsen med eksisterende teori, hvorefter eleverne afprøver deres forståelse gennem nye eksperimenter.

Derewinkas snegl tilføjer en dimension af progression, hvor erfaringer lagres og videreudvikles over tid. I stedet for at tænke læring som en simpel cirkel, hvor man gentager de samme trin, beskriver sneglemodellen, hvordan eleverne opbygger en dybere forståelse af fænomenet, hver gang de gentager en lignende proces. Hvis eleverne for eksempel

har undersøgt fordampning i et tidligere forløb, kan de bygge videre på den erfaring, når de senere skal forstå vandets kredsløb. På den måde bliver læring en dynamisk udvikling, hvor tidligere erfaringer danner grundlag for ny forståelse. Dette betyder også, at eleverne kan udvikle deres metakognitive færdigheder, da de lærer at genkende mønstre i deres læring og bruge tidligere erfaringer aktivt i nye sammenhænge.

I undervisningen betyder dette, at læreren skal skabe muligheder for, at eleverne kan gå igennem flere iterationer af læringsprocessen. Det kan gøres ved at give dem mulighed for at stille nye spørgsmål, ændre eksperimentets variabler eller anvende deres viden i nye kontekster. For eksempel kan et forløb om magnetisme starte med, at eleverne leger med magneter og opdager, hvilke materialer de tiltrækker. Derefter kan de reflektere over deres observationer (**refleksion**), formulere hypoteser baseret på deres forståelse (**abstrakt begrebsliggørelse**) og designe egne forsøg for at teste, hvordan magnetisme påvirkes af forskellige faktorer som afstand eller materialetype (**aktiv eksperimenteren**). Når eleverne gennemfører lignende forsøg senere, vil de



kunne bygge videre på de erfaringer, de allerede har gjort sig, hvilket illustrerer sneglemodellens progression.

Det er vigtigt at bemærke, at ikke alle naturfagsundersøgelser behøver at starte med en hypotese. I mange tilfælde kan en undersøgelse have en mere eksplorativ tilgang, hvor eleverne observerer fænomener uden nødvendigvis at have en forudbestemt forventning. For eksempel kan elever, der arbejder med jordbundsanalyser, begynde med at undersøge forskellige jordprøver (**konkret erfaring**), beskrive deres egenskaber og derefter reflektere over forskelle og ligheder (**refleksion**). De kan herefter formulere spørgsmål om, hvorfor jorden opfører sig, som den gør (**abstrakt begrebsliggørelse**), og til sidst designe en systematisk undersøgelse af jordens pH-værdi eller vandbindingsevne (**aktiv eksperimenteren**). Efterfølgende kan de sammenholde deres resultater med tidligere erfaringer og formulere nye hypoteser, hvilket viser, hvordan viden lagres og udvikles over tid.

En mere struktureret tilgang kan dog være nødvendig i visse tilfælde, især når eleverne skal arbejde systematisk med variabler og målinger. Her kan en model som "Fair Test Planning Board" hjælpe med at skabe overblik over undersøgelsens opbygning og sikre, at eleverne arbejder systematisk og retfærdigt. Når eleverne anvender Fair Test-modellen, trænes de i at identificere, hvilke faktorer de kan ændre, og hvilke de skal holde konstante for at få valide resultater. Dette understøtter deres forståelse af, hvordan naturvidenskabelige undersøgelser designes, og hjælper dem med at udvikle en mere præcis og struktureret arbejdsmetode.

For eksempel kan elever i fysik/kemi arbejde med undersøgelse af, hvordan forskellige materialer leder varme. Først får de en konkret oplevelse ved at røre ved forskellige genstande og mærke temperaturforskelle (**konkret erfaring**). Herefter diskuterer de deres oplevelse og sammenligner deres observationer (**refleksion**). De kan derefter forbinde det med deres viden om varmeledning og opstille hypoteser (**abstrakt begrebsliggørelse**) for til sidst at designe

en undersøgelse, hvor de måler temperaturændringer i materialer over tid (aktiv eksperimenteren). Når de i senere forløb arbejder med isolering eller energioverførsel, kan de bygge videre på disse erfaringer og anvende deres viden i nye kontekster.

I sidste ende bidrager denne kombination af erfaring, refleksion og systematik til at udvikle elevernes kritiske tænkning og videnskabelige forståelse. Ved at arbejde iterativt og bygge videre på tidligere erfaringer bliver elevernes læring både dybere og mere anvendelig.

Her er fire eksempler på, hvordan disse principper kan omsættes til praksis i naturfagene:

Natur/teknologi: Vandets kredsløb

Eleverne observerer en simpel model af fordampning og kondensation ved at placere en plastikpose over en plante. De reflekterer over processen, forbinder den med det naturlige vandkredsløb og afprøver derefter at designe deres egne eksperimenter med temperaturvariationer. Ved at udvide eksperimentet kan eleverne undersøge, hvordan forskellige faktorer, såsom luftfugtighed og plantearter, påvirker fordampningen. Dette kan suppleres med dataindsamling over flere dage for at analysere forskelle og sammenhænge. Derudover kan eleverne arbejde med begreber som infiltration, grundvandsdannelse og forurening i relation til vandkredsløbet. En afsluttende aktivitet kan være at simulere vandets vej fra nedbør til drikkevand i et lokalt perspektiv, hvilket forbinder deres erfaringer med virkelighedens vand-systemer.

Biologi: Fotosyntese i praksis

Eleverne placerer planter i forskellige lysforhold og observerer forskelle i vækst og iltproduktion. Efter at have reflekteret over resultaterne kobler de deres observationer til teorien om fotosyntese, hvorefter de designer deres egne forsøg – for eksempel med fokus på betydningen af CO₂-koncentration eller temperatur. Derudover kan eleverne undersøge, hvordan planter tilpasser sig forskellige klimaforhold, for eksempel ved at analysere blade fra planter i tørre kontra fugtige miljøer. Gennem mikroskopi af

53 I Jod 126,90	2 8 16 S Svovl 32,06	15 P Fosfor 30,974	53 I Jod 126,90	88 Ra Radium (226)	22 Ti Titan 47,867	8 O Ilt 15,999	7 N Kvælstof 14,007
--------------------------	-------------------------------------	-----------------------------	--------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-------------------------	------------------------------

Skema 1.

Vi kan ændre	Vi kan observere/måle
Vi vil ændre	Vi vil måle/observere
Vores spørgsmål er ...	
Vi vil ikke ændre	

Følgende sætninger kan også bruges til at få sat tankerne i gang hos eleverne.

Når jeg ændrer Hvad sker der med ?

Hvis jeg ændrer Hvad sker der med ?

Hvad gør ændringen af ved ?

Hvis jeg ændrer hvordan påvirker det ?

Hvad sker der med hvis jeg ændrer ?

Hvad sker der med når jeg ændrer ?

Hvordan reagerer hvis jeg ændrer ?

Hvordan reagerer når jeg ændrer ?

Eleverne kan bruge post-its til at udfylde skema 1. Gule post-its viser det, du tror, kan ændres.

Brug blå post-its til at notere, hvad du kan måle på.

bladstrukturer kan de opnå en dybere forståelse af fotosyntesens mekanismer. Et næste skridt kan være at måle forskelle i iltproduktionen ved hjælp af sensorer eller at sammenligne fotosyntesen hos landplanter og vandplanter. Dette giver eleverne indsigt i, hvordan biologiske processer varierer afhængigt af miljøforhold, og hvordan menneskelig påvirkning kan ændre planters vækstmuligheder.

Geografi: Jordbundsanalyse

Elever indsamler jordprøver, analyserer tekstur og pH-værdi og diskuterer, hvordan jordens egenskaber påvirker plantevækst. Gennem refleksion kobles resultaterne til globale jordbundstyper, hvorefter de afprøver dyrkning af planter i forskellig jord. Undersøgelsen kan udvides med en analyse af jordens evne til at holde på vand eller en sammenligning mellem naturlige og menneskeskabte jordtyper. Derudover kan eleverne inddrage satellitbilleder til at studere, hvordan jordbundsforhold varierer globalt, og hvilke konsekvenser dette har for landbrug og økosystemer. En tværfaglig tilgang kunne være at undersøge jordens evne til at binde CO₂ og dermed relateres til klimaforandringer. Eleverne kan også simulere erosion ved hjælp af modeller og eksperimentere med forskellige beplantningsmetoder for at forhindre udpining af jorden.

Fysik/kemi: Elektromagnetisme

Elever bygger deres egne elektromagneter ved at vikke kobbertråd om søm. Efter at have observeret virkningen reflekterer de over, hvordan styrken påvirkes af strømstyrke og antal vindinger. Derefter eksperimenterer de med praktiske anvendelser af elektromagneter. Videre undersøgelse kan omfatte sammenligning af materialers magnetiske egenskaber, eller hvordan elektromagnetisme anvendes i

hverdagen, for eksempel i højttalere og elektriske motorer. En kobling til historiske opdagelser kan give eleverne en bredere forståelse af, hvordan elektromagnetismen har udviklet sig og bruges i moderne teknologi. Eleverne kan også afprøve, hvordan elektromagnetiske felter kan afskærmes, samt hvordan induktion kan bruges til trådløs strømovertførsel. Et afsluttende projekt kan være at designe en elektromagnetisk kran til sortering af metalaffald, hvilket kobler teorien med praktisk anvendelse.

Analyseværktøj

For at sikre systematiske og retvisende undersøgelser kan eleverne anvende en "Fair Test Planning Board"-model, der hjælper dem med at strukturere deres eksperimenter. Modellen består af følgende trin:

1. Identificér det, der kan ændres: Eleverne laver en liste over de variable, der teoretisk set kunne påvirke forsøget.
2. Identificér det, der kan observeres/måles: Hvilke data eller fænomener kan eleverne registrere i deres undersøgelse?
3. Bestem det, der skal ændres (uafhængig variabel): Eleverne vælger én faktor, de vil manipulere for at teste en bestemt effekt.
4. Bestem det, der skal måles/observeres (afhængig variabel): Hvad skal de måle for at afgøre, hvilken effekt ændringen har?
5. Formulér undersøgelsesspørgsmålet: En præcis formulering af, hvad eleverne vil undersøge, for eksempel "Hvordan påvirker mængden af lys fotosyntesen i en plante?"
6. Identificér de variable, der skal holdes ens (kontrollerede variable): Hvilke faktorer skal forblive de samme for at sikre et retvisende resultat? 



Sol & vind



KidWind vindmøllerne kan bygges og adskilles igen...

BASIC vindenergisæt

Udforsk avancerede koncepter for vindmølle-teknologi - og lad eleverne teste en række forskellige vingedesign til at generere elektricitet, løfte vægte og pumpe vand.

Best.nr. KW-BWX

Kr. 1.899,-

Klassesæt BASIC

Basic fås også som klassesæt til 8 grupper af 2-4 elever.

Klassesættet indeholder 3 mølletårne med fødder, 3 navceller, 3 generatorer, 8 nav samt vingematerialer til 8 grupper á 2-4 elever.

Best.nr. KW-BWXC

Kr. 5.015,-

MINI turbine

Lille turbine som er nem at bygge! Kan drive en LED-pære samt afspille en lille melodi. Kan producere strøm selv i en let brise...

Best.nr. KW-MWTBD

Kr. 978,-

Trådløs energi-sensor

Go Direct energisensor måler strøm, spænding, effekt og energi fra vindmøller og solpaneler

Best.nr. GDX-NRG

Kr. 1.403,-

Trådløst vejr-system

Måler en lang række vejrdata med én og samme sensor. Vindhastighed, vindretning, chill-faktor, temperatur, varmeindeks, dugpunkt, relativ- og absolut fugtighed, stations- og barometertryk samt højde over jordoverfladen. Anbefales montering på tripod (ikke inkluderet).

Best.nr. GDX-WTVA

Kr. 2.324,-

Graphical Analysis™

Graphical Analysis er en gratis app fra Vernier til trådløs og kablet dataopsamling og analyse på iPhone, iPad, Android, Chrome, Windows samt macOS. Med Graphical Analysis kan du dataopsamle, dele og analysere data fra alle Verniers mere end 90 sensorer sammen med LabQuest 2 og 3

- og de mere end 60 Go Direct-sensorer...



Dansk og helt gratis!
Brugervejledning kan downloades på www.skolebutik.dk



Giv din STEM-undervisning ny energi med Vernier og KidWind - Gratis software!

Gulv-ventilator

3 hastigheder. Ventilator diameter: 50 cm. Mekanisk med justerbar vinkel. Effekt: 90W, Vægt: 6 kg

Best.nr. KW-VENT

Kr. 695,-



SOLFANGER undersøgelses-kit

Udformet som et almindeligt hus-solfanger-system med variable som box-farve, lysintensitet og dimensioner

Best.nr. KW-STXK

Kr. 907,-



SOL-ENERGI undersøgelses-kit

Undersøger bl.a. solvinklens effekt på outputtet af solceller/solpaneler..

Best.nr. KW-SEEK

Kr. 1.261,-



fable GO! robot

Dette sæt giver dig alt det grundlæggende til en omfattende start med robotteknologi...

