

Sygdomsmodellering

Et indblik i hvordan matematik bruges i epidemiologi-forskningen.

Rasmus Kristoffer Pedersen

Postdoc / "Wissenschaftlicher Mitarbeiter"
Institute for Epidemiology and Social Medicine
Münster Universität, Tyskland
Arbejdsemail: rasmus.p@uni-muenster.de
Privatemail: mail@rasmuspedersen.com

Fælles SCIENCE-konference, 21. November, 2025



Hvem er jeg?

- ▶ Bachelor og kandidat i Matematik og Fysik fra Roskilde Universitet
Kortvarigt ansat i et barselsvikariat som matematiklærer på Roskilde Gymnasium
- ▶ Ph.D. i matematisk modellering af biologiske systemer, Roskilde Universitet
- ▶ Postdoc i "PandemiX" forskningscenteret under COVID-19 pandemien
Analyse af daglig/ugentlig data, samarbejde med Lone Simonsen og Viggo Andreassen, artikler til Videnskab.dk, modellering, og en masse andet...
- ▶ I dag postdoc på Münster Universitet, Tyskland.
Tværfagligt samarbejde med "klassisk" epidemiologi, modellering



Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

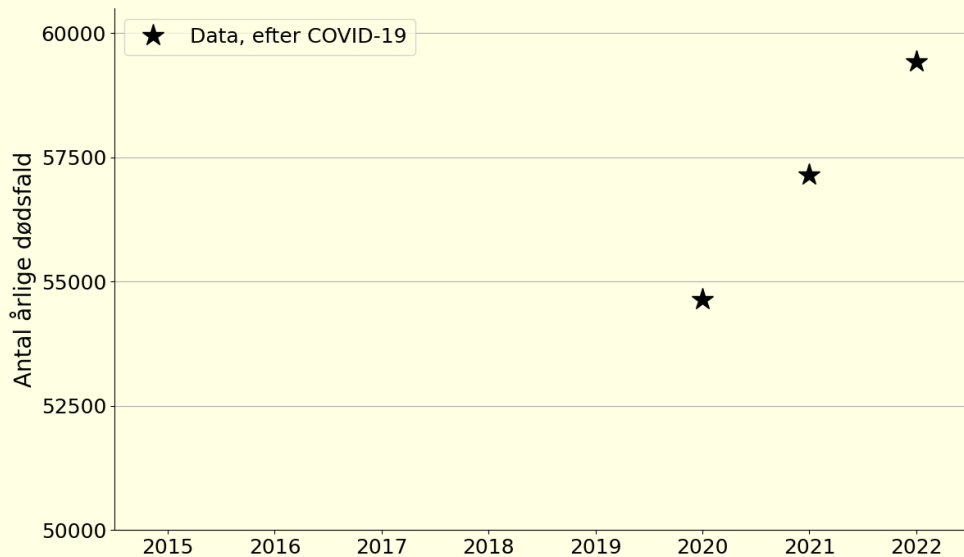
Links og data

- ▶ To eksempler på vigtige diskussioner fra COVID-19 pandemien hvor simple matematiske overvejelser hjalp
 - ▶ Beregninger af overdødelighed under pandemien
 - ▶ Brugen af antigenest
- ▶ Matematiske modeller af sygdomsspredning
 - ▶ SIR-modellen og dens udvidelser
 - ▶ Lidt eksempler fra forskningsliteraturen

Overdødelighed

Simple beregninger med stor betydning

Årlige dødsfald i Danmark



Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

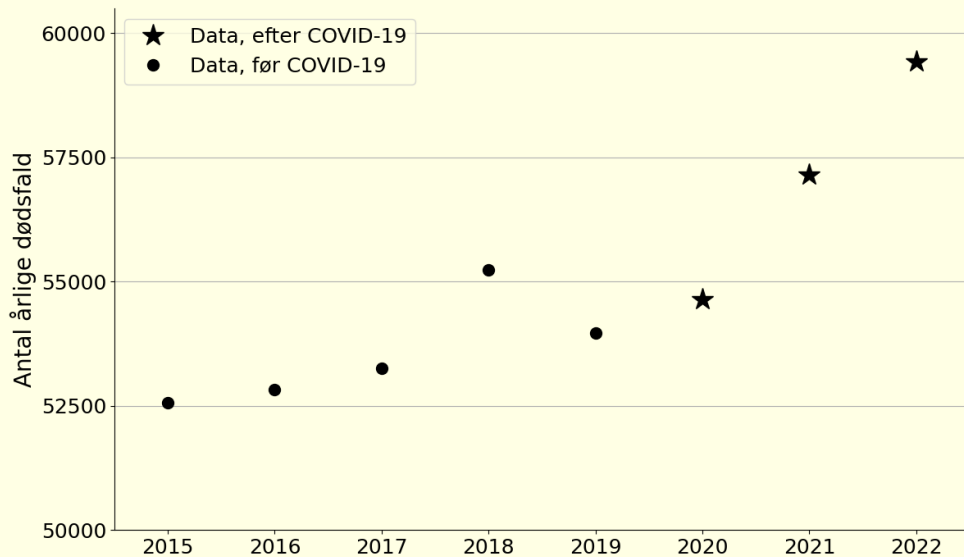
Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Årlige dødsfald i Danmark



Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

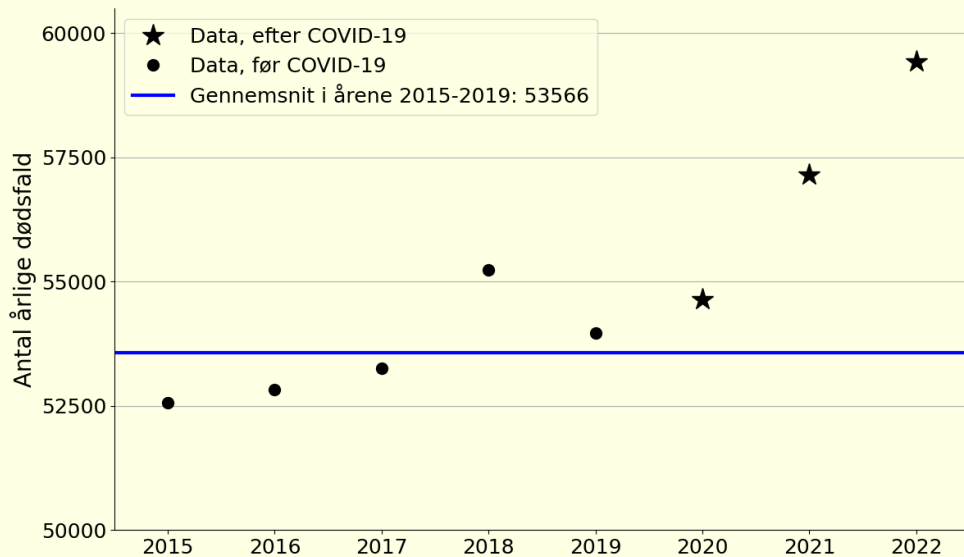
Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

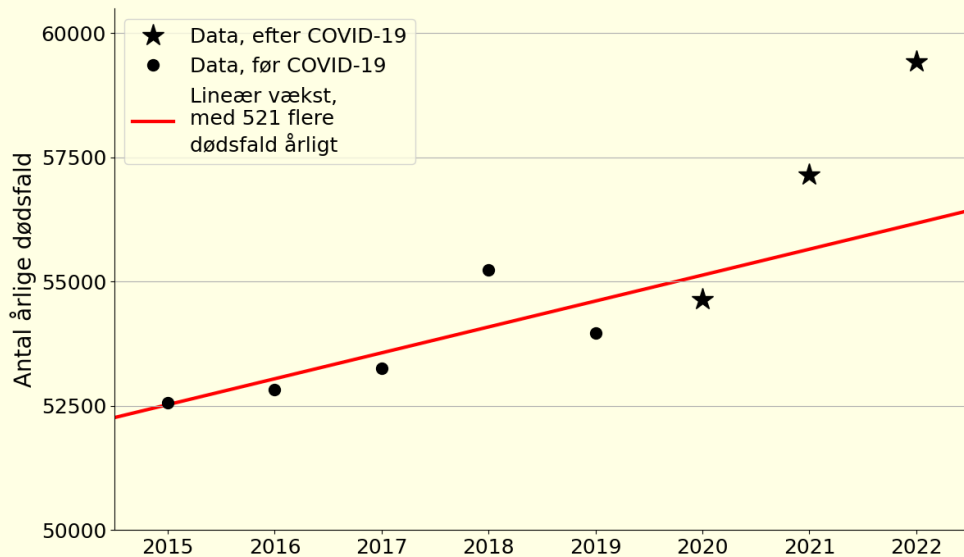
Opsummering

Links og data

Årlige dødsfald i Danmark



Årlige dødsfald i Danmark



Årlige dødsfald i Danmark

Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

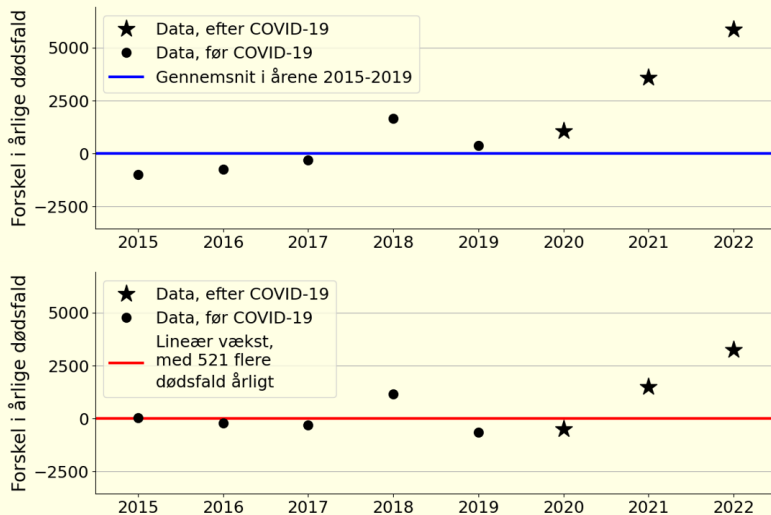
Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

