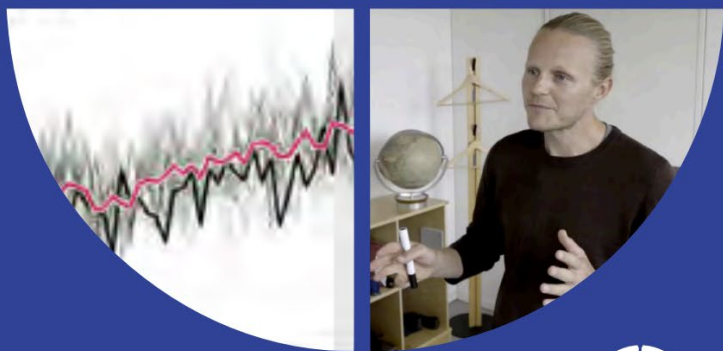


TRÆK VIRKSOMHEDERNE IND I UNDERVISNINGEN

Matematikken bag DMIs klimamodeller



UNDERVISNINGS OG PROJEKTMATERIALER TIL FILMEN
BJØRN GRØN (RED.), MADS PETER STEENSTRUP,
PER ROSENQUIST OG MADS LETH



Med
matematik
på
arbejde

DMI

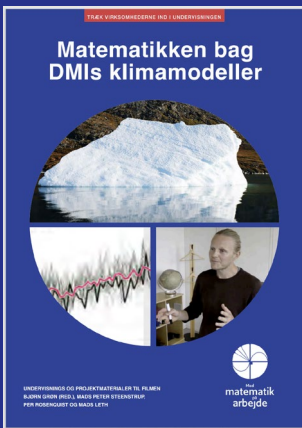
Bjørn Grøn og Mikkel Rønne

Træk virksomhederne ind i undervisningen
Oktober 2023



matematik
i arbejde

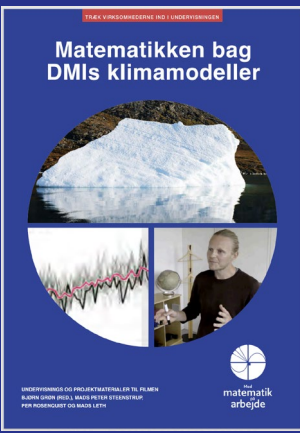
Kommenteret indholdsfortegnelse



Indholdsfortegnelse DMI

- 1. Klimaforandringer – kvalitativt i fem punkter8**
(5 små artikler om klimaforandringernes 5 punkter)
video: 4.43 **Bemærk: ekstramaterialer, links 1-8**
- 2. Statistiske værktøjer – middeltal og median, kvartilsæt og boksplot11**
(Statistiske deskriptorer ud fra filmens ex - klimaatlas m lokalt fokus (Svendborg))
video: 7.37-10.47, 15.04-16.28 **Bemærk: ekstramaterialer, link 10 og 12**
- 3. Usikkerhed - Kan vi stole på tallene? Om percentiler og spredningsmål.19**
(Introd. af percentiler, boksplot, spredningsmål - om DMI's og de 57 andre modeller)
video: 13.20-16.28 **Bemærk: ekstramaterialer, link 10 og 12**
- 4. Klimaforandringerne - numerisk og grafisk.....29**
(Arbejde med excelarkene over de 57 modeller, fremstille tidsseriegrafer)
video: 16.28-18.08 **Bemærk: ekstramaterialer, link 13 og 14**
- 5. Jordens middeltemperatur og energiregnskab35**
(Symbolhåndtering, energibalance og drivhuseffekt - forslag til øvelser og projekter)
video: 18.08-23.31 **afsnit 5.1 og 5.2 – som elevprojekt**
- 6. Isen og havniveauet44**
(Symbolhåndtering, hvis indlandsisen smelter - forslag til øvelser og projekter)
video: 27.08-29.20 (Istjenesten), 30.40-34.15 (**Bemærk: link 16 og 17**)
video: 30.17-30.40 (**Ændringer i Jordens tyngdefelt og vandets fordeling på kloden**)
- 7. Vejr, vejrsystemer og klimaet58**
(Beregninger på lufthavets fysik - de globale vejr- og havsystemer)
afsnit 7.1: Opdrift
- 8. Opstilling af klimamodeller – vi eksperimenterer69**
(En en-dimensional model med 5 kasser, regning på idealgaslign, eksp i regneark)
video: 34.20-37.00 **Bemærk: ekstramaterialer, link 19**
afsnit 8.2, Eigil Kaas artikel, SRP
- 9. Opstilling af en klimamodel med anvendelse af Navier Stokes 84**
(Newtons klassiske mekanik på en væskepartikel, coriolis, centrifugal og viskositet)
video: 37.01-39.00 **Oplæg til SRP-muligheder**
- 10. Numeriske metoder til løsning af differentialligninger106**
(Eulers metode, fjerde ordens Runge Kutta)
video: 34.20-37.00 **Bemærk: ekstramaterialer, link 23**