Det inkluderer et Spin modul med sensorer, lys, sjovt tilbehør og meget mere. Med Fable Go! er du klar til sjov, direkte fra kassen...

Best.nr. 40020025

BESTSELLERPRIS kr. 4.752,-



fable Explore robot

The Fable Explore Set giver dig mulighed for at lære Fable at kende på en anden måde...

Den kan bruges af 1-3 brugere i en gruppe

Best.nr. 99002001

BESTSELLERPRIS kr. 4.752,-



Alle priser og tilbud er excl. moms og gældende indtil andet angives

skolebutik.dk

Se mere på vores webshop:
www.skolebutik.dk
- eller ring 4470 4000
Familiedrevet siden 1987...



Foreningens æresmedlem Christian Petresch er død



Af Erland Andersen

Christian Petresch, altid omtalt som P-60, var uddannet fysiker fra Niels Bohr Institutet og blev allerede som studerende headhuntet til Zahle Seminarium for at undervise i fysik/kemi.

Da P-60, som sædvanligt, ville gøre det så godt som muligt og kun var uddannet fysiker, valgte han at tage første del af kemi på Københavns Universitet, så han også kunne varetage den del af linjefaget fysik/kemi fagligt forsvarligt.

Arbejdet som seminarielektor blev P-60's livsgerning, og det var en gerning, han både var meget glad for og stolt over, da han kunne hjælpe unge mennesker.

P-60 lagde stor vægt på det faglige – både det praktiske arbejde i laboratoriet og det mere teoretiske – men at snakke fagdidaktik var måske ikke hans stærkeste kompetence ... og dog.

I nogle år gennemførte Københavns Kommune et større

udviklingsprojekt inden for hele naturfagsområdet. Vi udviklede undervisningsmaterialer, vi udviklede materialekasser til kurserne og afholdt workshops for lærerne.

P-60 deltog i en lang række af kurserne, og efter en kursusgang hørte jeg en ret nyuddannet lærer sige:

"I de sidste to timer har jeg fået mere fagdidaktik, end jeg fik i hele min læreruddannelse!"

Det illustrerede netop P-60's styrke – eksemplets magt – at vise, hvordan tingene kunne gøres, og at engagere de studerende i selv at udføre dem.

Vi har i foreningen gennem alle årene haft stor glæde af P-60's kompetencer, både fagligt og menneskeligt.

P-60 var altid villig til at stille op – både når det gjaldt spektakulære juleforsøg, som dirigent ved generalforsamlinger eller til diverse møder og konferencer.

Det var hver gang en stor

fornøjelse at have P-60 med, for han smittede med sit gode humør og sine meget store faglige og menneskelige kompetencer.

Det var ikke kun inden for landets grænser, at P-60 stillede op.

Han har holdt oplæg i Tyskland – på tysk – jeg fik ham med til en nordisk konference i Helsingborg om EDB, og vi tog på en tur til Grønland, hvor vi sammen afholdt kurser i Nuuk og Ilulissat.

Det blev, både fagligt og menneskeligt, en uforglemmelig tur, hvor P-60's kone, Karin, også var med.

Det er også blevet til flere udgivelser, hvor P-60 har bidraget, ligesom han har ydet bidrag til Niels Bohr Institutets Fysikleksikon.

Vi kommer alle til at savne P-60's faglige kompetencer, hans menneskelighed og hans gode, smittende humør rigtigt meget.

Æret være P-60's minde. ☹

VERDENS NATURFAG

Fysik/Kemi



Lær om årsag og virkning

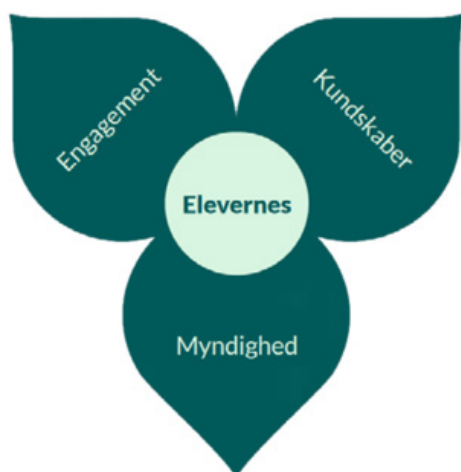
Verdens naturfag – fysik/kemi er en del af systemet Verdens naturfag til 7. – 9. klasse, der binder de tre naturfag fysik/kemi, biologi og geografi naturligt sammen. Bogen kan bruges som et selvstændigt system eller integreres på tværs af fagene. Grundbøgerne er bygget identisk op og indeholder elementer til den fællesfaglige prøve. Læs mere på gyldendal-uddannelse.dk/verdensnaturfag



FAGFORNYELSE OG PRAKSISFAGLIGHED – EN NY RETNING FOR SKOLEN



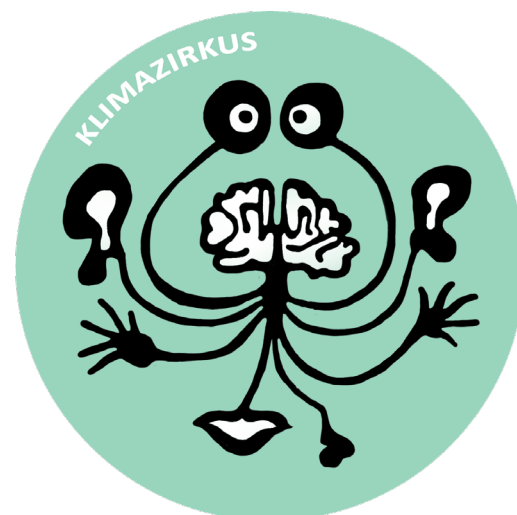
Af Søren Peter Dalby



Hvordan skaber vi en skole, hvor eleverne tilegner sig kundskaber, engagerer sig i læringen og udvikler deres myndighed? Fagfornyelsen fremhæver en undervisning, der er fordybende, praktisk og virkelighedsnær. Ekspertgruppen bag Fagfornyelsen sigter mod at forny skolens fagplaner, så undervisningen tager udgangspunkt i "didaktisk treklang".

Engagement: Eleverne motiveres gennem virkelighedsnære, praktiske opgaver, der vækker interesse og fordybelse. Den didaktiske treklang understreger, at engagement er både en forudsætning og et mål, sikret gennem meningsfulde aktiviteter relateret til elevernes hverdag.

Kundskaber: Praksisfaglighed kobler teori til praksis for at styrke forståelse og mestring. Den didaktiske



treklang betoner, at viden skal være anvendelig, hvilket opnås gennem konkrete og relevante opgaver.

Myndighed: Eleverne udvikler ansvar og kritisk tænkning ved at deltage aktivt og træffe beslutninger. Praksisfaglighed understøtter samarbejde og refleksion, i tråd med treklængens fokus på ansvarligt samspil med omverdenen.

Kilde: Børne- og Undervisningsministeriet, december 2024 – Beslutningsgrundlag, Ekspertgruppe for Fagfornyelsen.

Praksisfaglighed fremhæves ofte som et centralt begreb i denne udvikling, men hvordan omsættes det i konkret og varieret undervisning?

Denne artikel, som er en del af en artikelserie, har til formål at give undervisere en værktøjskasse til systematisk at integrere praksisfaglighed i undervisningen.

Første artikel introducerer **"4 tilgange til praksisfaglighed"**, som viser fire forskellige måder at integrere praksisfaglighed i undervisningen.

Den anden artikel dykker ned i **"Praksisfaglighedens 6 byggesten"**, der beskriver centrale elementer for stærke praksisfaglige forløb samt en **fem-trins beslutningsproces** til planlægning af effektive undervisningsforløb.

KlimaZirkus er en praksisorienteret aktør, der samarbejder med skoler og forvaltninger om at udvikle læringskulturer baseret på praksisfaglighed gennem PBL. Med støtte fra Villum Fonden driver de hjemmesiden www.praksisfaglighed.dk.

Hvad er praksisfaglighed?

Praksisfaglighed skaber en meningsfuld kobling mellem teori og praksis, hvor eleverne gennem handling, erfaring og refleksion opnår en dybere forståelse af læringsindholdet. Den bygger på tre centrale elementer:

- **Krop og erfaring:** Eleverne arbejder med sanser og krop gennem praktiske opgaver og fysiske eksperimenter.
- **Teori og fag:** Faglig viden og refleksion anvendes til at forstå og løse praktiske problemstillinger.
- **Handling og produkt:** Læringen resulterer i konkrete produkter eller løsninger med værdi for eleverne og samfundet.

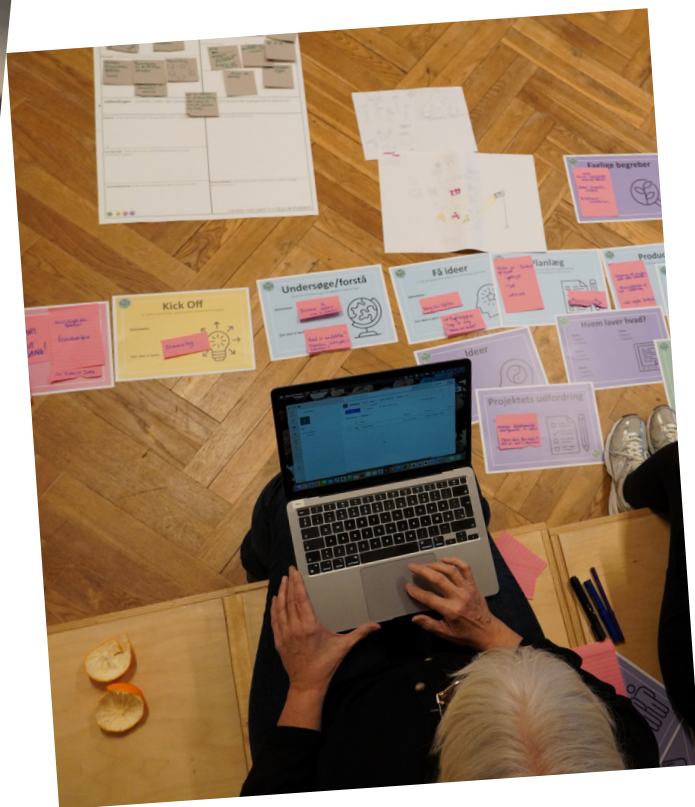
For at understøtte det didaktiske arbejde med at udvikle praksisfaglige forløb og sikre en klar retning kan modellen "4 tilgange til praksisfaglighed" anvendes. Denne model præsenterer fire overordnede tilgange til praksisfaglighed og fungerer som et redskab til at vælge den mest hensigtsmæssige tilgang i en given undervisningskontekst. Fælles for alle tilgange er en praktisk og anvendelsesorienteret undervisning, der styrker elevernes forståelse gennem konkrete erfaringer og handling.

En virkelighedsnær opgave som praksisfaglig tilgang

Denne tilgang lader eleverne løse en autentisk problemstilling stillet af en ekstern partner, fx en virksomhed eller fagperson. Den styrker deres evne til at håndtere komplekse udfordringer og anvende deres læring i praksis, hvilket fremmer både faglig og personlig udvikling.

En undersøgelse som praksisfaglig tilgang

Denne tilgang fokuserer på systematisk undersø-



gelse gennem hypoteser, dataindsamling, analyse og konklusion. Eleverne opnår praktisk erfaring med faglige undersøgelser og styrker deres analytiske og kritiske tænkning.

Eksempler på spørgsmål:

- Hvilke faktorer påvirker planter vækst?
- Hvordan påvirker klimaforandringer lokalsamfundet?
- Hvilke rengøringsmidler er mest effektive?

Undersøgelsesmetoder som kan anvendes i denne tilgang:

- **Observation:** Registrering af data via måleinstrumenter.
- **Prøv-dig-frem:** Eksperimentering uden fast metode.
- **Modeller:** Forenklede gengivelser af komplekse sammenhænge.
- **Eksperiment:** Kontrollerede tests med én variabel ad gangen.
- **Søg-læs-spørg:** Research via bøger, interviews og digitale kilder.

Det anbefales at introducere undersøgelsesdele gradvist, før eleverne gennemfører en fuld undersøgelse.

Et spørgsmål som praksisfaglig tilgang

Denne type projekt tager udgangspunkt i abstrakte eller meningsfulde spørgsmål, der udfordrer elevernes kritiske refleksion og følelsesmæssige engagement. Emnerne kan være filosofiske, etiske eller samfundsrelaterede og inddrager ofte flere fagperspektiver. Abstrakte forløb fokuserer ofte mod immaterielle idéer og koncepter snarere end konkrete produkter.

Eksempler på abstrakte spørgsmål inkluderer:

- Hvad er frygt?
- Hvordan afspejler kunsten et samfund?
- Hvornår bliver man voksen?
- Er robotter venner eller fjender?

Meningsfulde spørgsmål relaterer sig til elevernes hverdag og kræver dybere refleksion. For eksempel kan "Hvordan påvirker klimaforandringer mit lokalsamfund?" føre til tværfaglig undersøgelse.

Vil du blive klogere på PBL og praksisfaglighed?