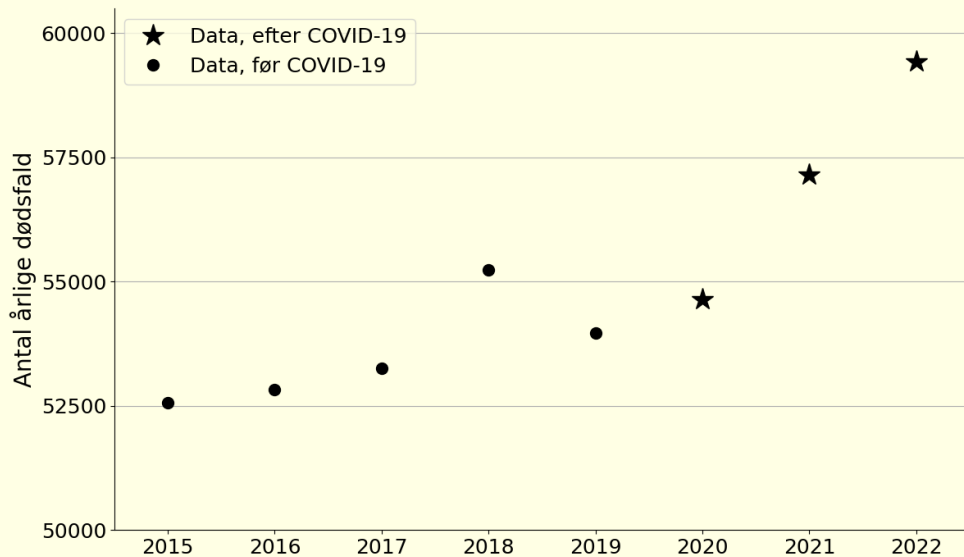
Afrunding

Opsummering

Links og data



Årlige dødsfald i Danmark



Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

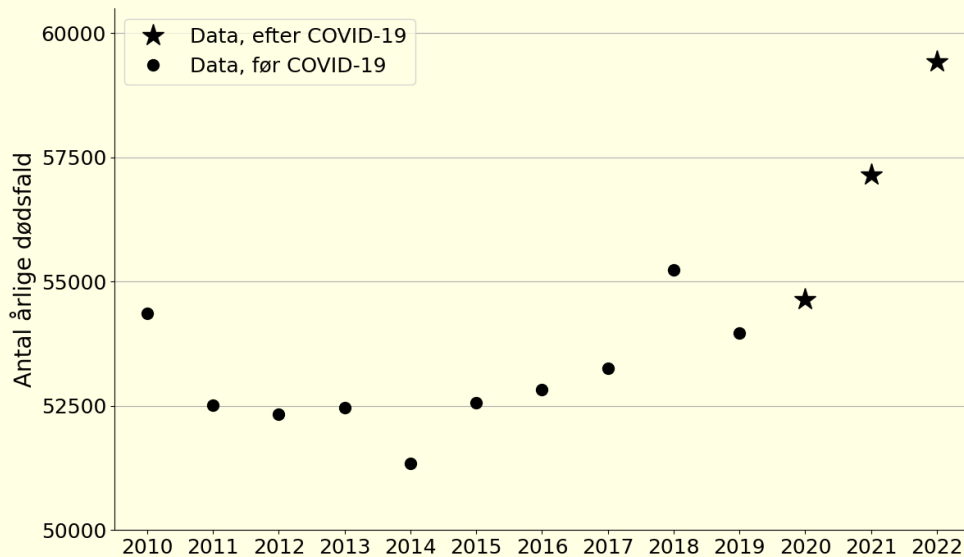
Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Årlige dødsfald i Danmark



Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type

modeller

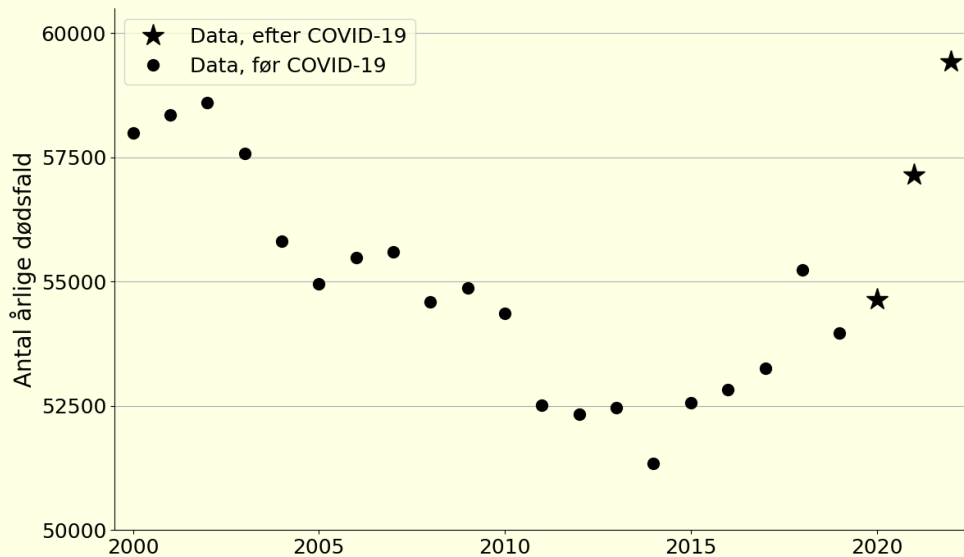
Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Årlige dødsfald i Danmark



Aldersspecifikke dødsfald

Sygdoms-
modeller

RK Pedersen

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

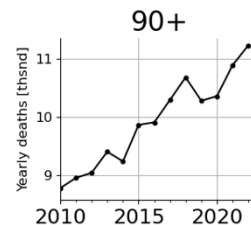
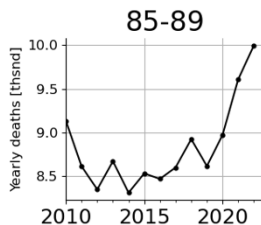
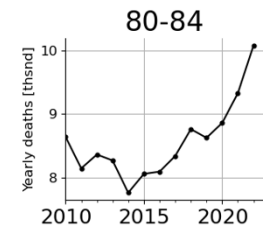
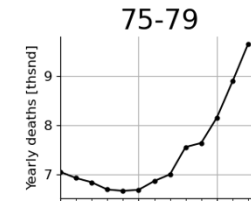
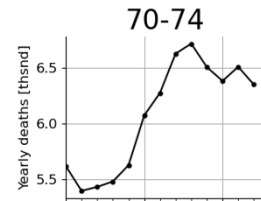
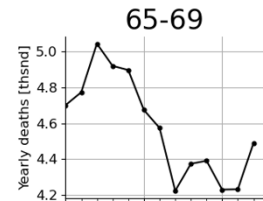
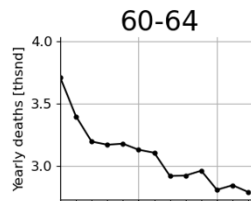
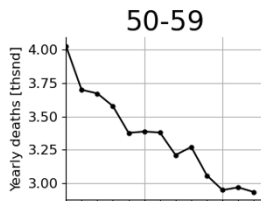
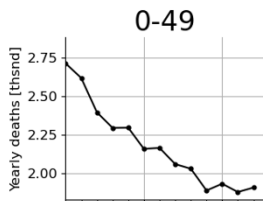
Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data



Aldersspecifikke dødsfald

Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

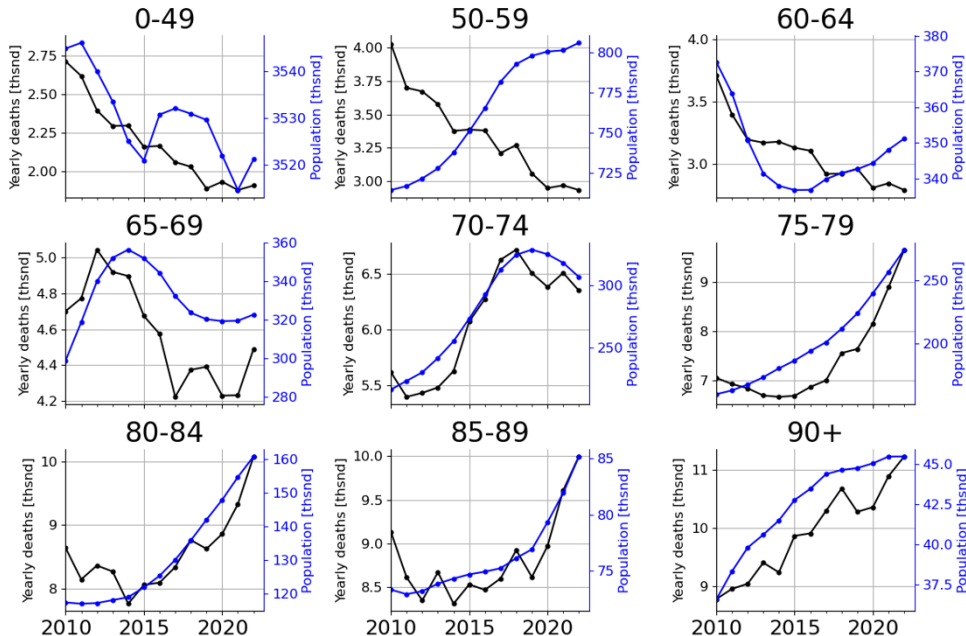
Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