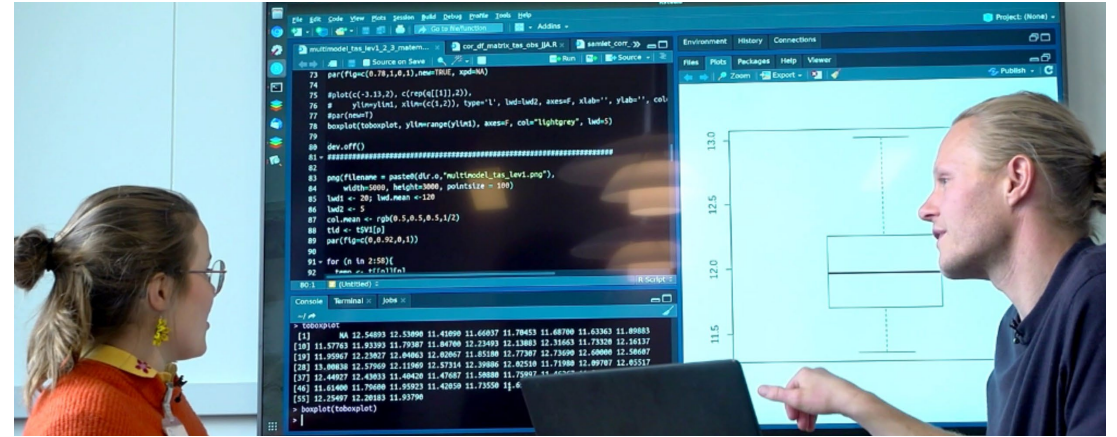




Ideer til forløb og aktiviteter på B-niveau

B1) En rejse gennem klimaatlas - fra DK til egen kommune ([link 12](#))

	A	B	C	D	År										
					Reference (1981-2010)	Start århundrede (2011-2040)			Midt århundrede (2041-2070)			Slut århundrede (2071-2100)			
						Median	Nedre: 10-percentil	Øvre: 90-percentil	Median	Nedre: 10-percentil	Øvre: 90-percentil		Median		
1															
2	Danmark				Enhed										
3															
48	10-årshændelse døgnedbør	Mellem CO2-niveau (RCP4.5)	Absolute	mm/døgn	56,14	58,81	52,85	67,60	61,07	54,74	69,49	62,41			
49			Ændring	%		5,49	-6,66	18,53	8,45	-1,39	23,81	10,39			
50		Højt CO2-niveau (RCP8.5)	Absolute	mm/døgn	56,14	59,99	53,96	67,21	62,48	55,43	70,75	67,48			
51			Ændring	%		6,85	-2,70	18,84	10,67	-0,55	25,83	20,16			
52	100-årshændelse døgnedbør	Mellem CO2-niveau (RCP4.5)	Absolute	mm/døgn	86,48	90,47	79,10	112,97	94,60	81,52	115,40	97,66			
53			Ændring	%		6,28	-11,32	27,35	10,10	-5,23	33,45	13,43			
54		Højt CO2-niveau (RCP8.5)	Absolute	mm/døgn	86,48	95,06	78,87	110,90	98,11	80,79	120,06	107,49			
55			Ændring	%		9,10	-6,49	26,64	13,08	-5,22	37,87	24,29			
56	Gennemsnits-temperatur	Mellem CO2-niveau (RCP4.5)	Absolute	°C	8,40	9,24	8,62	9,70	9,92	9,36	10,43	10,37			
57			Ændring	°C		0,79	0,15	1,52	1,50	0,83	2,19	1,94			
58		Højt CO2-niveau (RCP8.5)	Absolute	°C	8,40	9,39	9,25	9,54	10,51	10,07	10,87	12,02			
59			Ændring	°C		0,99	0,54	1,33	2,14	1,52	2,64	3,57			



- Eleverne går på opdagelse – styres gennem opgaver de skal løse undervejs (anvend fx øvelser fra kap 2 og 3)
- **Målsætning:** Træne / lære begreber og metoder i den deskriptive statistik

B2) Hvor kommer tallene fra i klimaatlas? Introduktion af de 57 klimamodeller ([link 10](#))

- Boksplot, kvartiler, percentiler. Middeltal og median.