Bliv PBL Pilot og få en introduktion til praksisfaglighed via PBL og dens anvendelse i din undervisning.

Uddannelsen kombinerer teori, praksis og refleksion fra bogen "Projektbaseret læring og innovation i en åben skole". Du udvikler og afprøver egne undervisningsforløb og lærer at træffe didaktiske valg for PBL-baseret undervisning.

Læs mere www.klimazirkus.com/pbl-pilot

Eksempler meningsfulde spørgsmål:

- Hvordan påvirker mikroplast vores lokale økosystemer?
- Hvordan kan vi producere energi uden at skade miljøet?
- Hvilken betydning har biodiversitet for klimaet?

En praksisnær udfordring som praksisfaglig tilgang

Denne tilgang fokuserer på praksisnære udfordringer, hvor eleverne løser konkrete problemer gennem idéudvikling, afprøvning og forbedring i en design-, engineering- eller innovationsproces.

Denne tilgang gør læring relevant og anvendelig, samtidig med at eleverne udvikler kompetencer inden for idéudvikling, samarbejde og refleksion.

Ideer til konkrete forløb

Nu hvor vi teoretisk har gennemgået fire tilgange til et praksisfagligt forløb, skal vi se på, hvordan det kan tage form i praksis. Her præsenteres tre konkrete eksempler, som er udviklet af KlimaZirkus med støtte fra Villum Fonden.

Hvad har vi lært

Afslutningsvis er det vigtigt at fremhæve, at praksisfaglighed søger at bygge bro mellem teori og praksis. Modellen "4 tilgange til praksisfaglighed" understøtter, som nævnt, det didaktiske arbejde med at skabe en klar og målrettet retning for undervisningsforløbet.

Modellen giver dog ikke en detaljeret beskrivelse af, hvilket indhold forløbet bør omfatte. Til dette formål kan man med fordel anvende modellen "Praksisfaglighedens 6 byggesten", som tilbyder en struktureret ramme til at planlægge og konkretisere forløbets indhold. I anden del af denne artikelserie går vi i dybden med denne model.

Du kan tage handling nu ved at vælge en af de fire tilgange fra modellen og planlægge et lille undervisningsforløb.

Har du brug for hjælp så besøg www.praksisfaglighed.dk/didaktik. Her kan du finde skabeloner, eksempler og ressourcer til at komme i gang. 🌀



Hiroshima

Da atomfysikerne mistede deres uskyld

Af Stefan Holm

Klokken 8.15 om morgenen d. 6. august 1945 oplystes himlen over havnebyen Hiroshima af en så intens energiudladning, at alt brændbart inden for en kilometers radius antændtes. Temperaturen ved epicenteret nåede 4000 grader og alt organisk – træer, buske, dyr og mennesker – fordampede. Derefter fulgte en trykbølge, der jævned alt med jorden og kun efterlod ruiner af de mest solide betonbyggerier. På et splitsekund havde omkring 90.000 mennesker mistet livet.

Scenariet beskriver den første af i alt to atombomber, der er blevet brugt i aktiv krigsførelse. Den anden bombe detoneredes tre dage senere over byen Nagasaki, og disse to bomber har længe været betragtet som afslutningen på 2. Verdenskrig.

Historien er for nyligt blevet aktuel igen. Dels på grund af Christopher Nolans episke storfilm om Robert Oppenheimer og Manhattanprojektet. Men desværre også på grund af den aktuelle geopolitiske situation, hvor Rusland igen er begyndt at rasle med atomsablen.

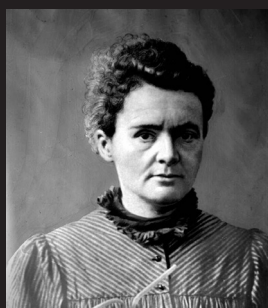
I januar 2025 besøgte Danmarks Naturfagslærerforening Hiroshima og Fredsparken, der er opført, for at historien aldrig må glemmes og aldrig gentages.



Vejen mod Little Boy



1789: Apotekeren Martin Heinrich Klaproth opdager grundstoffet Uran. Metallets oxider bruges herefter som farve til keramik og glas (uranglas gløder grøn-gult under UV lys).



1898: Marie Curie beskriver og navngiver et fænomen opdaget af Henri Becquerel: 'Radioaktivitet'.



1938: Lise Meitner opdager på baggrund af eksperimenter foretaget af Otto Hahn, at urankerner kan spaltes.



1942: Atomvåbenprogrammet Manhattanprojektet startes under videnskabelig ledelse af Robert Oppenheimer og militær ledelse af Leslie Groves.





Umiddelbart ligner Hiroshima enhver anden japansk millionby. Gaderne er fyldt med biler, der er godt med mennesker på fortovene, og der er liv i butikkerne. Der er en stor overdækket gågade, hvor centre med arkademaskiner ligger side om side med restauranter, tøjbutikker og papirvarehandler. Alt er oplyst af neonreklamer og store fladskærme med tilhørende højttalere spredt både slogans og manisk technomusik ud over de mange handlende. Japanerne har et gear, man ikke kender til i Europa, og begrænsningens kunst er ikke noget man dyrker. Ikke i bymidten i hvert fald. Midt i gaden ligger skinner og på helt præcise minuttal, rumler en ældre, men meget velholdt sporvogn forbi. Der er intet i denne by, der tyder på, at dette sted engang dannede ramme om en af de største menneskelige tragedier.

Først lige før man når den T-formede Aioi-bro, får man øje på ruinen af Hiroshima Præfekturs kommercielle udstillingsbygning – senere omdøbt til Genbaku Dome – som i dag står som et mindesmærke over den skæbnesvangre augustdag i 1945. På den anden side af floden ligger Fredsparken og Fredsmuseet, der udstiller artefakter fra eksplosionen. Aioi-broen blev, på grund af sin centrale placering og unikke udformning, valgt som sigtepunkt af besætningen om bord på B-29-bombeflyet Enola Gay, da de slap bomben Little Boy over Hiroshima.

Mod slutningen af Stillehavskrigen intensiverede USA bombningerne over Japan, og det var ikke ualmindeligt, at hele byer blev udslettet fra landkortet. Denne skæbne var Tokyo tæt på at lide i marts 1945, da store dele af byen blev udslettet under Operation Meetinghouse, der dræbte omkring 100.000 mennesker og gjorde halvanden million hjemløse. Disse bombetogter blev udført af bølge efter bølge af bombefly, og netop derfor søgte indbyggerne i Hiroshima ikke mod beskyttelsesrummene, da de kun så et enkelt fly højt på himlen.

Little Boy blev kastet fra næsten ti kilometers højde og faldt frit i et lille minut, før den detonerede i 580 meters højde over Hiroshima. Uforudsete vindforhold gjorde, at bomben ikke ramte Aioi-broen præcist, men eksploderede 240 meter ved siden af. Tilbage var kun død og ødelæggelse i et omfang, ingen kunne tro var forårsaget af en enkelt bombe. Alt inden for en radius af 1,6 km var totalt ødelagt, og det beskrives, hvordan Aioi-broen blev løftet flere meter op af flodens vand, før den faldt på plads igen. Alligevel betragtes Little Boy som ineffektiv, da kun omkring 1,7 % af bombens 64 kg U-235 fissionerede. Den resterende uran samt datterkernerne fra fissionsprocessen steg til vejrs sammen med støv og røg og faldt senere ned igen som sort, radioaktiv regn.

I år er det 80 år siden, at Little Boy lagde Hiroshima øde, og selvom der ikke er mange tilbage, findes der stadig overlevende ofre. I Japan kaldes de hibakusha, og de fleste har dedikeret deres liv til at genfortælle deres oplevelser.

Danmarks Naturfagslærerforening havde fået en aftale i stand med en hibakusha, der var otte år i 1945. Desværre blev mødet aflyst med kort varsel, og i stedet mødtes foreningen med en efterkommer, Atsuko Yasutake, der, udover at vise billeder og gengive grusomme øjenvidneberetninger i et auditorium, også viste rundt i Fredsparken. Til sidst blev der redegjort for, hvilke nationer der i dag har kernevåben, og hvor mange disse lande hver især besidder. Afslutningsvis blev Putins retorik omkring kernevåben i det aktuelle geopolitiske klima fordømt.

Netop Ruslands skærpede retorik har gjort frygten for brug af atomvåben i militære konflikter aktuel igen. Efter den kolde krigs afslutning i 1991 forsvandt den overhængende fare, og selvom våbnene ikke blev afskaffet, var der intet, der tydede på, at nogen ville tage dem i brug.

Rusland har længe haft en politik om kun at benytte atomvåben, hvis landet selv blev angrebet med sådanne. De medlemmer af Danmarks Naturfagslærerforening, der har deltaget i foreningens studie-ture til Tjernobyl, har med egne øjne kunnet se et udtryk for denne politik. På taget af en bygning i hjertet af Pripjat står der med store kyrilliske bogstaver: "Gør atomet til en arbejder, ikke en soldat."

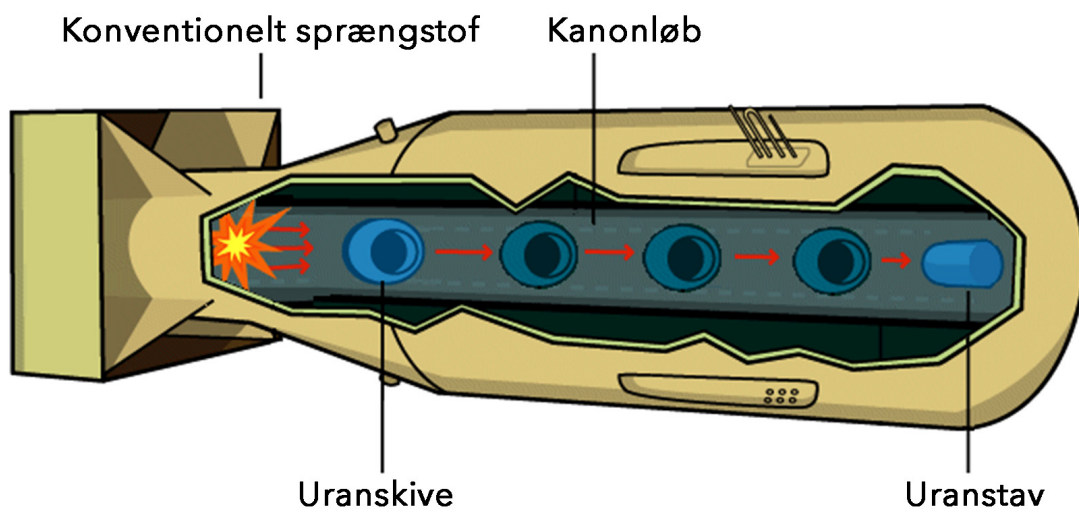
Denne doktrin har russerne dog måttet gentænke, da den konventionelle krigsførelse er fundamentalt forandret af robotteknologi og automatisering. Det mener den pensionerede brigadegeneral Ole Kværnø, som tror, at russerne har et oprigtigt ønske om at kunne anvende atomvåben på slagmarken. At dette ikke er sket, skyldes en voldsom modstand fra Ruslands allierede, særligt Kina.

I 1992 udgav Francis Fukuyama bogen Historiens afslutning, hvor han argumenterede for, at nu hvor den kolde krig var slut, ville verden gradvist tilpasse sig de vestlige værdier. Denne idé betegner Ole Kværnø som naiv og peger på de seneste års geopolitiske chok, der tilsammen

udgør en trykkoger med potentielt uforudsigelige konsekvenser, hvis låget ryger af. Han nævner genvalget af Trump, Ruslands krig i Ukraine samt Kinas aggressive adfærd i Det Sydkinesiske Hav og over for Taiwan, som tilsammen skaber en større usikkerhed end under den kolde krig.

Dette vil medføre omfattende institutionelle forandringer – ikke kun på den internationale arena, men også i Danmark, hvor man siden 1950'erne har haft en politik, der forbyder atomvåben på dansk jord. Logikken bag denne politik har været, at et forbud mod kernevåben ville forhindre en yderligere op-rustning fra Ruslands side. Ole Kværnø mener dog, at Danmark bør gentænke denne tilgang nu hvor det er godtgjort, at den ikke forhindrer aggressiv adfærd fra Rusland. Han peger særligt på Grønland og Østersøen som områder, hvor Danmark bør have øget fokus.

Direkte adspurgt, om han kunne forestille sig taktiske amerikanske kernevåben placeret på Bornholm inden for en overskuelig fremtid, falder svaret hurtigt og kortfattet: "Ja." ☸



Den helt præcise "opskrift" på Little Boy er stadig en militær hemmelighed, men i overordnede træk ved man, at bomben var baseret på det simple "kanonløbsdesign." Man var ret sikker på, at dette design virkede, og blandt andet derfor testede man ikke, om bomben kunne bringes til detonation, før den blev kastet. En anden grund var, at der kun var uran nok til en enkelt bombe, og at en eventuel test derfor ville have udskudt muligheden for at bruge dette design militært.