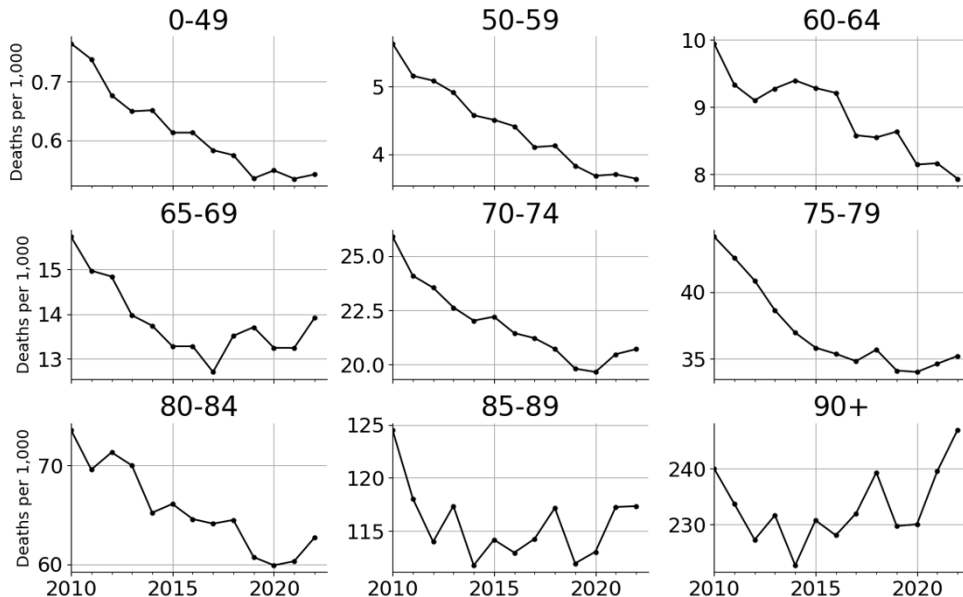
Afrunding

Opsummering

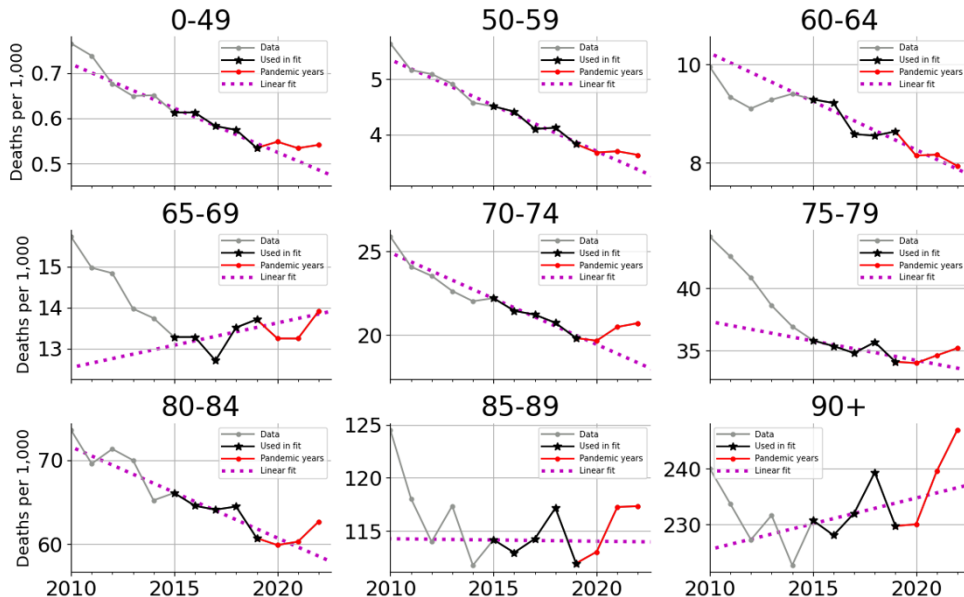
Links og data



Yearly deaths per capita



Yearly deaths per capita



Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

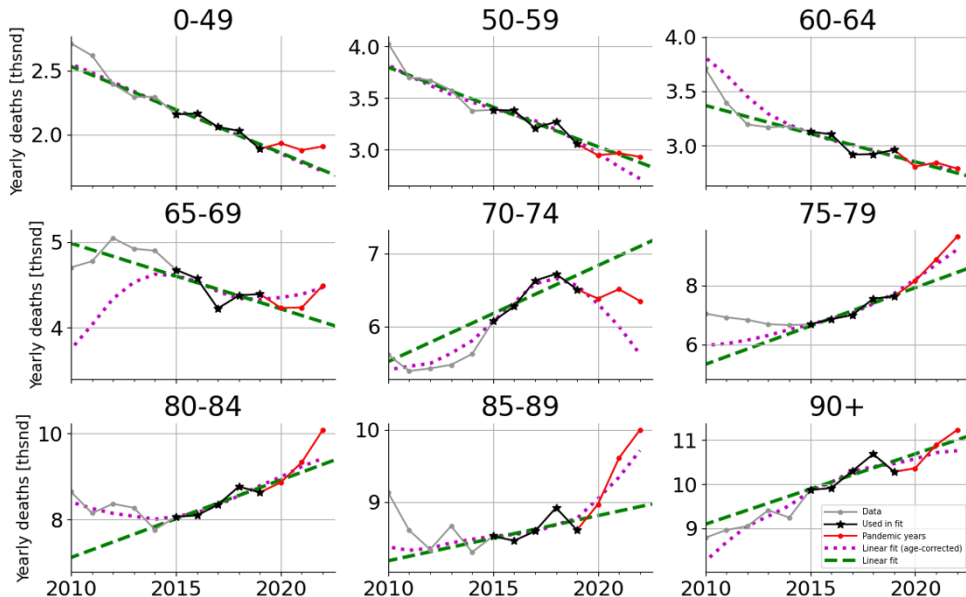
Links og data

Aldersspecifikke dødsfald

Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Yearly deaths



Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

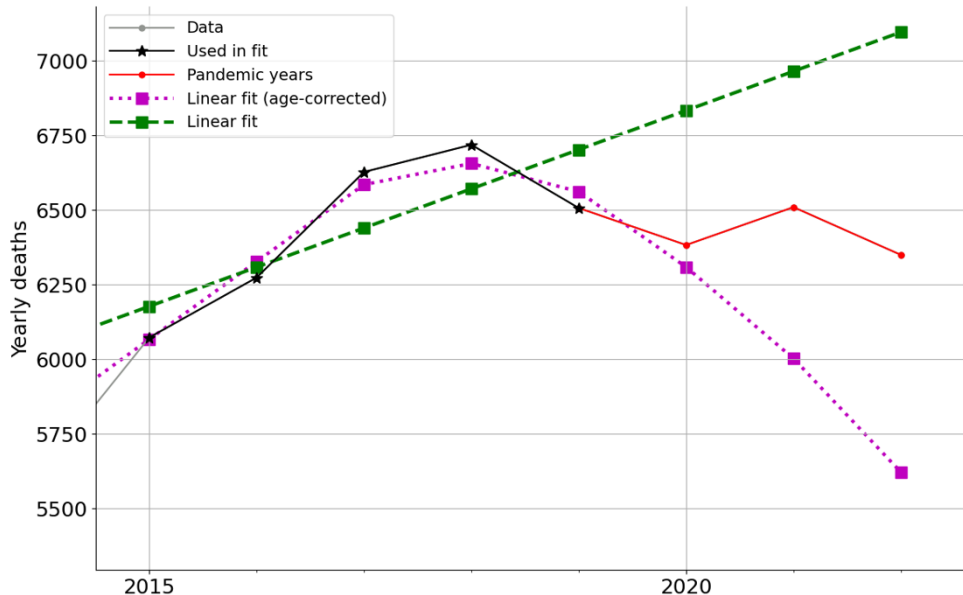
Afrunding

Opsummering

Links og data

Universität
Münster

Agegroup 70-74



Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

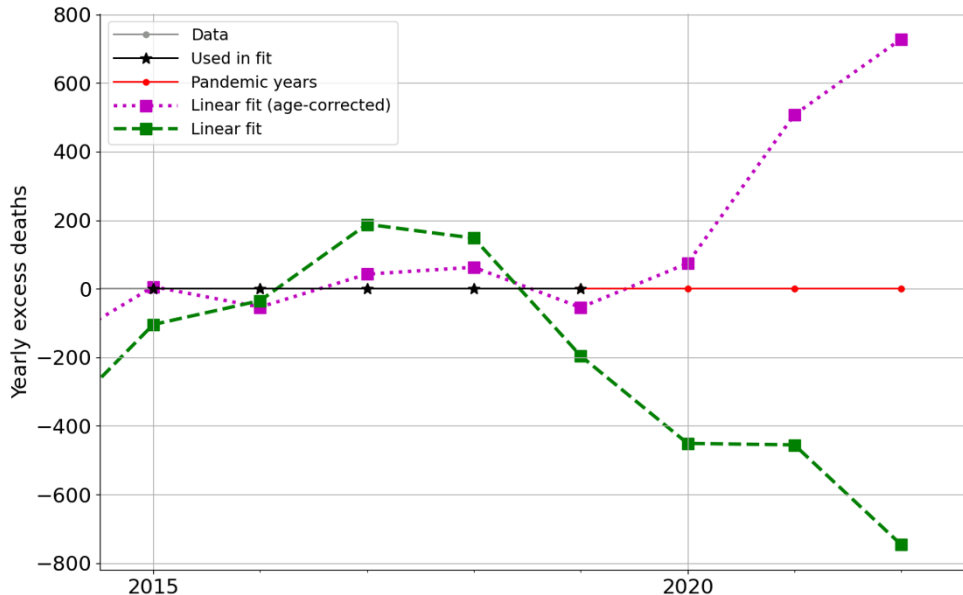
Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Agegroup 70-74



Introduktion

Overdødelighed

[Årlige dødsfald](#)

Aldersspecifikt

[Hvorfor overdødelighed?](#)

COVID-test

[Pandemi-overblik](#)

[COVID-19 test i Danmark](#)

[Antigentest](#)

[Data](#)

Sygdomsspredning

[Konceptet bag SIR](#)

[SIR](#)

[Udvidelser og SIR-type modeller](#)

[Yderligere eksempler fra litteraturen](#)

Afrunding

[Opsummering](#)

[Links og data](#)