Ideer til forløb og aktiviteter på B-niveau

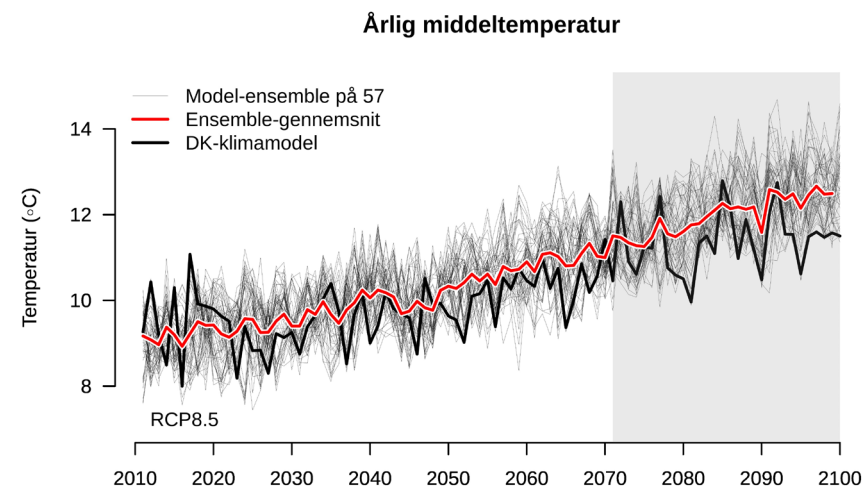
B3) Klimamodeller for middeltemperatur

– Ark 14 med de 57 modeller

Eleverne går på opdagelse – det styres gennem opgaver de skal løse undervejs
(anvend fx øvelser fra kap 2 og 3)

- **Målsætning:** Grafisk præsentation - tidsseriegrafer

At kunne lægge data fra excelfiler ind i deres værktøjsprogram

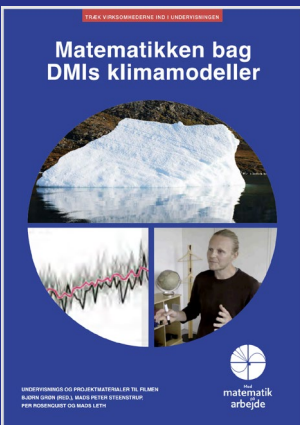


B4) Klimamodeller for nedbør

- Ark 13 med de 57 modeller

Eleverne går på opdagelse – det styres gennem opgaver

- **Målsætning:** Grafisk præsentation - tidsseriegrafer



Ideer til forløb og aktiviteter på B-og A-niveau

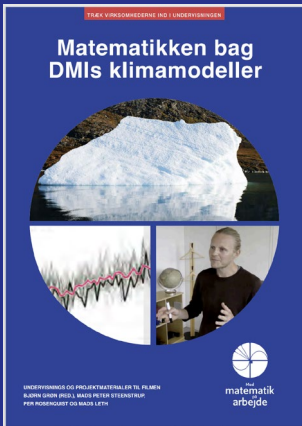
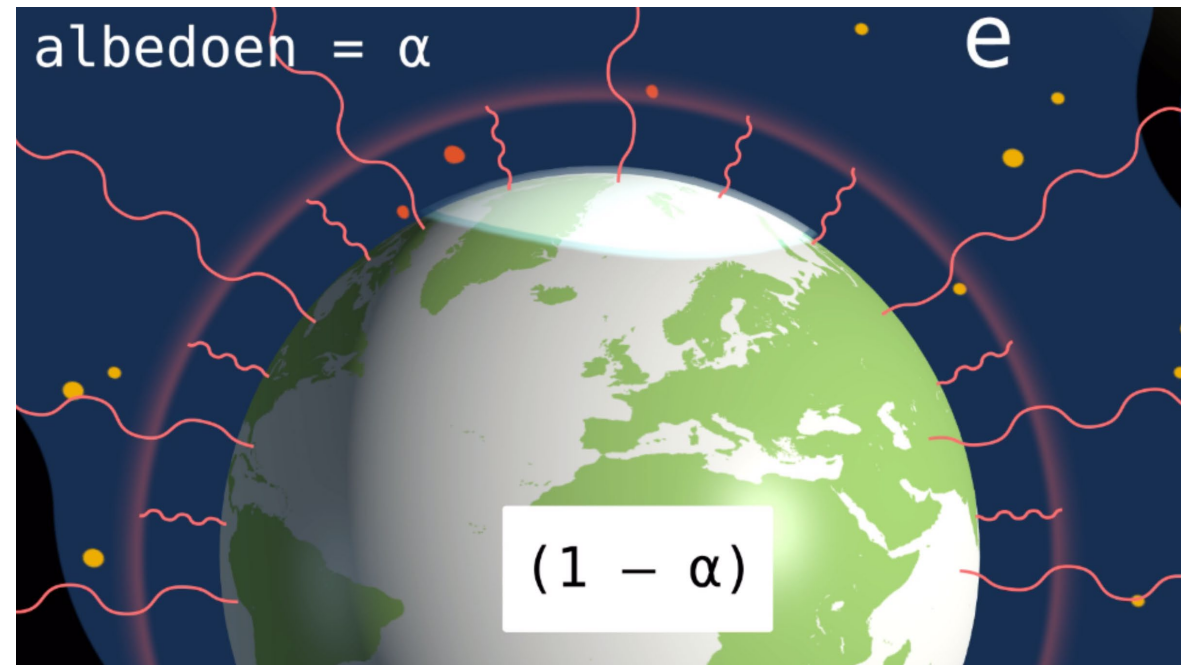
BA1) Modellering af Jordens energibalance og beregning af Jordens middeltemperatur