Little Boy indeholdt to portioner uran-235, som hver især lå under den kritiske masse, men tilsammen udgjorde en væsentlig overskridelse. Disse var placeret i hver sin ende af et rør, og når tiden var inde, ville en ladning af konventionelt sprængstof tvinge den ene portion uran med stor kraft ned mod den anden, hvorved den kritiske masse blev opnået.

Designet af Little Boy var allerede forældet, før bomben blev sluppet over Hiroshima. Selvom det var simpelt, var det også meget usikkert. Det mere komplicerede, men også sikrere, implosionsdesign blev anvendt både ved Trinity-testen og i Fat Man, som blev kastet over Nagasaki.

Sådan taler du med dine elever om Atomtruslen

Kernevåben er noget af det mest brutale og skræmmende, vi mennesker har fundet på, og af samme årsag er det en debat værd, om det overhovedet er noget, vi skal berøre i naturfagsundervisningen. Af historiske årsager giver det god mening at snakke om kernevåben både i fysik/kemi- og historietimerne. Den højspændte, aktuelle situation behøver man dog, af hensyn til elevernes nattero, ikke at nævne.

Er der alligevel elever, der har set TV-Avisen om aftenen og spørger ind til det, har vi her samlet nogle råd til, hvordan man tager samtalen. Rådene er udarbejdet af UNICEF og udgivet i forbindelse med Forsvarsministeriets anbefaling "At alle danskere skal kunne klare sig selv i op til tre døgn" fra juni 2024. De er her tilpasset, så de kan bruges i forbindelse med klassesnak om kernevåben.

- **Lyt til elevernes bekymringer**

Spørg nysgerrigt ind til, hvad eleverne har hørt og set, og hør, om de vil dele deres tanker. Lad eleverne sætte ord på deres bekymringer og stille alle de spørgsmål, de brænder inde med. Undgå at gøre samtalen til et forhør, men gør det klart, at du står til rådighed.

- **Prøv ikke at ignorere og fortie situationen**

Det vil blot sætte gang i fantasien, og bekymringerne vil vokse sig større. Svar på elevernes spørgsmål så godt, du kan, og eksemplificer gerne dine svar.

- **Anerkend elevernes følelser**

Oftentimes kan det at sige tingene højt hjælpe med at lette bekymringer, selvom vi voksne ikke altid har alle svarene på deres spørgsmål. Fortæl eleverne, at du sætter pris på, at de kommer til dig, og afvis aldrig deres oplevelser eller følelser som overdrevne eller langt ude.

- **Forklar eleverne, at Danmark ikke er i højere risiko for at blive angrebet med Atomvåben**

Selv om Putin ændrer sin atomvåbendoktrin, og der sker ting i Østersøen, betyder det ikke nødvendigvis, at Danmark står over for en øget risiko for krig. Det er en vigtig pointe, fordi mange elever kan tro, at der er en direkte sammenhæng mellem politisk retorik, hændelser og et egentligt angreb.



Man kan nemt få den idé, at Hiroshima blev en postapokalyptisk ødemark efter atombomben, og de film og fotos, der findes fra 1945, viser da også ødelæggelser i et helt ufatteligt omfang. Men de overlevende arbejdede på højtryk for at genetablere samfundet. Allerede dagen efter bombningen vendte strømmen tilbage i flere distrikter, og mandskab fra Hiroshimas transportselskab gik øjeblikkeligt i gang med at rydde sporvognsskinneerne, så den offentlige transport kunne genstartes. På tredjedagen efter bomben (samme dag, som Nagasaki blev bombet) kørte sporvognene atter gennem Hiroshimas gader. Flere af de sporvogne, der kørte den skæbnsvangre morgen, er stadig en del af byens gadebillede. Sporvogn 653 befandt sig omkring 700 meter fra epicenteret, og alle passagerer samt sæder, paneler og gulv brændte væk, ligesom selve vognen blev blæst ud af sine spor. I dag fungerer den som et rullende museum. 🚲

日本の旅

Af Inge Frederiksen

Fotos: Inge Frederiksen, Dmitrij Getman & Stefan Holm



Dansk vintersol sender lys gennem op-hængt prisme. Lys spaltes og regnbuepletter væggen og den papirtrane, jeg har lært at lave i Hiroshima.

Dér er foldetraner overalt. De minder om fred. Minder om aldrig, aldrig igen at atombombeevaporere mennesker, civile og krigsindviklede, gode og onde, dyr, ukrudt, skåle med halvspist morgenmad, skoletasker og hullede sokker i ét sydende øjeblik.

Jeg var med ni andre medlemmer af Danmarks Naturfagslærerforening på japansk studietur til Hiroshima og Tokyo.

Hiroshimas æstetisk smukke mindesmærker om forførelsen og byens overvældethed i det hele taget, kan skrumpe andre oplevelser i det fascinerende land, men efter tre dage i Hiroshima måtte vi til Tokyo, hvor vi blandt andet skulle på skolebesøg.

Tokyo ligger 800 km fra Hiroshima – i bil næsten 10 timer, men med Shinkansen højhastighedstog kan det gøres på knap fire timer, og det endda med en 'bumle'-bullet, der standser otte gange inden Tokyo og KUN når en fart på 250 km/t.

Med den hast duer det ikke, at den lange togorm skal kurve skarpt, så vi susede gennem vinterlandskabet forbi koncentrerede byer, sporadiske templer og, åhja, Fujiyama, der havde spiddet en skyflage, på spor, der var blødt malet som graciøse tuschpennestrøg.

Med den hastighed duer det ikke, at togene skal kurve skarpt, så vi susede gennem vinterlandskabet, forbi tætbefolkede byer, sporadiske templer og, åh ja, Fujiyama, der stak op gennem en skyflage, på spor, der var blødt malet som graciøse penselstrøg.

Flyet fra Tokyo til Hiroshima tager kun 1,5 time, men med ind- og udtjekning af bagage, forsinkelsesstress



og flysæder-
nes passa-
gersyltepresse,
foretrækker jeg
Shinkansens jordfla-
destrykning. Kroppen kom glad til
Tokyo.

Vores rejseopfinder og -fører Er-
land (Andersen) har været i Japan
adskillige gange, blandt andet i
forbindelse med IBO, den Interna-
tionale Biologi Olympiade.
Her har han mødt – og er blevet
venner med – professor, dr. of
science, Ryoichi Matsuda, der på
venligste vis havde indvilliget i at
arrangere og følge os på skolebe-
søg.

Hele tre temmelig forskellige
uddannelsesinstitutioner besøgte
vi, efter at Ryoichi havde ført os
gennem metrosystemet og på en
frokostrestaurant, hvor vi sam-
drægtigt kunne nudle os igennem
på to meget lige rækker. Japan
er SÅ ordentligt et land, helt ind i
nudlerne.

Første skole var Setagaya Gakuen
Junior Senior High School, hvor
vi efter en – som overalt i Japan –
yderst høflig, smilende og bukken-

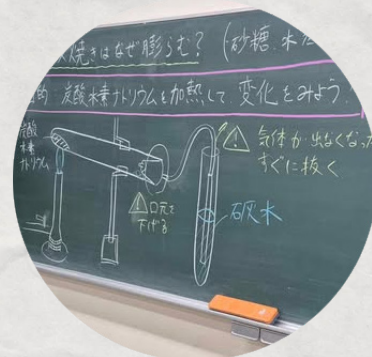
de modtagelse af adskillige skole-
ledere, skulle følge en kemilektion.

36 guldknappede skoleuniformer
med friske 13-årige drenge i opvar-
mede i firemandsgrupper natrium-
bikarbonat og udførte forskellige
eksperimenter med den opsamle-
de gas.

I Japan har man en marengsag-
tig, traditionel godte, karu-
me-yaki, der er karamellise-
ret sukker poppet op med
natron. Sådan én var der
et billede af på skærmen
hos læreren, der i mikro-
fon instruerede de mange
unge herrer ved laborato-
riebordene. De tog noter og
skrev svar ind i forsøgsmap-
per. I takt. Alt andet var også
umuligt klassestørrelsen taget i
betragtning.

Det japanske system er selvføl-
gelig anderledes end det danske.
Drenge og piger undervises hver
for sig. Der er skoleuniformer. Sty-
ringen er streng set ud fra det lille
øjeblik, vi overværede.

Men. Boys will be boys.
Også i Japan.





Der var masser af spilopper i øjnene under det sorte pandehår. De syntes, det var herligt at få besøg, og svingede lidt med gummislangerne og ville gerne snakke engelsk og fotograferes med gæsterne. Men ansigtsfotos havde vi lovet ikke at tage. GDPR på japansk.

Anden skole var Showa Women University Junior Senior High School. Som navnet indikerer, var der tale om en pigeskole, der havde elever fra ganske små til universitetsniveau. Vi overværede ikke undervisning, men en gruppe af de sødeste gymnasiepigter var blevet udvalgt til, med støtte af deres lærere, at tale med os – nok fordi de talte lidt engelsk, og nok fordi de var skarpe. De var også generte, men stolte og med fremtidshåb for verden og sig selv.

Ryoichi (ikke vi!!) stillede dem nogle tricky spørgsmål: Var der noget i skolesystemet, de ville ønske anderledes, for eksempel drenge og piger på samme skole? De udvalgte elever smøg sig behændigt og smilende uden om de vanskelige spørgsmål. På gangen mødte vi lidt senere en flok sportspiger i fri dressur. De kunne, adspurgte, godt tænke sig drenge på skolen. Skolesystemer er forskellige, metoder er forskellige, men menneskebørnene har skønherlige fællestræk på tværs af mange grænser. Og omend den japanske skole synes mere stram, virkede de unge på ingen måde kuede.

Sidste institution var Temple University, Japan Campus, som er et amerikansk, internationalt foretagende

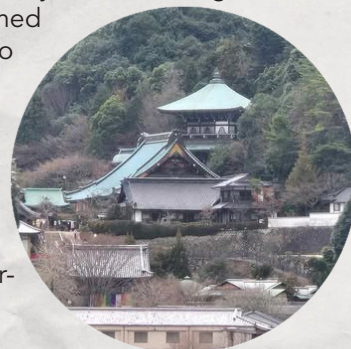


med studerende fra hele verden, inklusive Danmark. Det var et meget kort kig, nærmest en passage, med en lille uformel tale af lederen, der, i kontordøren, i modsætning til de japanske skole-

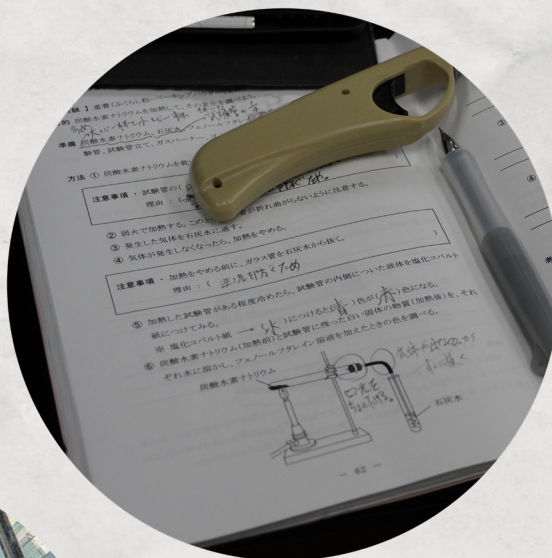
læreres stramme slipseoutfit og mange høflige buk, som en dansk lærer på tur, optrådte ubejakkert i ternet skjorte. Det gik rigtig godt for Temple Institutionen over hele verden, og Japan i særdeleshed, kunne vi forstå.



Japan er tusind andre opslag i min billedbog, japanske højteknologisk spulende toiletter (som slet ikke er japansk opfundet, men amerikansk), træer, der opdrages med stolper og reb-korset til at blive japanske på den rigtige måde, teceremonier, sushi og kobe, yndelige parker midt blandt skyskrabere, sirligt revet grus, graciøse mennesker med uudgrundelige blikke, Tokyo SkyTree med udsigt fra 451 EN HALV meters højde, kawaii, japansk nuttethed også for voksne ... men så må man jo skrive den bog. Det var en smuk, sjov og spændende studietur. Inderlige buk til alle.



Japan er et prisme, der bryder lyset, så man ser det på nye måder. ☸





Intelligente Drivhuse

i matematik gav rådne planter og mod på mere programmering

I undervisningsforløbet 'Det intelligente drivhus' skal elever skabe de bedste betingelser for deres planter ved hjælp af micro:bit, pumper og servomotorer. Det er et af flere gratis forløb, der integrerer teknologiforståelse i matematik.

Af Magnus Boye

Minidrivhuse i vindueskarmene og på altanen kan være med til at løse udfordringen med at sikre både fødevarer og biodiversitet i fremtiden. Og hvis drivhuset ovenikøbet kan passe sig selv, mens det leverer urter og grøntsager, er det nemt at se, hvorfor det giver mening at gøre drivhuse intelligente.

For en 7. klasse på Skovgårdsskolen i Ordrup endte undervisningsforløbet 'Det intelligente drivhus' med en række rådne planter i vindueskarmen. Ikke desto mindre var forløbet en succes, fortæller matematiklærer Torsten Klevin.