Overdødelighed versus bekræftede dødsfald

Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

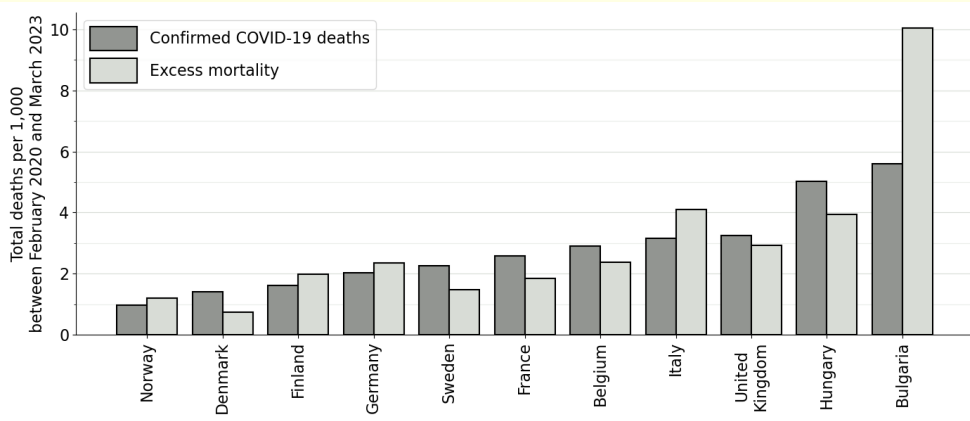
Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

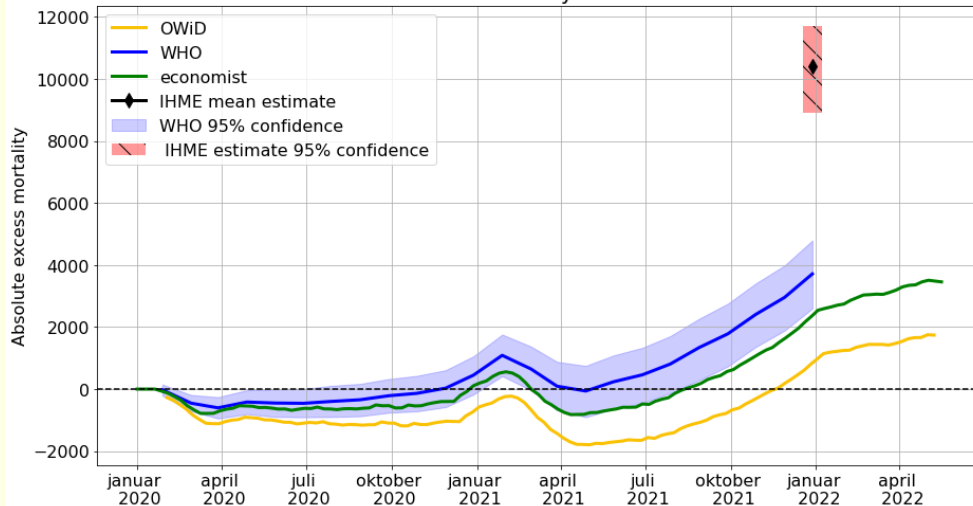
Opsummering

Links og data



Forskellige måder at beregne overdødelighed på

Denmark
Cumulative excess mortality from different sources



Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

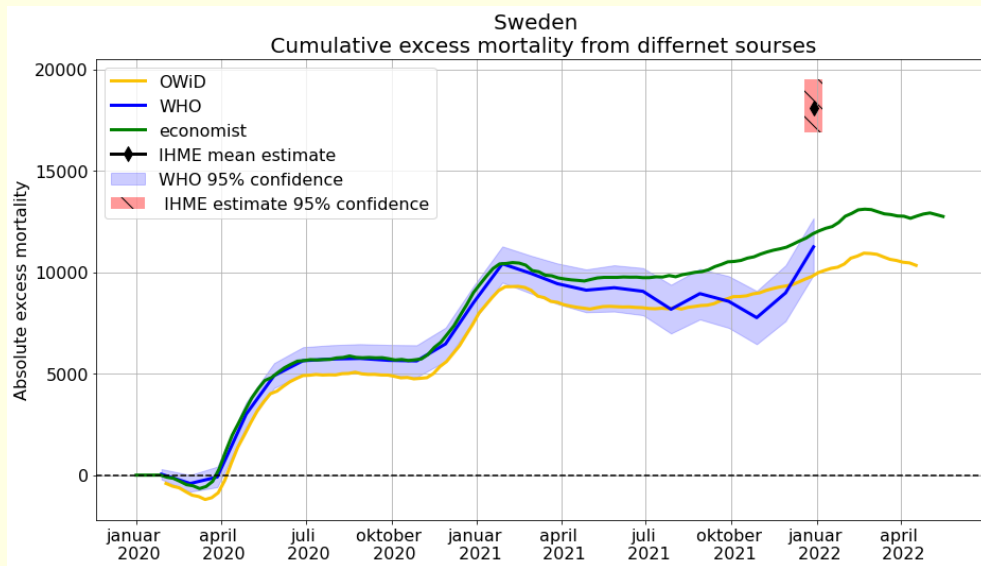
Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Forskellige måder at beregne overdødelighed på



Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
litteraturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Debat om overdødelighed

Berlingske

KRONIKER 8. juli 2022 kl. 12:00

Professor og virolog om dødstal under corona: Danmark og Sverige har »klaret sig fuldstændig ens« – trods vidt forskellige strategier

Der er ikke en overdødelighed i Sverige sammenlignet med Danmark under hele pandemien varighed. Det er svært at konkludere andet, end at nedlukningerne og restriktionerne over denne periode ikke har reddet nogen liv i Danmark sammenlignet med Sverige.

KRONIK AF

LONE SIMONSEN VIGGO ANDREASEN MARTIN JUHL LASSE SKAFTE VESTERGAARD
Lone Simonsen og Viggo Andreasen er spædbørn ved Fødestik-centret på Roskilde Universitet. Martin Juhl er ph.d.-kandidat i Farmaceutisk Medicin, Senior Director i Lægemiddeludvikling hos GlaxoSmithKline. Lasse Skafte Vestergaard er uddannelsesleder, infektionsspecialist og forebyggelsesleder på SSI, koordinator for EuroMeds.

Kritikere af nedlukningen turnerer nu i medierne med påstanden om, at nedlukningen under coronakrisen var en fejl. Det er ikke rigtigt. Covid-19 var en enorm trussel, og nedlukningerne var den rette vej. Danmark klarede pandemien forrygende internationalt set.

Førende danske coronaekspert farer i blækhuset for at imødegå falsk fortælling

VIDENSKAB DK

8. NOV. 2022 FORSKERNE FORTÆLLER

Hvordan skal vi beregne overdødelighed?

Har Danmark klarer det bedre end Sverige, eller har svenskerne fat i den lange ende? Vi dykker ned i de mange usikkerheder, der knytter sig til beregning af overdødelighed.



KRONIK AF MORTEN PETERSEN CHRISTIAN KANSTRUP HOLM

Morten Petersen er professor i Biologi Christian Kanstrup Holm er lektor og virolog

Der er behov for en omfattende selvansøgelse omkring pandemihåndteringen i Danmark – ikke mistænkeliggørelse af forskere, der tager debatten op.

Professor og lektor: Drop mistænkeliggørelsen af kritikerne. Coronanedlukningen reddede ikke liv i Danmark

Kurt Strand: Corona-diskussion i Deadline druknede i en kamp om tal, påstande og grafer

Tv er ikke særlig velegnet til talrige debatter om corona. Den formidlingsopgave bør journalistikken kunne klare bedre, mener Kurt Strand

Kurt Strand



Sygdomsmodellering

RK Pedersen

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type modeller

Yderligere eksempler fra litteraturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Overdødelighed i historisk epidemiologi

Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

565		1831.		Døde.			Randkion.	
No.	Fødsdagen.	Begravelsesdagen.	Den Dødes Navn og Tilnavn.	Stand, Haandtering og Opfødssted.	Alder.	Boet anført i det almindelige Jernsørettes Register.	Anmærkelinger.	
35	29. August	1. Septbr.	Louise Jørgensen	hjem i Højby	58 Aar	182. 138		
36	31. August	4. Septbr.	Hans Carlén	hjem i Højby	65 Aar	139		
37	30. August	3. Septbr.	Oluf Jensen	skolelærer i Højby	39 Aar	140		
38	3. Septbr.	7. Septbr.	Nicolai Larsen	hjem i Højby	70 Aar	141		
39	31. August	4. Septbr.	Hans Olsen	hjem i Højby	72 Aar	142		
40	1. Septbr.	6. Septbr.	Nicolai Jørgensen	hjem i Højby	66 Aar	143		
41	5. Septbr.	9. Septbr.	Oluf Hansen	skolelærer i Højby	68 Aar	144		
42	4. Septbr.	9. Septbr.	Nicolai Christensen	hjem i Højby	57 Aar	145		
43	7. Septbr.	12. Septbr.	Nicolai Larsen	hjem i Højby	81 Aar	146		
44	6. Septbr.	12. Septbr.	Jens Andersen	hjem i Højby	72 Aar	147		
45	8. Septbr.	13. Septbr.	Hans Mathiasen	hjem i Højby	72 Aar	148		
46	5. Septbr.	9. Septbr.	Lars Christoffersen	skolelærer i Højby	73 Aar	149		
47	12. Septbr.	16. Septbr.	Nicolai Mathiasen	hjem i Højby	73 Aar	150		
48	11. Septbr.	14. Septbr.	Hans Larsen	hjem i Højby	74 Aar	151		

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

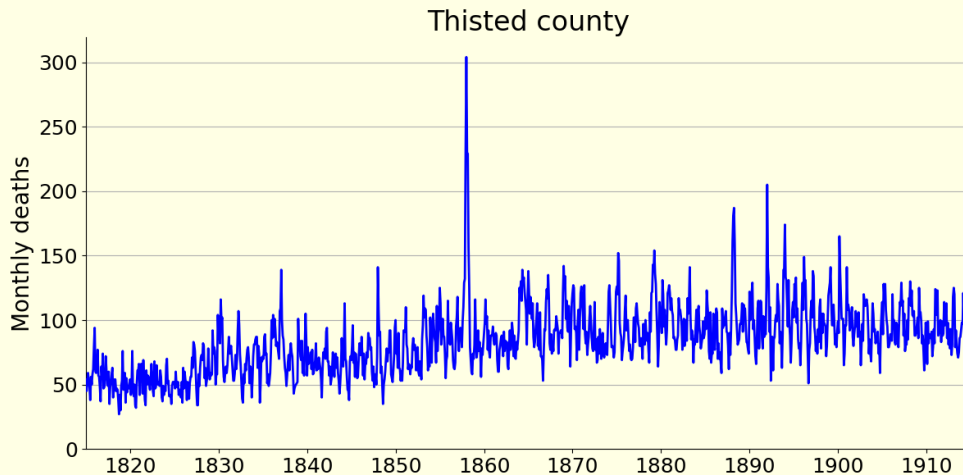
Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