Gennemfør dette som et lille projekt, hvor eleverne selv arbejder kap 5, s 36-40 igennem

- med henblik på dels at forstå **modellen**, som gennemgås i rimelig detalje i filmen, og

- med henblik på at forstå **udregningen**, der er præsenteret i en vis detalje på s. 40.

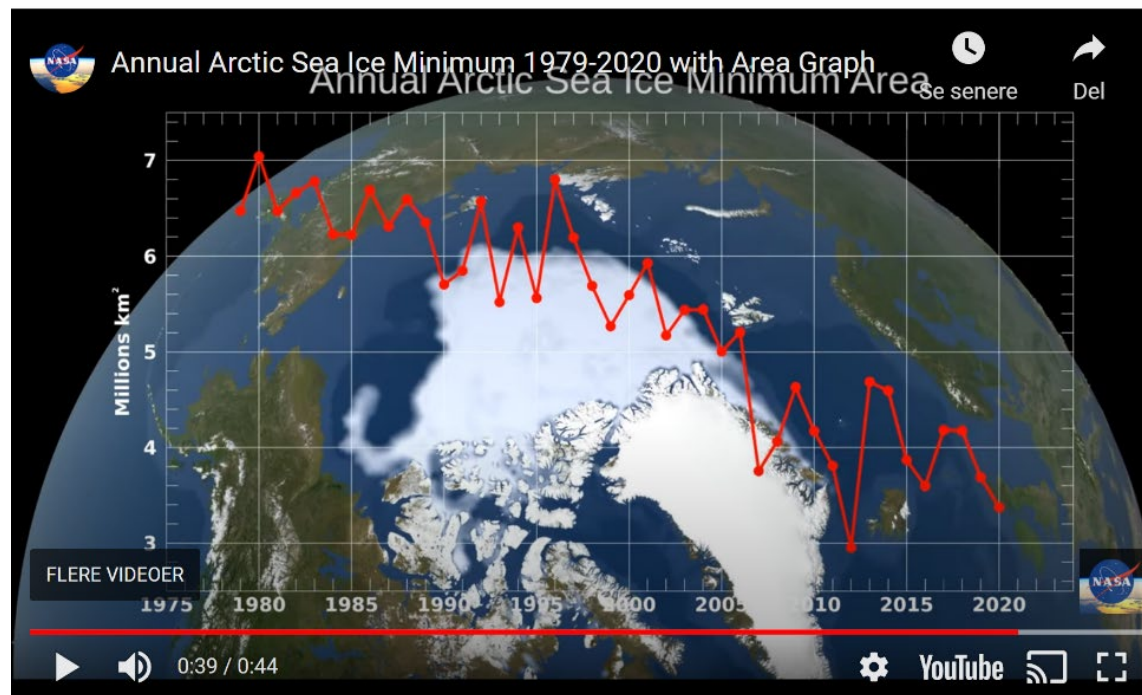
Et samarbejde med fysik, Naturgeo,
NV... kunne udbygge projektarbejdet
Med øvelser, jfr s 41ff



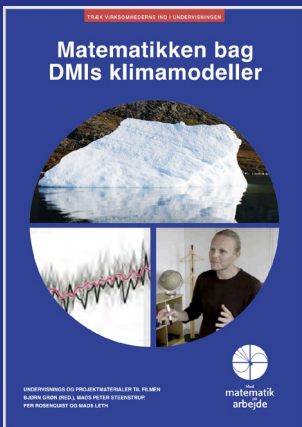
Ideer til forløb og aktiviteter på B- og A-niveau

BA2) Hvad sker der når is smelter?