"Når der er døde planter i drivhusene, så er det klart for alle at noget er gået galt," fortæller han.

"Det er en mulighed for at elever kan ræsonnere sig frem til, hvad der er gået galt. Og lægge en plan for, hvordan de en anden gang kan undgå, at batterierne dør, så pumpen ikke længere vander."

Matematik i teknikken



I undervisningsforløbet skal elever kode en Micro:bit til at styre en pumpe og en motor, som tilsammen skal sørge for den rette blanding af fugt til drivhusets planter. Til det formål skal elever blandt andet bruge deres viden om lineære funktioner og uligheder fra matematikundervisningen, elektriske kredsløb fra fysik/kemi og fotosyntese og vandets kredsløb fra biologi. Og en god portion praktisk sans.

“Der var mange ting, der gik galt, eller ikke virkede, fordi man skulle have det til at fungere i virkeligheden,” fortæller Isabel Skot Lynggaard, der er en af de elever, der prøvede kræfter med drivhuset.

“Det gav mange problemer at sætte motoren fast inde i drivhuset med tape.”

For Isabel Skot Lynggaard og flere af hendes klassekammerater var det i starten ikke helt tydeligt, hvad hele øvelsen havde med matematik at gøre. Men det blev det, fortæller de.

Den korrekte vinkel skulle udregnes, så vinduet åbnede på den rigtige måde, og motoren ikke drejede den forkerte vej rundt. I koden var der formler, som eleverne skulle sætte værdier ind i.

Alt i alt en anden måde at arbejde med matematikken, fortæller Bjørn Bjerre.

“Jeg synes, det var fedt at lave noget anderledes, og det her var meget anderledes end at skrive i en bog,” siger han.

“Det var ret svært at få drivhuset til at virke, der var mange problemer, og nogle gange virkede det bare

ikke. Men det lykkedes til sidst.”

Anvendt viden

En af ideerne med undervisningsforløbet er at give eleverne mulighed for at udvikle matematisk praksisfaglighed gennem strabadserne med at få matematikken, kode, planter, drivhus og gruppesamarbejdet til at gå op i en højere enhed.

For Torsten Klevin var det positivt at se, hvordan eleverne gik til opgaven og brugte deres viden.

“Det var fedt at se dem måle vinkler og udregne massefylde for at finde ud af, hvor meget plads planten skal have og hvor åbent vinduet skal være. Der skal eleverne virkelig bruge deres viden om matematik. Og de skal bruge deres viden om biologi for at forstå, hvorfor der er brug for udluftning.”

Det er lige præcis sådan, Torsten Klevin holder af at undervise i matematik.

“Når jeg underviser i udskolingen, sender jeg eleverne ud med målebånd osv., og får dem til at udregne højden på et træ med Pythagoras læresætning. Det praktiske er enormt fedt at få ind i matematikken.”

Projekt eller classesamarbejde

Forløbet det intelligente drivhus kræver både noget udstyr og noget plads, hvor drivhusene kan få lov at stå. Men hvis de praktiske rammer er i orden, kan forløbet formentlig bruges både i matematik, i natur/teknik eller i et valgfag, mener Torsten Klevin.

“Jeg er ikke selv den lærer, som kan hjælpe dem gennem koden. Men jeg vil meget gerne køre det

sammen med en kollega, der kan tage den del. Så er vi to lærere på, og det kunne fungere rigtig godt,” siger han.

“På den måde er projektet oplagt til som projekt eller classesamarbejde. Jeg kan fx godt se for mig, at man bruger det i en projektuge, hvor vi starter med at kode og så går over til at få drivhuset til at virke.”

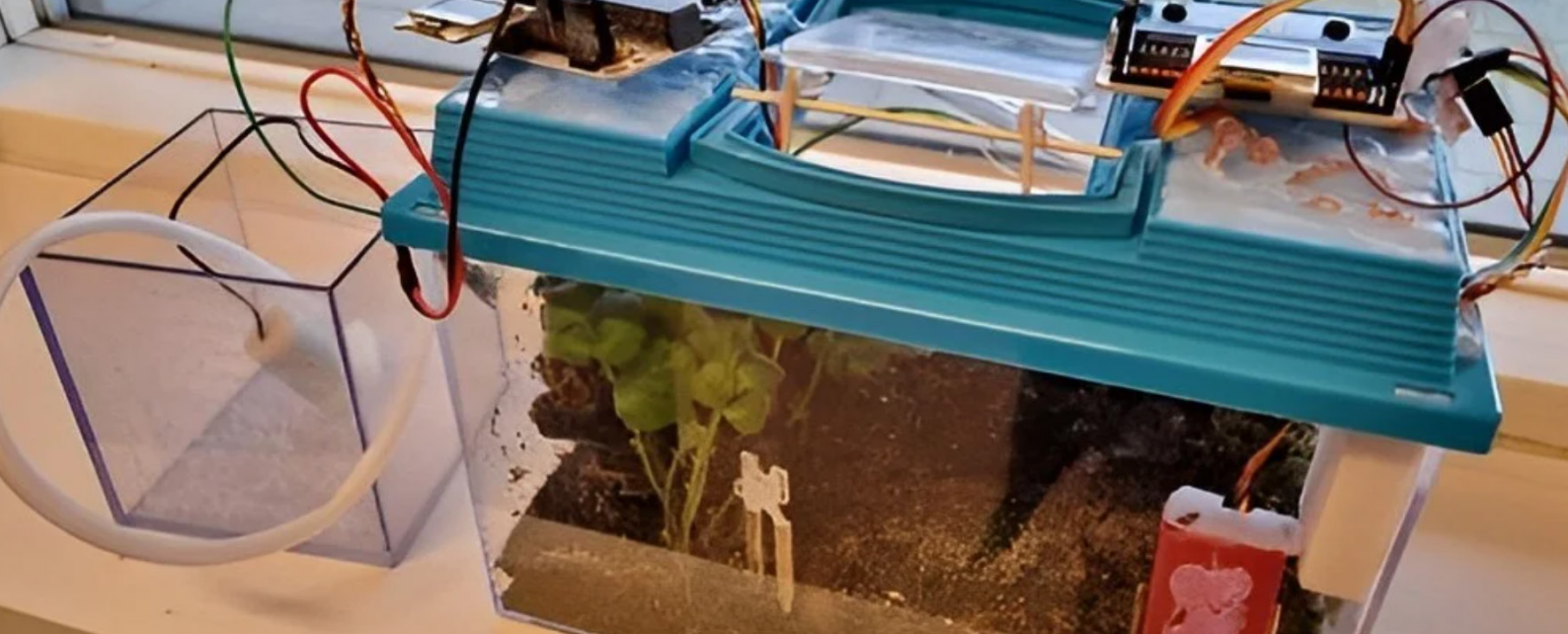
Det intelligente drivhus er et af flere gratis forløb om teknologiforståelse i matematik, som baserer sig på forskning fra Københavns Universitet. De findes alle på forstå.dk.

Det intelligente drivhus

Formålet med dette forløb er at styrke elevers forståelse for samspillet mellem matematik og PCT (Programmering og Computational Tænkning). Ved at tage udgangspunkt i virkelighedsnære scenarier, hvor både matematik og PCT bliver nødvendigt for at løse konkrete problemer, åbnes der for en række udfordringer.

Disse udfordringer ses i overgangen fra virkelighed til algoritme, hvor computationel tænkning kommer i spil. Computational tænkning bruges til at oversætte virkelighedens komplekse situationer til enkle koncepter, processer og værdier, som en computer kan forstå.

Selv enkle hverdagshandlinger som at hente et glas vand eller at vande planter, når jorden ser tør ud, består af mange skridt. For at en computer skal kunne assistere med disse opgaver, skal eleverne lære at nedbryde og omdanne disse handlinger til tal og algoritmer. Udfordringen består ikke kun i at tænke i bestemte mønstre, men



Sammen med kollegaer fra Aarhus Universitet, London og Uppsala har forskere ved Institut for Naturfagernes Didaktik analyseret undervisningsplaner og -materialer fra Danmark, Sverige og England for at kortlægge, hvordan teknologiforståelse og matematik kan forbindes. Arbejdet har krystalliseret sig i tre designprincipper, som nu har lagt grunden til flere undervisningsforløb. Materialet er publiceret på platformen forstå.dk.

Materialet er designet i samarbejde med læremiddelsproducenten Alinea og makerspacet TekX med støtte fra Novo Nordisk Fonden.

i at identificere det essentielle fra virkelige situationer og udforme en effektiv algoritme, der reducerer behovet for menneskelig indblanding.

Forløbet tager afsæt i et narrativ om udfordringerne i moderne landbrug, såsom pladsman- gel og faldende biodiversitet. Dette narrativ giver eleverne en mission, der motiverer dem til at bygge deres eget intelligente drivhus. Et sådant drivhus, som kan passe sig selv, har potentiale til at flytte en del af landbruget ind i private hjem.

Eksempel på øvelse: Program- mér din klassekammerat

For at lære, hvordan compu- teren tænker, skal I prøve at programmere hinanden. I skal bruge en form for sprog, som hedder pseudokode. Pseudo betyder falsk, og kode er det sprog, en computer forstår. Det er altså et falsk computersprog, som ligner den type sprog, en computer kan læse. Når I skriver

en pseudokode, skal I skrive meget kortfattet og kun give én kommando ad gangen. Derud- over er der ikke nogen regler for pseudokode.

Senere skal I skrive skitser til de koder, I skal bruge til drivhuset, med pseudokode. Det er der- for, at I nu skal lære, hvordan en computer tænker, samt lære at skrive pseudokoder.

Aktivitet

- Gå sammen med din side- makker.
- Aftal, hvem der er robot, og hvem der er programmør.
- I skal nu aftale nogle kom- mandoer, I kan sige. Det er jeres pseudokoder. Fx 'Gå et skridt frem', 'Drej mod højre', 'Bevæg dig fremad i to sekunder' osv. Bemærk, at kommandoerne skal være meget entydige og korte.
- Skriv sammen en række kom- mandoer, robotten senere skal modtage. En kommando per linje.

- Giv nu robotten bind for øjnene. Programmøren skal nu give kommandoer til ro- botten ved at læse højt, og robotten skal udføre hand- lingen.
- Husk at passe på hinanden, så robotten ikke kommer galt af sted.
- Byt roller, og prøv igen. Prøv eventuelt at styre robotten med nye kommandoer, mens robotten går af sted.

Diskussion

Når I har prøvet begge roller, skal I diskutere følgende spørgs- mål:

- Hvilke kommandoer virkede godt og hvorfor?
- Hvilke kommandoer virkede skidt og hvorfor?
- Gav nogle af kommandoer- ne mærkelige resultater, og hvorfor tror I?
- Kunne nogle af kommando- erne det samme?

Find hele forløbet på forstå.dk 🌐

Klimaundervisning 7.-9. klasse

Nyt gratis forløb om SØ OG MOSE

'Et grønnere klima' er fællesfaglige forløb om
NATURBASEREDE LØSNINGER.

De er udviklet i samarbejde med Danmarks Naturfagslærerforening, Geografforbundet og Biologiforbundet.

Find det hele på www.gronnereklima.dk.
Forløbene kan også findes gratis på
Gyldendals fagportaler fra skoleåret 25/26.



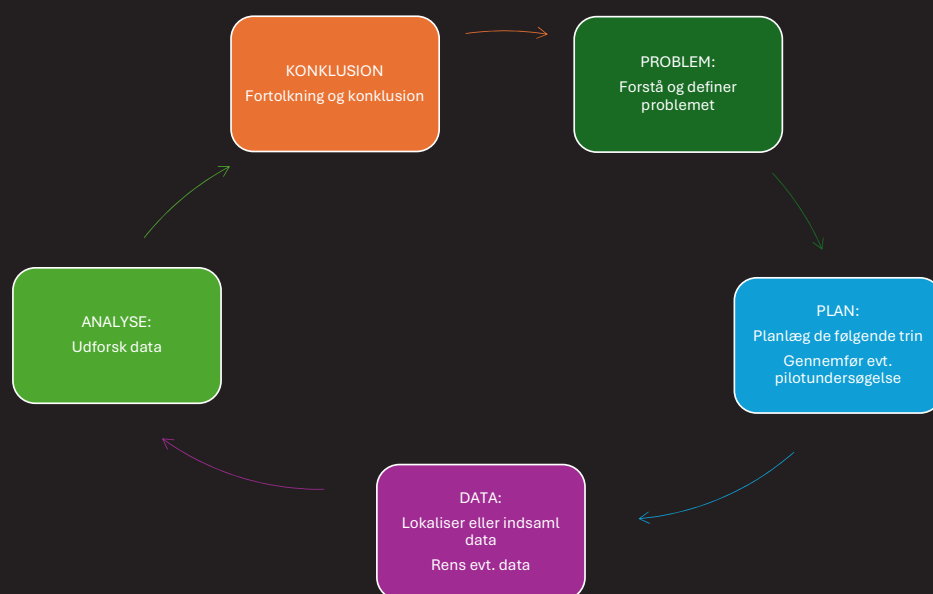
CENTER FOR MAKROØKOLOGI,
EVOLUTION OG KLIMA
KØBENHAVNS UNIVERSITET

SDU

VILLUM FONDEN

Udforskning af bæredygtige tiltag med datadetekktiven

En lokal udfordring - kan vi gøre en forskel der, hvor vi er?