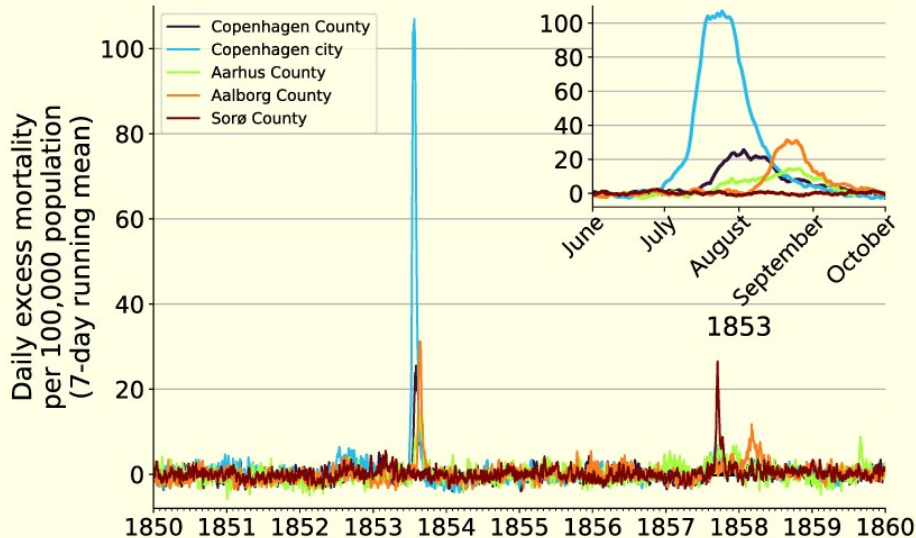
Afrunding

Opsummering

Links og data



Overdødelighed i historisk epidemiologi



<https://github.com/PandemiXcenter/SignatureFeatures19thCentury>

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

- ▶ Selv med simpel data og simple beregninger kan man ende med forskellige konklusioner.
- ▶ Tilgængelige data.
 - ▶ Danmark Statistik mortalitet: statistikbanken.dk/ → “Borgere” → “Befolkning” → “Dødsfald” → “Døde efter køn og alder”
 - ▶ International mortalitetsstatistik, Human Mortality Database: mortality.org
- ▶ Mulighed for selv at afprøve forskellige idéer:
 - ▶ Konstant, linear, eksponentiel vækst, polynomium, ...
 - ▶ Per capita, aldersopdelt, geografisk, ...
- ▶ Fortolkning kræver en god forståelse af den model man har valgt.

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Testning for COVID-19

*Millioner af podepinde og cirka lige så mange næser
- Hvad fik vi ud af det?*

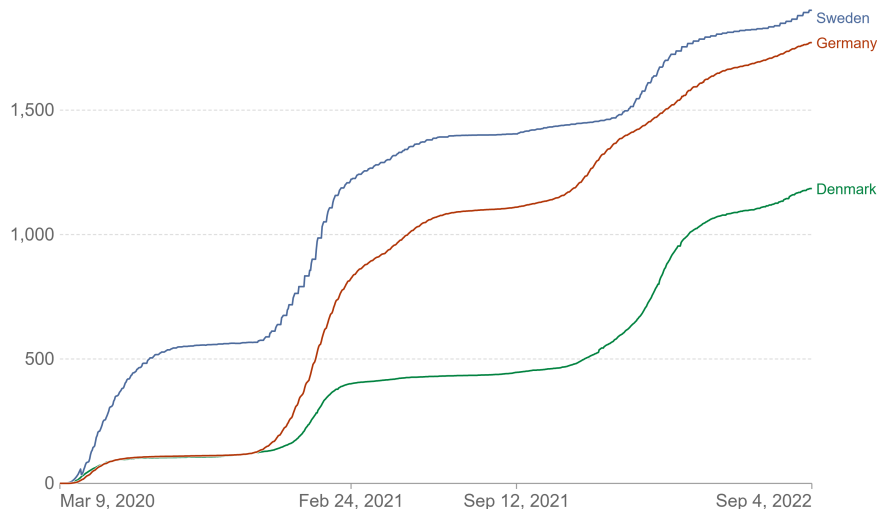
Et data-overblik over COVID-19 pandemien

Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Cumulative confirmed COVID-19 deaths per million people

Due to varying protocols and challenges in the attribution of the cause of death, the number of confirmed deaths may not accurately represent the true number of deaths caused by COVID-19.



Source: Johns Hopkins University CSSE COVID-19 Data

CC BY

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

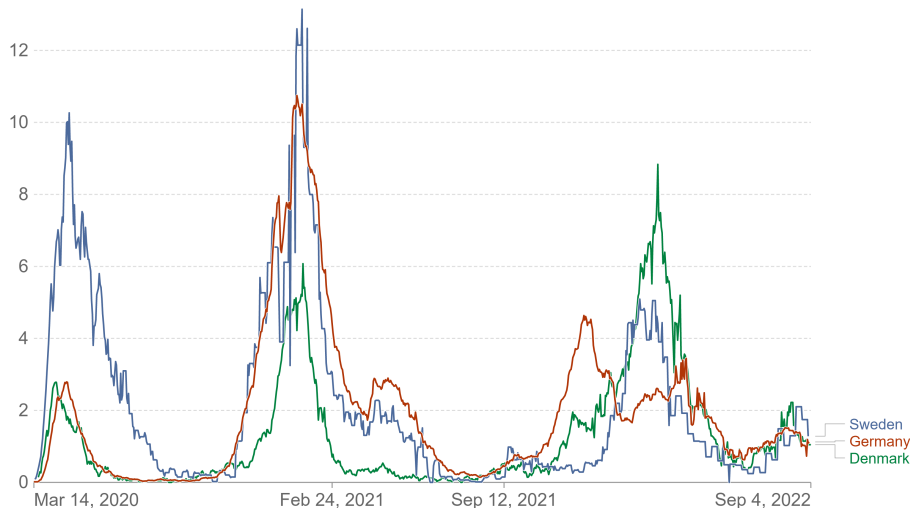
Afrunding

Opsummering

Links og data

Daily new confirmed COVID-19 deaths per million people

7-day rolling average. Due to varying protocols and challenges in the attribution of the cause of death, the number of confirmed deaths may not accurately represent the true number of deaths caused by COVID-19.



Source: Johns Hopkins University CSSE COVID-19 Data

CC BY

Introduktion

Overdødelighed

[Årlige dødsfald](#)

[Aldersspecifikt](#)

[Hvorfor overdødelighed?](#)

COVID-test

[Pandemi-overblik](#)

[COVID-19 test i Danmark](#)

[Antigentest](#)

[Data](#)

Sygdomsspredning

[Konceptet bag SIR](#)

[SIR](#)

[Udvidelser og SIR-type
modeller](#)

[Yderligere eksempler fra
literaturen](#)

Afrunding

[Opsummering](#)

[Links og data](#)

Et data-overblik over COVID-19 pandemien

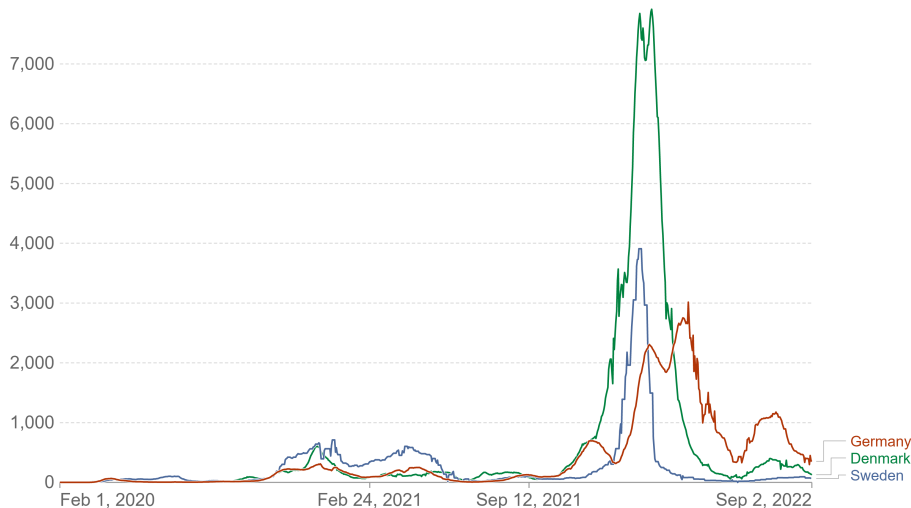
Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Daily new confirmed COVID-19 cases per million people

7-day rolling average. Due to limited testing, the number of confirmed cases is lower than the true number of infections.