- Man kan måske starte med at lave forsøg, jfr ekstramaterialet fra KU - [link 17](#)
- Man kan gennemføre en gennemsnitsberegning, som i afsnit 6.1
- Man kan undersøge vands varmeudvidelse, se afsnit 6.4



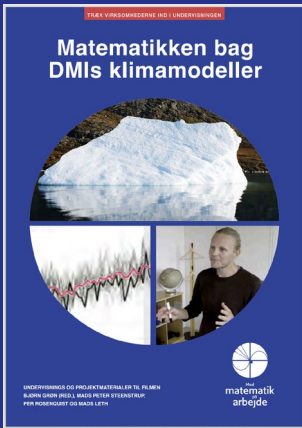
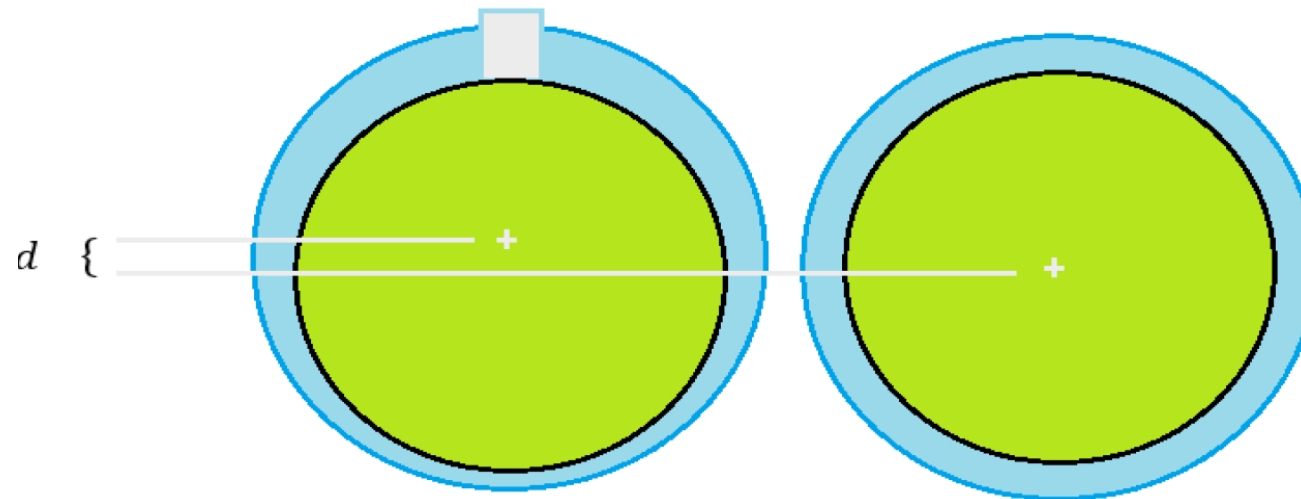
[Video: Annual Arctic sea ice minimum 1979-2020 with area graph – Climate Change: Vital Signs of the Planet \(nasa.gov\)](#)



Ideer til forløb og aktiviteter på A-niveau

A1) Afsmeltning og gravitations-effekten – hvor løber vandet hen?

- Præsenter problemet
- afsnit 6.3 model 1, hvor der regnes på massemidtpunkter – er måske muligt på B
- afsnit 6.2 hvor der regnes på Newtons gravitationsformel og anvendes approksimationer er på et ret højt niveau og er måske især egnet som SRP-oplæg
- afsnit 6.3, model 2, hvor der anvendes integralregning er på et ret højt niveau, men måske mulig i en mat-fys klasse



Ideer til forløb og aktiviteter på A-niveau

A2) Opstilling og håndtering af klimamodeller

- I kap 8 opstilles de nødvendige ligninger ud fra idealgasligningen
- modellen lægges ind i et excelark, og der eksperimenteres s 72-74

SRP-materialer

- i Kap 9 introduceres coriolis, centrifugalkraften og viskositeten – kan dette danne grundlag for en kvalitativ indføring i fænomenerne?
- Kap 9 henvender sig nok *mest til SRP-situationer* med opstilling og løsning af Navier Stokes differentialligninger



$$\rho \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = -\nabla \vec{P} + \rho \cdot \vec{g} + \mu \cdot \nabla^2 \vec{v} + C$$

trykgradienten
tyngdekraften
viskositeten
coriolis-kraften