Af Klyngen på læreruddannelsen i Odense

Til fællesdag for læreruddannere på UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole fortalte lederen for Facility Service om den grønne omstilling og de igangværende bæredygtige tiltag på UCL. Vi blev imponeret over de reelle tiltag, man faktisk kunne gøre lokalt, og besluttede herefter at planlægge et projekt ved navn 'Din bæredygtige uddannelse' for vores studerende med fokus på de lokale tiltag. Vi fik lederen, Lars, til at spille en væsentlig rolle, og det var han heldigvis med på.

Lars gav de studerende en relativt åben opgave om at formulere konkrete forslag til nye bæredygtige tiltag på UCL og estimere besparelser

for disse. Ligeledes bad han de studerende om bud på oplysningskampagner til eksisterende bæredygtige tiltag på UCL. De studerende gik til opgaven med stort engagement, og projektet blev afsluttet på en fælles messe med konkrete tiltag og estimerede besparelser. Lars deltog på messen og var meget optaget af de studerendes forslag til besparelser og de udarbejdede flush ads, som bliver sat op i små A4-rammer på UCL's toiletter. Aktiviteten var forholdsvis nem at arrangere og gav de studerende konkrete og relevante aktiviteter, der tog udgangspunkt i klimaudfordringer i deres egen hverdag.

I et varmt og fyldt lokale sidder knap 70 studerende, der lytter nysgerrigt til Lars. Han fortæller om de helt konkrete og nærmest usynlige tiltag, som Facility Service har sat i gang. F.eks. har Facility Service slukket for WiFi-routerne om natten – besparelsen svarer overraskende til tre husstandes årlige elforbrug. Facility Service har også udskiftet samtlige vanddyser, hvilket formindsker vandforbruget ved håndvask med omtrent 90%.



En global udfordring - Kan man virkelig løbe tør for sand?

Denne aktivitet tager i højere grad udgangspunkt i en større global problemstilling, hvor verden er ved at løbe tør for byggesand. I aktiviteten anvender studerende materialer og måleinstrumenter fra biologilokalet, og de arbejder undersøgelserbaseret med sands egenskaber.

De studerende startede med at kategorisere sand i en relativt åben opgave. Derefter så de videoen 'Vi er ved at løbe tør for sand' (<https://www.youtube.com/watch?v=Z-GaRwvNcT9A>), og fortsatte med at arbejde med problemstillingen: Hvordan skal vi forholde os til problematikken, at der snart ikke er mere brugbart sand?

Er der nogen og i så fald hvem skal tage ansvaret for at få reduceret sandforbruget, hvordan skal dette gøres og hvorfor mener I, dette er den bedste løsning?

Det var overraskende for alle, at byggeværdigt sand er en knap ressource, og at hele verdens befolkning bruger gennemsnitligt 18 kg sand pr. dag pr. person. Byggeværdigt sand er som udgangspunkt kantet og har varierende kornstørrelse, dette svarede til nogle af de kategorier, de studerende allerede havde inddelt sand efter.

De studerende lavede en idégenerering på løsninger til at reducere sandforbruget. Forslagene strakte sig fra at hente sand fra Mars (det blev dog hurtigt meget dyrt), til at bruge forarbejdet træ fremfor beton til bygninger, til at supplere eller erstatte sandet i beton med plastic, bambusfibre eller andet. For at understøtte nogle af deres

I et biologilokale står de matematikstuderende. Nogle er iført kitler, beskyttelsesbriller og handsker, formodentligt for sjov. De skal kategorisere sand. Der er gang i stereolupper, jordsolde, varmelamper, petriskåle og vægte. Diskussioner frem og tilbage finder sted mellem gruppemedlemmer, og sandet bliver kategoriseret efter form, farve, størrelse, lugt, mm. Kun fantasien sætter grænser.

forslag fremstillede de studerende prototyper og undersøgte alternative betonblandingers robusthed, når disse blev udsat for kettelbells med varierende vægt fra forskellige faldhøjder.

På billedet kan man skimte betonblandinger suppleret med plastik, lecakugler og papir, både blendet og revet i små stykker. Det viste sig, at den

anbefalede betonopskrift (1 del cement, 2 dele sand og 3 dele grus) gav det mest robuste beton. Dog overlevede de alternative betonblandinger overraskende godt. Vi nåede ikke at supplere med andre undersøgelser, f.eks. vind og vejrs påvirkninger af betonblandingerne.

Livet som datadetektiv

Undervejs i forløbene kan eleverne arbejde som datadetektiver. Når eleverne arbejder med statistik, vil de i mange tilfælde blive præsenteret for noget data, som de så skal analysere eller sammenligne, f.eks. vha. deskriptorer. Arbejder man som datadetektiv vil man også være med til at formulere mindre problemstillinger, udarbejde hensigtsmæssige planer for undersøgelsen af disse problemstillinger, indsamle og analysere relevant data, samt konkludere på den overordnede problemstilling, der sandsynligvis fører til nye undersøgelsesværdige problemstillinger. Datadetektivcirklen bidrager til

inddragelsen af de matematiske kompetencer i elevernes arbejde med statistik. Samtidig kan eleverne bruge dette til at arbejde datainformeret og argumentere for relevansen og udformning af produkter i design- og engineeringprocesser. I tabellen kan I se eksempler på brugen af datadetektivcirklen i forhold til de to forløb samt eksempler på relevante produkter.

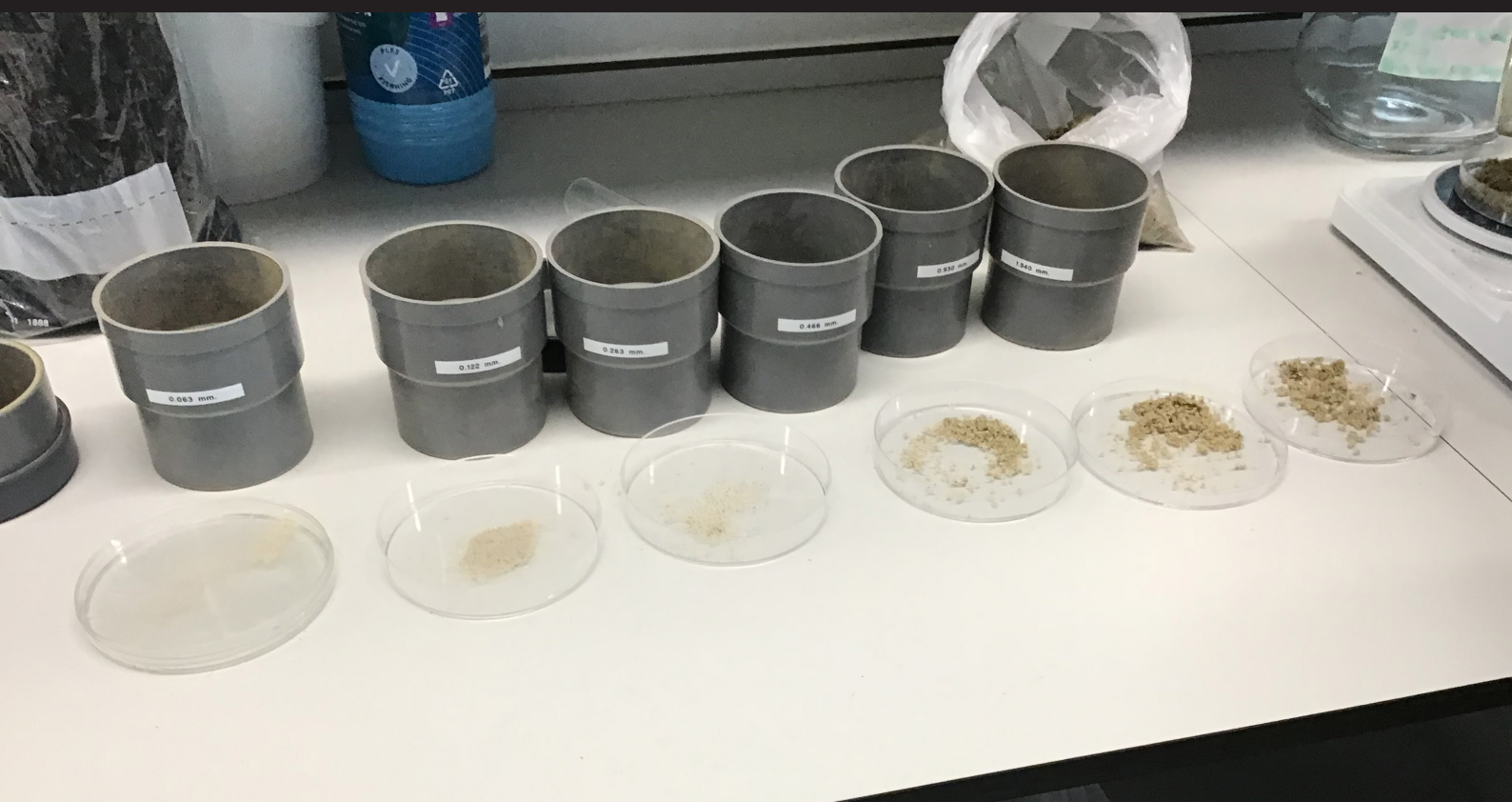
	<i>Forbrug på skolen</i>	<i>“Vi løber tør for sand”</i>
<i>Problem</i>	<i>Skolen har behov for at nedsætte sit forbrug.</i>	<i>Vi har snart ikke mere brugbart sand til byggeri.</i>
<i>Plan</i>	<i>Undersøg hvor mange servietter man bruger ved toiletbesøg.</i> <i>Husk at tage højde for at små og store børn ikke nødvendigvis bruger lige mange servietter</i> <i>Husk at der kan være forskel på forskellige typer servietter</i> <i>Antallet af toiletbesøg og mængden af servietter afhænger også af skoledagens længde</i>	<i>Kategorisering af sand, f.eks. efter form, størrelse, farve og lugt.</i> <i>Undersøg hvor sand bruges og om det kan erstattes af andre materialer?</i> <i>Undersøg mulige sandalternativer ifm. fremstilling af beton.</i> <i>Undersøg hvor sand kommer fra, hvor vi importerer sand fra og transport af sand.</i>
<i>Data</i>	<i>Undersøg forskellige servietters sugsevne og om man kan klare sig med en serviet til håndtørring.</i> <i>Undersøg hvor mange gange elever bruger skolens toiletter om dagen.</i> <i>Lav spørgeskemaundersøgelse om servietbrug ved skolens toiletter.</i> <i>Spørg pedellen eller rengøringsassistenterne om hvor mange pakker servietter der købes om ugen.</i>	<i>Procentvis fordeling af størrelsen af sandkorn i en sandprøve.</i> <i>Finde statistikker over udvikling af sandforbruget til byggeri gennem en årrække.</i> <i>Hvilke forhold bliver beton blandet i og kan man erstatte store dele af sandet med alternativer og samtidig bevare betons styrke?</i> <i>Omkostninger forbundet med transport og udgravning af byggevenligt sand.</i>
<i>Analyse</i>	<i>Man kan f.eks. nå frem til et differentieret gennemsnitligt antal servietter forbrugt lige pt.</i> <i>Man kan nå frem til hvor meget en serviet kan suge.</i>	<i>Man kan nå frem til beton-alternativer med udmærket styrke.</i> <i>Sammenligne fremskrivninger af nuværende forbrug af sand med brug af sandalternativer.</i>
<i>Konklusion</i>	<i>Man kan reducere skolens servietforbrug med xx % hvis man kan få elever og lærere til kun at bruge én serviet.</i>	<i>Der er potentialer i at anvende sandalternativer. Det kunne f.eks. være xx eller yy.</i>
<i>Produkt</i>	<i>Udformning af en flush ad eller et klistermærke, der opfordrer til at spare på servietterne og som kan hænge på samtlige toiletter.</i>	<i>Planche med antagelser og beregninger og alternative betonblandinger.</i>

Andre relevante data-detektivopgaver eleverne kan lave lokalt:

- Er der virkelig behov for så mange parkeringspladser ved skolen? Kunne man i stedet bruge pladserne til Vild med vilje haver i stedet?
- Hvad er Madspildet og/eller CO₂-aftryk af maden i kantinen eller elevernes madpakker. Brug f.eks. <https://www.co2beregner.dk/> og <https://denstoreklimadatabase.dk/>
- Hvad betyder det for skolens energiforbrug at slukke for lyset og smartboards, når man forlader lokaler? Man kan også undersøge energiforbruget for WiFi-routere.