Our World
in Data



Source: Johns Hopkins University CSSE COVID-19 Data

CC BY

Introduktion

Overdødelighed

[Årlige dødsfald](#)

[Aldersspecifikt](#)

[Hvorfor overdødelighed?](#)

COVID-test

[Pandemi-overblik](#)

[COVID-19 test i Danmark](#)

[Antigentest](#)

[Data](#)

Sygdomsspredning

[Konceptet bag SIR](#)

[SIR](#)

[Udvidelser og SIR-type
modeller](#)

[Yderligere eksempler fra
literaturen](#)

Afrunding

[Opsummering](#)

[Links og data](#)

Et data-overblik over COVID-19 pandemien

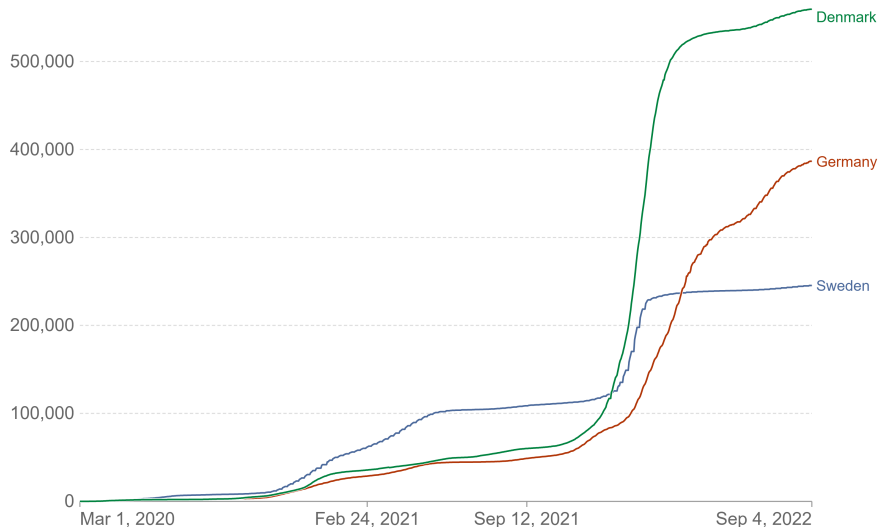
Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Cumulative confirmed COVID-19 cases per million people

Due to limited testing, the number of confirmed cases is lower than the true number of infections.

Our World
in Data



Source: Johns Hopkins University CSSE COVID-19 Data

CC BY

Introduktion

Overdødelighed

[Årlige dødsfald](#)

[Aldersspecifikt](#)

[Hvorfor overdødelighed?](#)

COVID-test

[Pandemi-overblik](#)

[COVID-19 test i Danmark](#)

[Antigentest](#)

[Data](#)

Sygdomsspredning

[Konceptet bag SIR](#)

[SIR](#)

[Udvidelser og SIR-type modeller](#)

[Yderligere eksempler fra litteraturen](#)

Afrunding

[Opsummering](#)

[Links og data](#)

Et data-overblik over COVID-19 pandemien

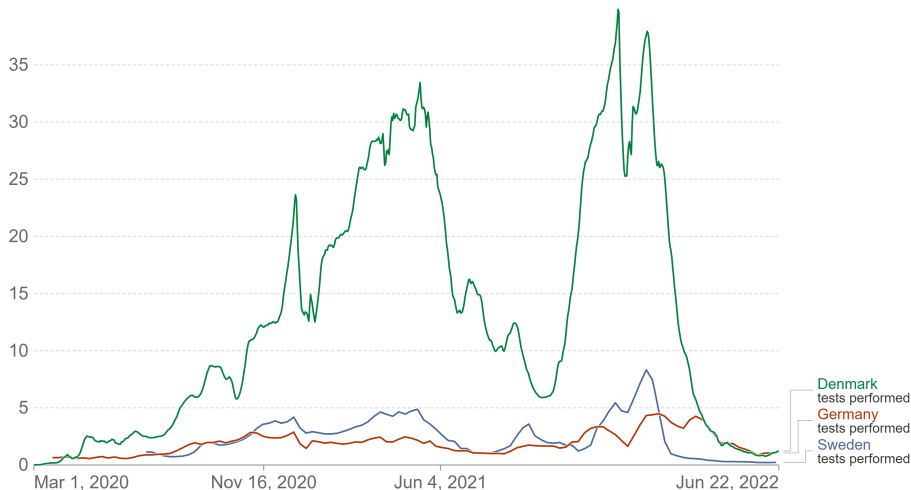
Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Daily new COVID-19 tests per 1,000 people

7-day rolling average. Comparisons across countries are affected by differences in testing policies and reporting methods.

Our World
in Data



Source: Official data collated by Our World in Data

Note: Our data on COVID-19 tests and positive rate is no longer updated since 23 June 2022.

CC BY

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

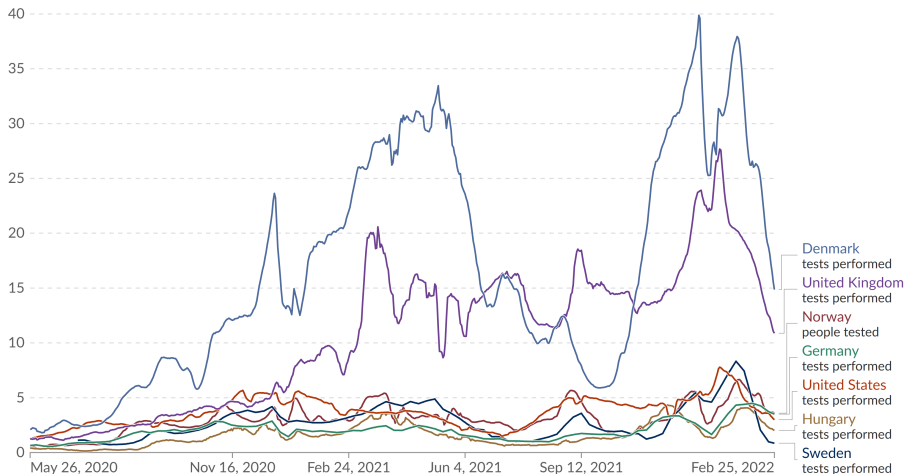
Opsummering

Links og data

Daily new COVID-19 tests per 1,000 people, May 26, 2020 to Feb 25, 2022

Our World
in Data

7-day rolling average. Comparisons across countries are affected by differences in testing policies and reporting methods.



Data source: Official data collated by Our World in Data (2022)

CC BY

Note: Our data on COVID-19 tests and positive rate is no longer updated since 23 June 2022.

Introduktion

Overdødelighed

[Årlige dødsfald](#)[Aldersspecifikt](#)[Hvorfor overdødelighed?](#)

COVID-test

[Pandemi-overblik](#)[COVID-19 test i Danmark](#)[Antigentest](#)[Data](#)

Sygdomsspredning

[Konceptet bag SIR](#)[SIR](#)[Udvidelser og SIR-type modeller](#)[Yderligere eksempler fra litteraturen](#)

Afrunding

[Opsummering](#)[Links og data](#)

Den Danske teststrategi

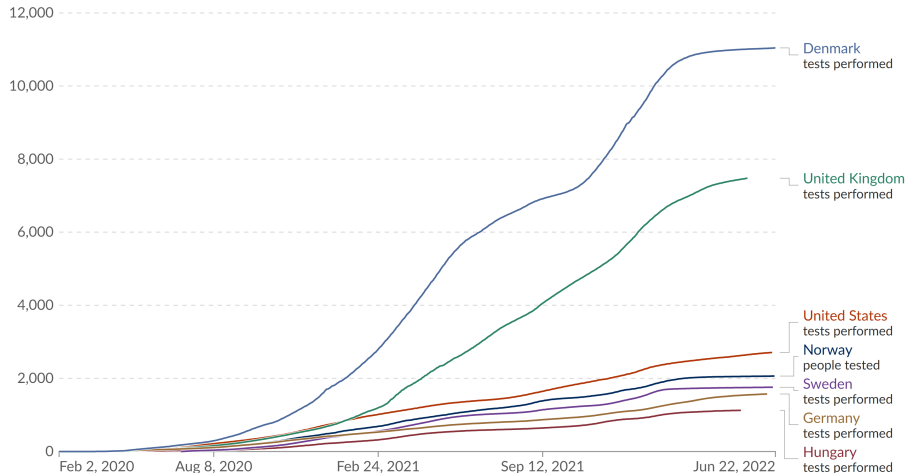
Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Cumulative COVID-19 tests per 1,000 people, Feb 2, 2020 to Jun 22, 2022

Our World
in Data

Comparisons across countries are affected by differences in testing policies and reporting methods.



Data source: Official data collated by Our World in Data (2022)

Note: Our data on COVID-19 tests and positive rate is no longer updated since 23 June 2022.

CC BY

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Universität
Münster

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Testning for COVID-19

Antigentest som et værktøj til at vurdere hvor stor en andel af befolkningen der er smittet.

Andelen af antigenetest der er positive

Dato	AG_testede	AG_pos	AGpos_PCRkonf	AGpos_PCRpos	AGposPCRneg	AGnegPCRpos	AGnegPCRneg
2021-05-12	470511	530	492	308	175	283	27921
2021-05-13	327264	400	363	209	147	189	17197
2021-05-14	360935	406	371	219	148	244	18770
2021-05-15	291820	351	305	187	115	233	18251
2021-05-16	339864	424	383	262	115	276	19940
2021-05-17	548650	505	473	283	178	414	27279
2021-05-18	437273	440	410	256	146	336	22904
2021-05-19	434007	406	365	246	111	290	25076
2021-05-20	538285	501	455	280	170	279	26776
2021-05-21	517422	424	392	217	167	246	24316
2021-05-22	292154	317	297	188	106	189	14808
2021-05-23	276986	265	251	168	80	231	17026
2021-05-24	367265	351	318	197	113	356	21091

Fra SSI's COVID-19 data:

ssi.dk/sygdomme-beredskab-og-forskning/sygdomsovervaagning/c/historiske-covid-19-opgoerelser

For PandemiX' forarbejdede datasamlinger fra SSI data, se github.com/PandemiXcenter/PandemiX

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigenetest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

► Sensitivitet

Hvis man er smittet,
hvad er sandsynligheden for at man tester positiv?
For antigen test: 55%

► Specificitet

Hvis man *ikke* er smittet,
hvad er sandsynligheden for at man tester *negativ*?
For antigen test: 99,95%

	Smittet	Rask
Positiv	55%	0,05%
Negativ	45%	99,95%

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

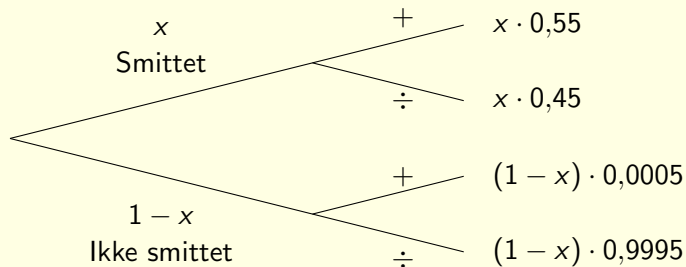
Opsummering

Links og data

Antigentest til screening af befolkningen

	Smittet	Rask
Positiv	55%	0,05%
Negativ	45%	99,95%

Lad os kalde sandsynligheden for at være smittet for x .



Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

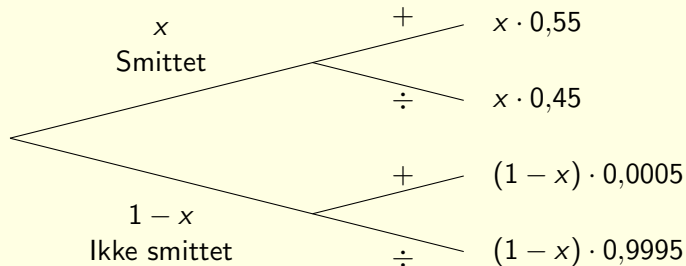
Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Antigentest til screening af befolkningen



Andelen af alle tests som er positive, P er givet som

$$P = x \cdot 0,55 + (1 - x) \cdot 0,0005$$

Omskrevet:

$$x = \frac{P - 0,0005}{0,55 - 0,0005}$$

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

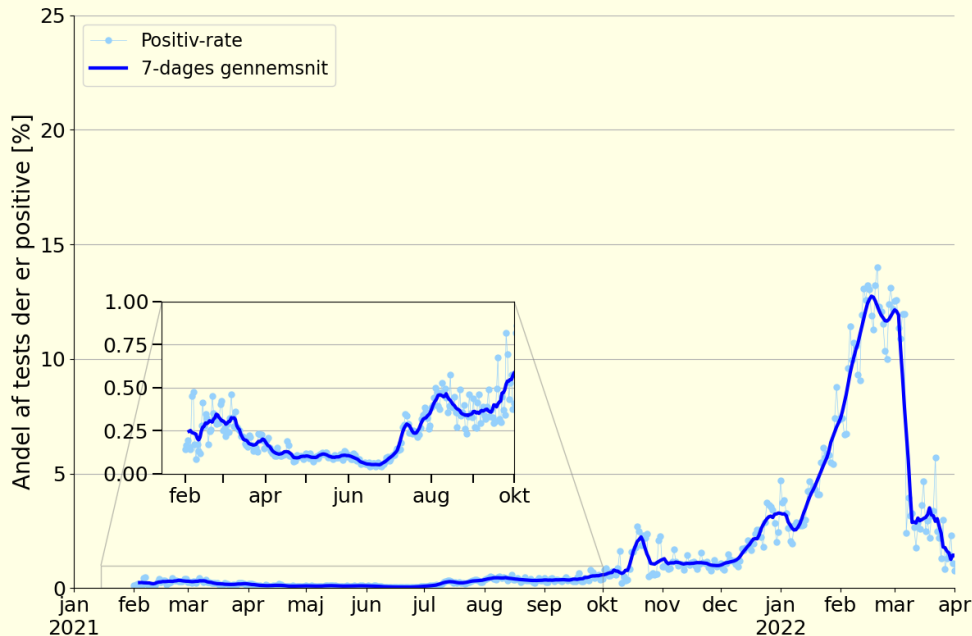
Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Prævalens blandt antigen testede



Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigen test

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

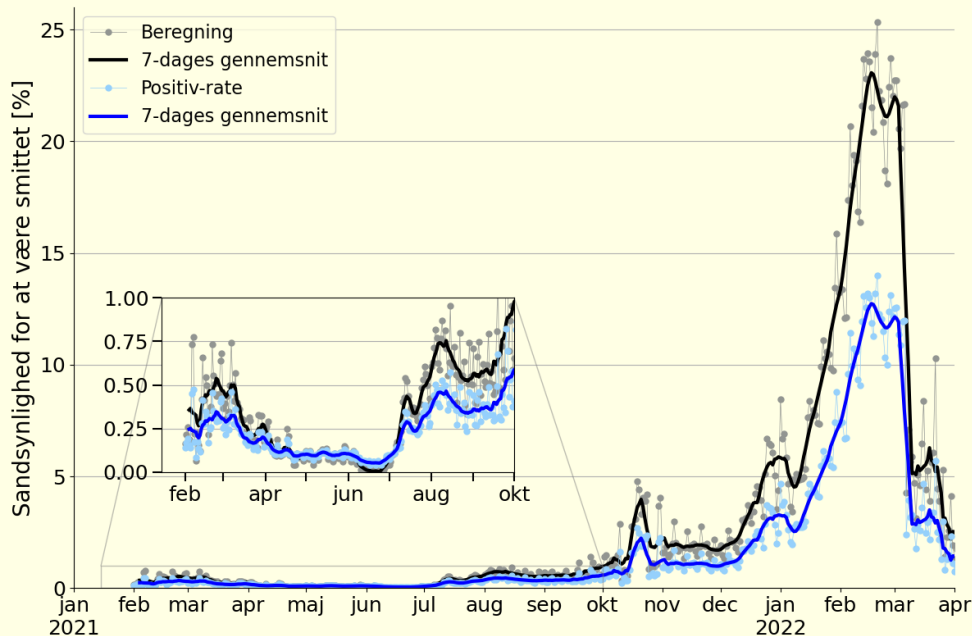
Afrunding

Opsummering

Links og data

Universität
Münster

Prævalens blandt antigen testede



Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigen test

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

—•— Universität
—•— Münster

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

- ▶ Fordi vi testede i så høj en grad, så er det nødvendigt at tænke over risikoen for falsk positive og falsk negative test.
- ▶ Sandsynlighedsberegning af hvad risikoen var for at man var positiv var ikke altid åbenlys, og førte til forvirring i den offentlige debat.
- ▶ Data for mange forskellige aspekter af COVID-19 pandemien i Danmark er tilgængelige online:
 - ▶ SSI's COVID-19 data: ssi.dk/sygdomme-beredskab-og-forskning/sygdomsovervaagning/c/historiske-covid-19-opgoerelser
 - ▶ I PandemiX har vi forarbejdet nogle datasamlinger fra SSI data, se github.com/PandemiXcenter/PandemiX

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Modellering af sygdomsspredning

SIR, SEIR, SIS og de andre

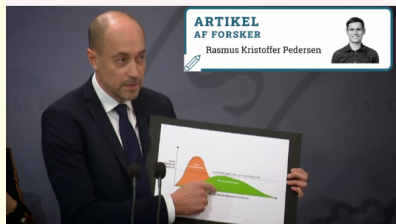
VIDENSKAB DK



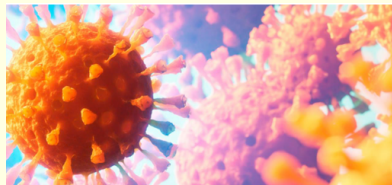
23. SEP 2021 \ FORSKERNE FORMIDLER

Tilbage til begyndelsen: Lav dine egne corona-kurver

Der lå avancerede matematiske modeller bag den røde og grønne kurve, vi kender fra pandemiens begyndelse. I denne artikel kan du prøve at ændre dem.



Sundhedsminister Magnus Heunicke (S) med den printede figur ved et pressemøde 10. marts 2020. (Foto: Regeringen.dk)



Undervisningspakke - Epidemier og matematiske modeller

Store udbrud af smitsomme sygdomme, der spredte sig fra menneske til menneske, såkaldte epidemier, har flere gange i historien haft stor betydning for vores samfund. I PandemiX Center på Roskilde Universitet arbejder en bred vifte af forskere med at forstå historiske epidemier og være bedre forberedt på fremtidige sygdomme. I denne undervisningspakke arbejder vi med hvordan matematiske modeller, kan bruges til både at forstå historiske data, og til at forudsige udviklingen af en pandemi som COVID-19.

Relevant i fagene: Matematik, biologi

[Læs mere](#) >

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

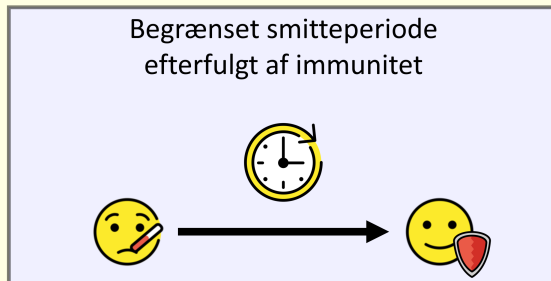
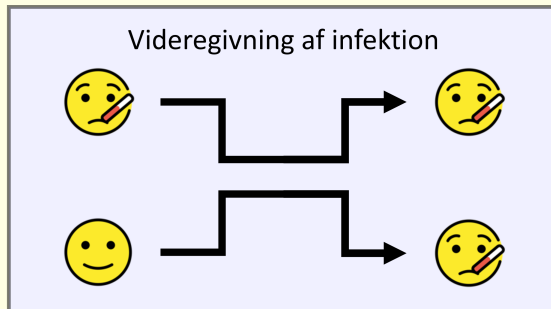
Udvidelser og SIR-type modeller

Yderligere eksempler fra litteraturen

Afrunding

Opsummering

Links og data



Konceptet bag SIR



Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

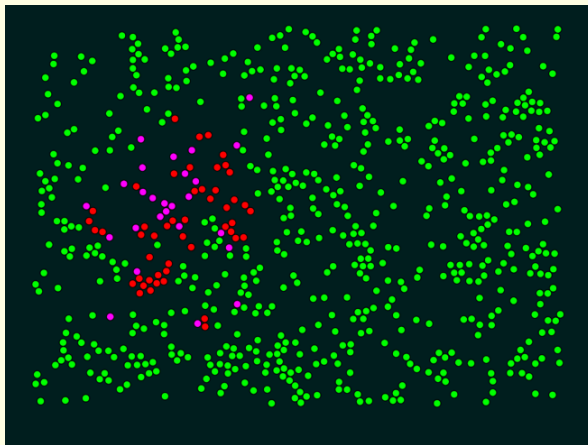
Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data



rasmuspedersen.com/SIR

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

SIR modellen som differensligninger

Sygdoms-
modellering

RK Pedersen



$$S_{n+1} = S_n - \beta \frac{I_n}{S_n + I_n + R_n} S_n$$

$$I_{n+1} = I_n + \beta \frac{I_n}{S_n + I_n + R_n} S_n - \gamma I_n$$

$$R_{n+1} = R_n + \gamma I_n$$

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

SIR modellen som differentialligningssystem

Sygdoms-
modellering

RK Pedersen



$$\frac{dS(t)}{dt} = -\beta \frac{S(t)I(t)}{N(t)}$$

$$\frac{dI(t)}{dt} = \beta \frac{S(t)I(t)}{N(t)} - \gamma I(t)$$

$$\frac{dR(t)}{dt} = \gamma I(t)$$

hvor $N(t) = S(t) + I(t) + R(t)$.