Relateret til den globale problematik:

- Hvor meget sand er der brugt til skolens nye bygning og kan sandet fra legepladsens sandkasse bruges til byggeri?
- Hvordan adskiller sandet fra legepladsens sandkasse sig fra den nærtliggende grusgravs sand? ❁



Om forfatterne – en faglig klynge mellem matematik og naturfag

På læreruddannelsen arbejdes der i professionelle læringsfællesskaber kaldet klynger. I en klynge med matematik- og naturfagsundervisere er der blevet arbejdet med fagspecifikke og tværfaglige perspektiver på bæredygtighed. Dette er et eksempel på to forløb, der kan bruges til inspiration til STEM undervisning i folkeskolen med fokus på at bringe matematikken i spil.

Klyngen på læreruddannelsen i Odense består af:

Natasha Sterup, Mette Hjelmberg, Anders Gersdorff Toft, Morten Christensen, Lene Junge, John Schou, Tine Bunk Schrøder, Helle Kruse Krossá, Dorte Moeskær Larsen.



Radioaktivitet

– regler og retningslinjer

Af Lektor Rasmus Høiby

Når eleverne skal lære om sikkerhed i forbindelse med radioaktivt materiale og ioniserende stråling, er det for at sikre et sundt undervisnings- og arbejdsmiljø i skolesammenhænge.

Men ioniserende stråling anvendes ikke kun på uddannelsessteder, også i fx produktionsvirksomheder og på hospitaler.

Det er derfor vigtigt at vide, hvorfor og hvordan man beskytter sig mod skader fra ioniserende stråling – og at mindre stråledoser er forholdsvis ufarlige.

Tidligere skulle man som fysik/kemi-lærer orientere sig mange forskellige steder for at finde de relevante regler for brug af ioniserende stråling i undervisningen. Desuden skulle man foretage nogle vurderinger på området, som man slet ikke var uddannet til at lave. Men en sammenfatning af lovgivning og kvalificerede risikovurderinger kan findes i vejledningen Regler for brug af ioniserende stråling i undervisningen – i folkeskolen og på gymnasiale uddannelser. Det følgende er hovedsageligt en sammenfatning herfra, med hovedvægt på det, der er mest brug for i folkeskolen.

Indkøb og opbevaring af radioaktive kilder

Inden for undervisnings- og arbejdsmiljø er det altid ledelsen, der har ansvaret for, at undervisningen/arbejdet kan foregå sikkerheds- og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt.

Det er derfor skolens leder, der har ansvaret for at

- udpege en kompetent lærer som ansvarlig for de radioaktive kilder
- opbevare en fortegnelse over skolens samling af radioaktive kilder.

Skoler må kun bruge de radioaktive kilder, der er nævnt i tabel 1 i "Regler for brug af ioniserende stråling i undervisningen".

Alle andre kilder kræver en særskilt tilladelse fra Sundhedsstyrelsen. Man må dog gerne anvende naturligt forekommende radioaktive sten.

De radioaktive kilder skal opbevares i et metalskab, og skal være beskyttet mod brand, tyveri og vandskade. Skabet skal tydeligt markeres med advarselmærket for ioniserende stråling samt teksten "Radioaktiv" eller tilsvarende.

Sådan anmeldes radioaktivt affald:

- Få skolens CVR og EAN af skolesekretæren!
- Opret ny bruger på <https://dekom.dk/affald-bruger/>
- Tjek din mail, og opret password
- Login via det tilsendte link (eller her)
- Anmeld en eller flere kilder, du vil aflevere
 - Spring de ting over, som du ikke ved
 - Skriv evt. "Ved ikke"
 - Anslå de værdier, du har en idé om
- Vent på svar. Der kan fx gå et par dage.
- Indgå i dialog om indberetning og aflevering
- Aftal, hvornår kilderne ankommer

Der findes røgalarmer, der indeholder en radioaktiv kilde. Man må fx gerne undersøge en sådan udefra med en Geiger-Müllertæller; man vil så opdage, at det får man ikke meget ud af.

Men man må under ingen omstændigheder åbne den op eller på anden måde forsøge at få det radioaktive materiale ud af sin indkapsling.

Brug af radioaktive kilder

Radioaktivitet bliver af mange mest forbundet med atombomber og større ulykker på atomkraftværker. Dette medførte en vis utryghed om sikkerheden ved undervisning i og med radioaktivt materiale. Derfor er det vigtigt at påpege følgende fra "Regler for brug af ioniserende stråling i undervisningen":

"De effektive doser elever og lærere vil kunne modtage ved normal brug af ioniserende stråling i undervisningen er helt ubetyde-

lige og vil aldrig kunne medføre effektive doser, der overstiger 1 mSv/år. Der skal derfor ikke tages særlige forholdsregler for elever og lærere i forbindelse med brug af godkendte radioaktive kilder i undervisningen og heller ikke for gravide elever og lærere. Det skal dog altid tilstræbes at holde doserne så lave som rimeligt opnåeligt." (Egne fremhævninger).

Man sikrer især "normal brug" og "at holde doserne så lave som rimeligt opnåeligt" gennem følgende:

Læreren skal have tilstrækkelig viden om såvel ioniserende stråling som risikomomenter i undervisningen. Dette burde man fx have som linjefagsuddannet lærer med et nogenlunde opdateret sikkerhedskursus.

Elever må først håndtere de radioaktive kilder fra 9. klasse, og de skal altid være under opsyn af læreren imens. Læreren skal indsamle

kilderne straks efter brug.

Kilderne skal behandles efter leverandørens brugsanvisninger, og må ikke modificeres til andet formål. De må fx aldrig opvarmes eller neddypes i væske.

Der må ikke spises, drikkes eller påføres kosmetik mens kilderne bruges.

Risøkilder skal håndteres vha. ple-xiglashåndtaget, og så vidt muligt så stråleretningen ikke er hen mod nogen, der står i nærheden.

Hvis læreren skønner det, må elever gerne "malke" en Ba-137 minigenerator, hvis det overvåges af læreren. Personen, der udfører det skal bære kittel og handsker.

Hvis kildernes indkapsling er beskadiget, skal de enten repareres af fabrikanten (se leverandørens oplysninger) eller kasseres korrekt (se afsnittet "Bortskaffelse af radioaktive kilder" senere).



Risøkilder med knækket plexiglashåndtag. Dette kan evt. pålimes mens stumpe står i plexiglasfoden. Af årstallet fremgår dog, at beta- og gamma-kilderne nok er noget trætte.



En gammel radium-tågekammerkilde som skal dekommissioneres



Protactiniumgenerator med plastikbeholder

Risøkilder, hvor plexiglashåndtaget er knækket af, kan man lime håndtaget på igen, hvis der ikke er sket noget med selve indkapslingen eller afskærmningen. Dette kan gøres mens selve kilden er skruet ned i den tilhørende fod. Hvis håndtaget er blevet væk, kan kilden evt. påføres et nyt. Bemærk dog, at håndtaget – på samme måde som det originale – skal markeres med symbolet for ioniserende stråling, teksten "Radioaktiv", den radioaktive isotop, aktivitetsmængden og fremstillingsåret.

Strålingsbeskyttelse i hverdagen: De 3 A'er

En huskeregel for strålingsbeskyttelse kan være "de 3 A'er":

Afstand: Jo længere afstand der er mellem kilden og en selv, des mindre stråledosis modtager man – og dosis aftager med kvadratet på afstanden. Det er fx derfor, man skal holde Risøkilderne i plexiglashåndtaget.

Afskærmning: Jo mere afskærmning der er til kilden, des mindre stråledosis modtager man. Det er fx derfor, der er afskærmning bag selve kilden, inden håndtaget på Risøkilderne.

Anvendelsestid: Jo kortere tid man anvender kilden, des mindre stråledosis modtager man. Det er fx derfor, kilderne skal indsamles af læreren straks efter brug.

Eleverne skal også vide, at der er stor forskel **ekstern bestråling**, hvor strålingen kommer udefra, og **intern bestråling**, hvor man har optaget radioaktivt materiale i kroppen. I sidstnævnte tilfælde er afstand og afskærmning ekstremt lille, mens "anvendelsestiden" (eksponeringstiden) er indtil stoffet er henfaldet eller kroppen har udskilt det. Derfor er det så vigtigt, at kildens indkapsling ikke bliver brudt.

Et dilemma i undervisningen kan siges at være, at man som lærer skal betone de ubetydelige doser ved "normal brug", men også bibeholde respekten for materialerne og "at holde doserne så lave som rimeligt opnåeligt". Her kan man fx tale om, hvordan de ansatte på hospitaler og tandlæger kan bruge "de 3 A'er" til at minimere hhv. deres egen og patienternes stråledosis, når der

tages røntgenbilleder. Selv om der ikke er tale om store doser, kan det sammenlagt blive en høj ekstra stråledosis, hvis sundhedspersonalet hver dag i mange år tager adskillige røntgenbilleder.

Bortskaffelse af radioaktive kilder

Som tidligere nævnt, må man (uden særskilt tilladelse fra Sundhedsstyrelsen) kun anvende de kilder, der er nævnt i tabel 1 i "Regler for brug af ioniserende stråling i undervisningen".

I denne publikation står desuden, at radium-kilder (se figur 3) og protactiniumgeneratorer (se figur 4) ikke længere må benyttes, og at Sundhedsstyrelsen pålægger skoler, der ligger inde med disse at bortskaffe dem. Men her 10 år senere, er der stadig mange skoler, der har begge dele liggende.

Derfor følger her lidt hjælp til, hvordan man kan gribe det an. Husk i den forbindelse, at sikkerheden i sidste ende er skolelederens ansvar, så man kan overveje at sende en mail

Transport af radioaktivt affald:

- 1) Kontakt et firma med tilladelse eller
(Hvis det kan transporteres som undtagelseskolli)
- 2) Kør selv:
 - Aftal tidspunkt for indlevering
 - Pak det forsvarligt sammen
 - Sæt hvert emne i en kraftig plasticpose med luk
 - Sæt disse i en plastbeholder med låg
 - Brug bobleplast og plastfolie rundt om
 - Udfyld transportdokumentet:
 - Afsenderen er din skole
 - Modtageren er
Dansk Dekommissionering
Frederiksborgvej 399, bygning 212
4000 Roskilde
 - Antal kolli er antallet af pakker. Dette er 1, hvis du har pakket kilderne sammen i én beholder.
 - På ydersiden mærkes pakken med afsender og modtager samt "UN-2910"
 - Medbring transportdokumentet og en godkendt håndslukker med en kapacitet på mindst 2 kg pulver. Denne kan fx lånes med fra fysik/kemi-lokalet.
 - Kør forsigtigt :-)

til vedkommende. Selvom det ikke er uoverskueligt, kommer det nok til at koste lidt penge og arbejdstimer.

Røgalarmer indeholdende en radioaktiv kilde kan afleveres på genbrugsstationen, og brugt udtræksvæske (eulat) fra Cs/Ba-minigeneratoren kan – efter afsluttet forsøg – bortskaffes som almindeligt kemikalieaffald (fx i "Flydende uorganisk surt"), da det efter kort tid er inaktivt. Alt andet radioaktivt affald skal afleveres hos Dansk Dekommissionering.

Dette er noget, de fleste fysik/kemi-lærere nok kun kommer til at gøre få gange i deres karriere, og det kan ved første øjekast virke lidt besværligt: Radioaktivt affald kræver (heldigvis) meget kontrol og dokumentation, og mange materialer er langt farligere end skolekilder.

Heldigvis er Dansk Dekommissionering en statslig virksomhed og har en stor interesse i, at radioaktive kilder bliver afleveret korrekt – især dem, der potentielt er blevet farlige. De

er derfor gode til at vejlede, og de er klar over, at en samtale ofte kan afklare meget.

Først og fremmest får brug for CVR og evt. EAN-nummer for at oprette en ny bruger. Systemet sender kort efter en mail, hvor du kan bekræfte adressen og logge ind på hjemmesiden. Når du er logget ind, får du (i højre side under "Dine links") mulighed for at "anmelde" det radioaktive affald.

Udfyld formularen så godt du kan: Selv om noget er markeret med stjerne* som "skal udfyldes", er det ikke sikkert, at du har mulighed for at få fat på oplysningerne. Du behøver ikke at bruge lang tid på at tænke over eller undersøge noget du ikke ved eller ikke forstår: De skal nok kontakte dig, hvis der er noget vigtigt, de er i tvivl om.

Herfra går det nogenlunde af sig selv indtil det kommer til transporten. Reglerne for dette kan man læse her, hvor der også (i højre side) kan findes godkendte transportfirmaer

og hentes relevante dokumenter/faremærker.

Transport

Der findes transportfirmaer med særlig tilladelse til at transportere radioaktivt materiale. Men sandsynligvis vil du få at vide, at kilderne kan transporteres som "undtagelseskolli". Det vil sige, at man pga. den relativt lave aktivitet ikke behøver så vidtgående sikkerhedsforanstaltninger.

I givet fald kan du (eller en anden af skolens medarbejdere) selv at køre det til Risø (nær Roskilde), bare der overholdes visse sikkerhedsforanstaltninger – se faktaboks.

Husk at sende kvitteringer for de afleverede kilder videre til din skoleleder, så de kan slettes fra listen over skolens radioaktive kilder. ☹



Modelleringskompetencen

fra 1. klasse til 9. klasse i et praksisperspektiv

Af Charlotte Clarén og Mette Pawlik

Når dine elever arbejder med naturfaglige modeller og modellering, kan de opnå en fælles tilgang til, hvordan man kan reducere kompleksiteten af eksempelvis et fænomen eller begreb. I fagenes formål står, at elever skal udvikle modelleringskompetencen, for at de bedre kan forholde sig kritisk og handlingsrettet til fx modeller, som i stigende grad ligger til grund for samfundsmæssige og personlige beslutninger. Det kunne være en model, der viser noget om global opvarmning. Det er i tråd med Folkeskolens formål om, at skolen skal udvikle arbejdsmetoder, så eleverne udvikler erkendelse og baggrund for at tage stilling og handle.

Hvad kendetegner en naturfaglig model?

I faghæfterne for naturfagene beskrives en naturfaglig model

således: En naturfaglig model repræsenterer et udsnit af naturen eller den menneskeskabte verden, som omgiver os. Normalt forestiller en model et fagligt begreb, en sammenhæng, en proces eller et system i en simpel udgave. Modeller viser tit et bestemt udvalgt område af fx en proces i en forsimplet udgave, hvilket betyder, at en model ofte kun er brugbar til bestemte formål. Det bevirker, at der kan være mange forskellige modeller, som viser den samme proces, men med forskellige formål.

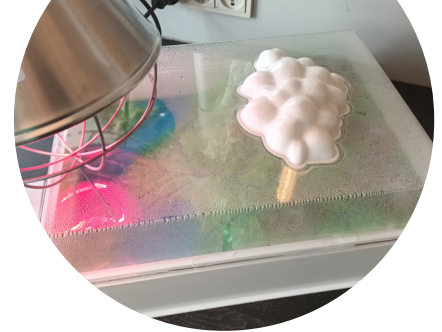
Modelleringskompetencens progression kan være svær

Modelleringskompetencen er, som de tre andre naturfaglige kompetencer, en rød tråd fra 1. klasse til 9. klasse på langs og på tværs af naturfagene i grundskolen.

Hvis du læser i et af faghæfterne for naturfag, vil du støde på en blå boks, hvor der står følgende: "En elev med modelleringskompetence vil kunne bruge naturfaglige modeller til at forstå, forklare eller forudsige fænomener og systemers opførsel, kunne diskutere og forholde sig kritisk til modeller samt kunne revidere/konstruere modeller med afsæt i egne undersøgelser eller som en del af problemløsning."

Progressionen fra 1. klasse til 9. klasse indebærer, at eleverne anvender modeller med gradvist øget kompleksitet, som beskriver komplekse og abstrakte fænomener. Du kan arbejde med progression ved:

- Først at anvende en model til at skabe overblik
- så til at forklare et fænomen
- derefter arbejde med at vurdere en model og



- tilslut at konstruere/revidere en model ud fra elevernes egne undersøgelser.

Nedenstående tabel fra faghæfterne for de fire naturfag viser progression i forhold til kompetencemålene samt en kort beskrivelse af, hvordan du kan arbejde med modeller og modellering i din undervisning.

4. Symbolmodeller fx matematiske udtryk, formler, koder og reaktionsligninger.
5. Animationsmodeller er modeller, som benytter sig af levende billeder, enten tegnet eller filmet, og ofte kombineret med lyd. På Astras hjemmeside kan du læse mere om animationer.
6. Interaktive modeller er fx

at lede efter små dyr, kan de have whiteboard tavler eller papir og blyant med, hvor de fremstiller modeller af et eller flere dyr de finder med få kendetegn (illustrationsmodel).

- De kan arbejde videre med modeller på skolen, hvor de laver mere detaljeret naturtro modeller af både over og undersiden af dyret (illustrationsmodeller).
- Derefter kan de bygge modeller af et dyr (fysisk model).

Eleverne arbejder med simple naturtro illustrationsmodeller med nogle få kendetegn i starten til modeller med flere kendetegn, samt arbejder med en fysisk model.

En anden måde, dine elever kan arbejde med modeller og modellering på er fx ved, at de får et problem, de skal prøve at løse vha. at bygge en model. Det kan være, at en skole har brug for en ny karrusel, og eleverne synes den skal være selvkørende.

Der er nogle krav til karrusellen:

- Der skal være plads til 4 personer,
- den skal kunne køre langsomt og hurtigt samt
- bevæge sig i 2 retninger.

Dine elever skal i makkerpar løse opgaven efter følgende trinvis struktur:

- De skal først tale om, hvordan deres karrusel skal se ud (verbal model),
- derefter tegne en model af deres løsning (illustrationsmodel),
- så skal de bygge karrusellen i Lego WeDo (fysisk model)
- og sidst programmere karrusellen så den overholder kravene (symbolmodel).

Trinforløb	Kompetencemål	Arbejdet med modellering på trinnet
1.-2. klassesetrin	Eleven kan anvende naturtro modeller.	Eleverne arbejder med konkrete, verbale eller simple illustrationsmodeller, som er "naturtro", dvs. ligner virkeligheden. Eleverne anvender sådanne modeller i simple sammenhænge, fx i egne fortællinger. De fremstiller tillige selv helt simple naturtro modeller.
3.-4. klassesetrin	Eleven kan anvende modeller med stigende abstraktionsgrad.	Eleverne kan fortælle og i stigende grad forklare ved hjælp af verbale modeller og illustrationsmodeller. De fænomener/ting, som repræsenteres, er i stigende grad abstrakte og u håndgribelige.
5.-6. klassesetrin	Eleven kan designe enkle modeller.	Eleverne arbejder med større fokus på selv at repræsentere fænomener og sammenhænge. I forlængelse af dette lærer eleverne at skelne mellem model og virkelighed. Eleverne konstruerer tillige konkrete modeller som bud på løsning af udfordringer med naturfagligt indhold.
7.-9. klassesetrin	Eleven kan anvende og vurdere modeller i biologi.	Eleverne kan forklare komplekse fænomener og sammenhænge med modeller. Eleverne kan også diskutere styrker og svagheder ved givne modeller og modeltyper samt vurdere og evt. revidere modeller i lyset af egne undersøgelser.

Der findes forskellige modeltyper

1. Verbale modeller, der udtrykkes sprogligt.
2. Konkrete modeller er fysiske modeller, der er til at føle på.
3. Illustrationsmodeller er fx tegninger, fotos og anden grafik. Selvom disse modeller i sig selv er statiske, kan de godt illustrere en proces for eksempel ved hjælp af pile.

simuleringer og andre digitale modeller, hvor eleven interagerer med modellen via teknologi, samt konkrete modeller, der fx kan bevæges.

Eksempler på, hvordan du kan arbejde med modelleringskompetencen i indskolingen

Dine elever kan fx arbejde med små landdyr i natur/teknologi.

- Når eleverne skal på tur for



Eleverne arbejder derfor med at løse et problem vha. mange forskellige typer af modeller.

Eksempler på, hvordan du kan arbejde med modelleringskompetencen på mellemtrinnet

Du og dine elever har i fællesskab besluttet at arbejde med temaet fugle i natur/teknologi, så I tager på en fugletur, hvor eleverne skal undersøge hvilke fugle, der lever ved stranden. Eleverne har kikkerter og et lamineret papir med, som viser mange af de fugle, der lever i området (illustrationsmodel). Eleverne skal på turen observere hvilke fugle, de ser med hjælp fra det udleveret papir.

Turen sluttet af med:

- At eleverne i makkerpar skal vælge en fugl, de har set, de skal tale om hvilke kendetegn fuglen har (verbal model),
- derefter skal de bygge fuglen i sandet på stranden (fysisk model) og de andre i klassen skal gætte på, hvilken fugl de har bygget.
- Efter hvert gæt, kan du som

lærer spørge ind til, begrundelse for gættet, så alle elever bliver opmærksomme på små detaljer, som viser noget særligt.

Her er abstraktionsniveauet højere end i indskolingen, da det ikke er naturtro modeller. Desuden skal eleverne overføre det, de ved fra virkeligheden, til en model de konstruerer.

En anden måde, dine elever kan arbejde med modeller og modellering på er fx ved at arbejde med, at de skal løse et problem. Problemet kan fx være, at landbruget har brug for selvkørende såmaskiner, da landbrugerne ikke har nok arbejdskraft.

Eleverne kan derfor arbejde med at konstruere et bud på en løsning. Det kan de gøre ved at:

- Bruge verbale modeller til at forklare hinanden, hvordan de vil designe en løsning på en såmaskine,
- derefter skal de tegne modellen (illustrationsmodel)
- og tilslut skal de konstruere

en maskine i Lego Spike og programmere den (fysik og symbolmodeller).

Eleverne arbejder i dette forløb med 4 forskellige modeltyper, hvor der er fokus på at designe egne modeller.

Eksempler på, hvordan du kan arbejde med modelleringskompetencen i udskolingen

I biologi kan dine elever arbejde med det lille og store kredsløb.

- De tegner først modeller af kredsløbene (illustrationsmodel),
- derefter kan de fx udføre en undersøgelse med deres max puls.
- Tilslut skal eleverne revidere deres model, så der kom flere informationer på modellen. Samt at de skal forklare deres undersøgelse vha. af deres model, dvs. hvordan fungerer kredsløbene.
- Eleverne kan undervejs også undersøge kredsløbene vha. animationer (animationsmodel).



I dette undervisningsforløb arbejder eleverne med at diskutere styrker og svagheder ved deres model, reviderer deres model ud fra egen undersøgelse, samt at kunne forklare komplekse sammenhænge vha. en model.

Eleverne arbejder derfor med at anvende og vurdere deres model.

Dine elever kan i fysik/kemi arbejde med det periodiske system,

- forstå modellen for det periodiske systemet, samt hvilke informationer der er om hvert enkelt grundstof (illustrationsmodel).
- For at forstå et grundstofs opbygning, kan eleverne arbejde med forskellige konkrete modeller og animationsmodeller (fysiske og animationsmodeller), samt tegne deres egen model (illustrationsmodel)
- og designe en model i Lego (fysisk model).

Her arbejder eleverne med at kunne anvende modeller, som kan forklare komplekse fænomener, samt vurdere forskellige modellers styrker og svagheder.

I geografi kan dine elever arbejde med forskellige problemstillinger om Afrika, en problemstilling kan være:

Hvorfor er der fødevarer mangel i nogle lande i Afrika?

- Dine elever kan starte med at undersøge, hvilke viden de kan få om Afrika ang. dyrkning af fødevarer fx klimazoner, nedbør, jordtype, floder, befolkningspyramider mm vha. et atlas, her benyttes forskellige illustrationsmodeller.
- Derefter kan eleverne arbejde med en globus, som giver dem en 3D forståelse af, hvor Afrika er placeret på jordkloden, størrelsen af Afrika, hvor mange forskellige breddegrader landene i Afrika er fordelt over mm. (fysisk model).
- Eleverne kan også arbejde med en konkret model over vandets kredsløb, så de får en forståelse for kredsløbet og hvad det har af betydning for en landbrugsproduktion (fysisk model).

Eleverne arbejder med illustrations- og fysiske modeller, og alle modellerne kan noget forskelligt. Det betyder også, at eleverne kan have

fokus på styrker og svagheder ved de givne modeller.

Modelleringskompetence og den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi

I forhold til modelleringskompetencen bliver dine elever til den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi vurderet på baggrund af følgende vurderingskriterier:

- Dine elever kan begrunde valg af model.
- Dine elever kan designe, udføre og drage konklusioner af naturfaglige undersøgelser i sammenhæng med relevante modeller.
- Dine elever kan anvende, vurdere og udvikle modeller i sammenhæng med undersøgelser.

Ved at du arbejder kontinuerligt med at anvende modeller fra naturtro til abstrakte modeller, vurdere modellers styrker og svagheder, designe modeller samt re-designe modeller ud fra viden bl.a. opnået fra undersøgelser fra 1. klasse til og med 9. klasse, vil du kunne støtte eleverne i at udvikle deres modelleringskompetence. 🌱

Danmarks Naturfagslærerforening tilbyder udover fagbladet STEM:

Arrangementer:

Foreningen arrangerer studieture, virksomhedsbesøg og foredrag med fagligt indhold. De seneste år har foreningen besøgt f.eks:

CERN, ITER, DTU, NBI, Terma, Copenhagen Suborbitals, Svalbard, Tromsø, Japan, Chernobyl, Oskarshamn, Seaborg og mange flere...

Samarbejdspartnere:

Foreningen har indgået aftaler med en række museer og virksomheder, der tilbyder vores medlemmer forskellige fordele:

Danmarks Tekniske Museum
Energimuseet
Steno Museet
Observatoriet i Brorfelde
Planetarium
Universe Science Park
skolebutik.dk

scandidact.dk
klasserumsspil.dk
podconsultsbutik.dk
forlagetkrabat.dk
ST Skoleinventar
Kidsprint
SmartSteps2Learn.dk

Se hvad vores samarbejdspartnere tilbyder og tilmeld dig vores aktuelle studieture, virksomhedsbesøg og foredrag på **www.fysik-kemi.dk**