$$\dot{S} = -\beta \frac{SI}{N}$$

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Ændringer i parametre, SIR

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

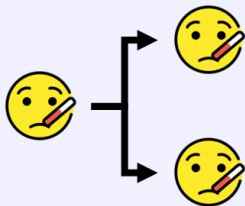
Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

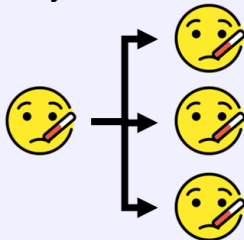
Opsummering

Links og data

Lav smitsomhed



Høj smitsomhed



$$\dot{S} = -\beta \frac{SI}{N}$$

$$\dot{I} = \beta \frac{SI}{N} - \gamma I$$

$$\dot{R} = \gamma I$$

Kort
smitsom periode



Lang
smitsom periode



Ændringer i parametre, SIR

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

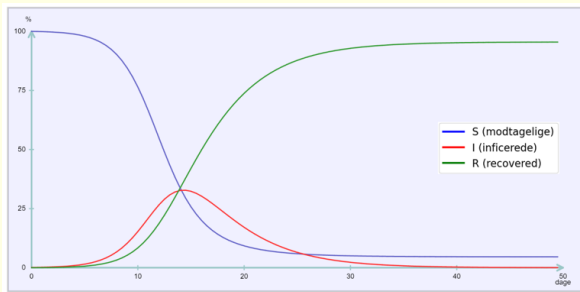
Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

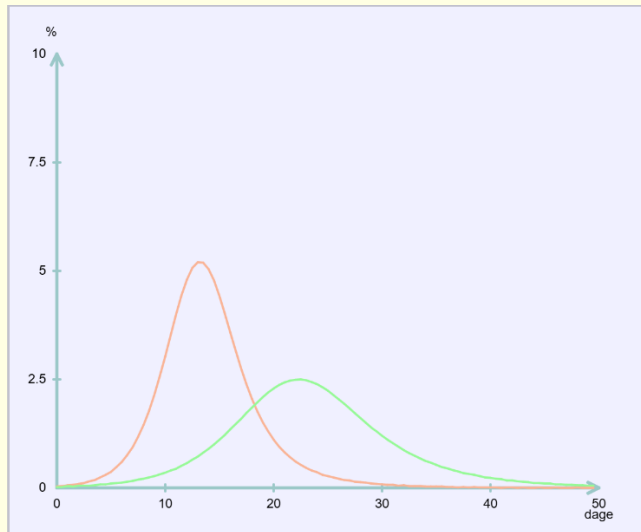
Afrunding

Opsummering

Links og data



rasmuspedersen.com/Interactive/SIR_gym_pakke



[rasmuspedersen.com/Interactive/
SIR](https://rasmuspedersen.com/Interactive/SIR)

$$\dot{S} = -\rho\beta\frac{SI}{N}$$

$$\dot{I} = \rho\beta\frac{SI}{N} - \gamma I$$

$$\dot{R} = \gamma I$$

hvor $0 < \rho \leq 1$
beskriver effekten af
nedlukning.

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Regn på en simpel SIR-model

Når man vil regne matematisk på SIR-modellen (SIR: Susceptible, Infectious, Recovered) skriver man typisk følgende differentiaalligninger op:

$$\begin{aligned}\dot{S}(t) &= -\frac{\beta S(t)I(t)}{N} \\ \dot{I}(t) &= \frac{\beta S(t)I(t)}{N} - \gamma I(t) \\ \dot{R}(t) &= \gamma I(t)\end{aligned}$$

Hvor β og γ er raterne for hvor meget og hvor længe man smitter, som beskrevet i artiklen. S angiver de modtagelige (susceptible), I angiver de inficerede og R angiver de tidligere inficerede, som nu er immune (recovered). Prikken angiver den afledte i forhold til tid, $\frac{d}{dt}$.

Der findes metoder man kan bruge, til at regne matematisk på differentiaalligninger, som kan give en løsning til ligningerne, ligesom dem du kunne se på [den interaktive figur](#) (se også figur 5 i artiklen).

Her i opgavesættet, skal vi dog i stedet se på, hvordan man kan gøre modellen lidt simplere, så man kan regne på det, uden brug af avancerede computersimuleringer.

Udarbejdet af:



Rasmus Kristoffer Pedersen
Postdoc i matematisk modellering af biologiske systemer



Viggo Andreasen
Lektor i matematik og epidemiologi



Lone Simonsen
Professor i folkesundhed og epidemiologi

$$\dot{S} = -\beta \frac{SI}{N}$$

$$\dot{I} = \beta \frac{SI}{N} - \gamma I$$

$$\dot{R} = \gamma I$$

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type modeller

Yderligere eksempler fra litteraturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modellerYderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

$$\dot{I} = \beta \frac{SI}{N} - \gamma I$$

$$\dot{I} = \left(\beta \frac{S}{N} - \gamma \right) I$$

Vi antager at $S \approx N$:

$$\dot{I} = (\beta - \gamma) I$$

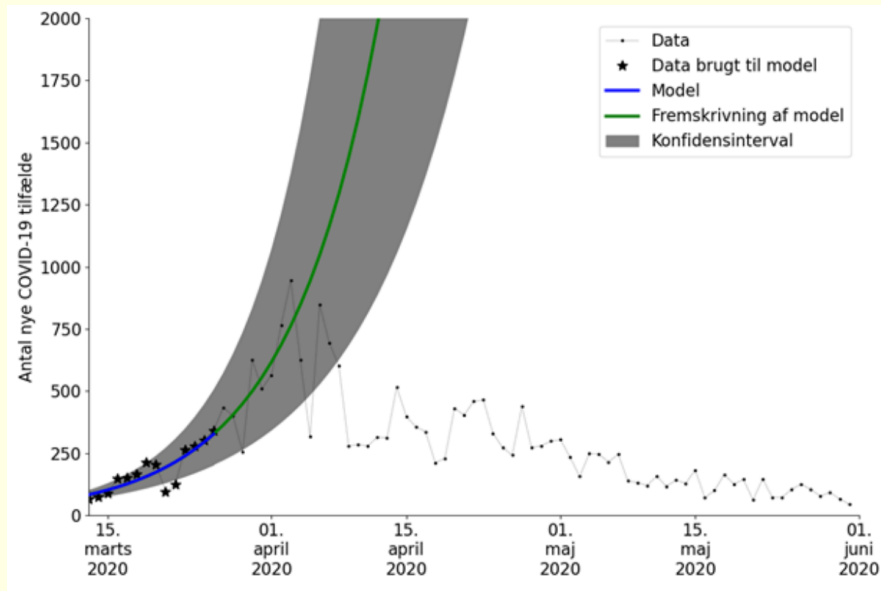
Vi definerer det “basale reproduktionstal” $\mathcal{R}_0 = \beta/\gamma$:

$$\dot{I} = \gamma (\mathcal{R}_0 - 1) I$$

En løsning til denne differentialligning er:

$$I(t) = I(0)e^{\gamma(\mathcal{R}_0-1)t}$$

Nye COVID-19 tilfælde i marts 2020



Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modellerYderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

$$\dot{I} = \left(\beta \frac{S}{N} - \gamma \right) I$$

Lad os definere det “effektive reproduktionstal” (somme tider også bare kaldet “kontakttallet”)

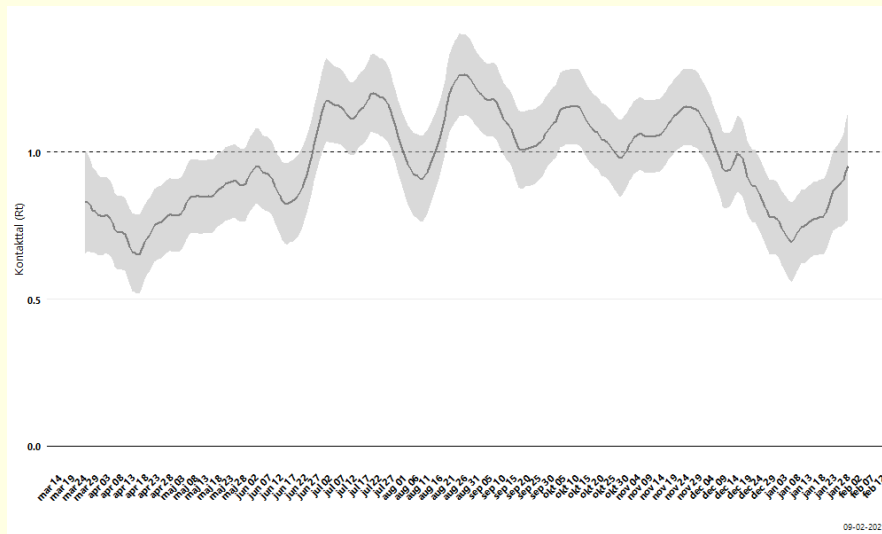
$$\mathcal{R}(t) = \frac{\beta S(t)}{\gamma N}$$

Så kan vi skrive:

$$\dot{I} = \gamma (\mathcal{R}(t) - 1) I$$

Antaget en konstant værdi, “ $\mathcal{R}_t$ ”, af $\mathcal{R}(t)$ indenfor en periode, så er en løsning til $\dot{I}$ givet som:

$$I(t) = I(0)e^{\gamma(\mathcal{R}_t-1)t}$$



(Figur fra ugentlig Twitter-update fra Sundhedsministeren, denne fra 9. Februar 2021)

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

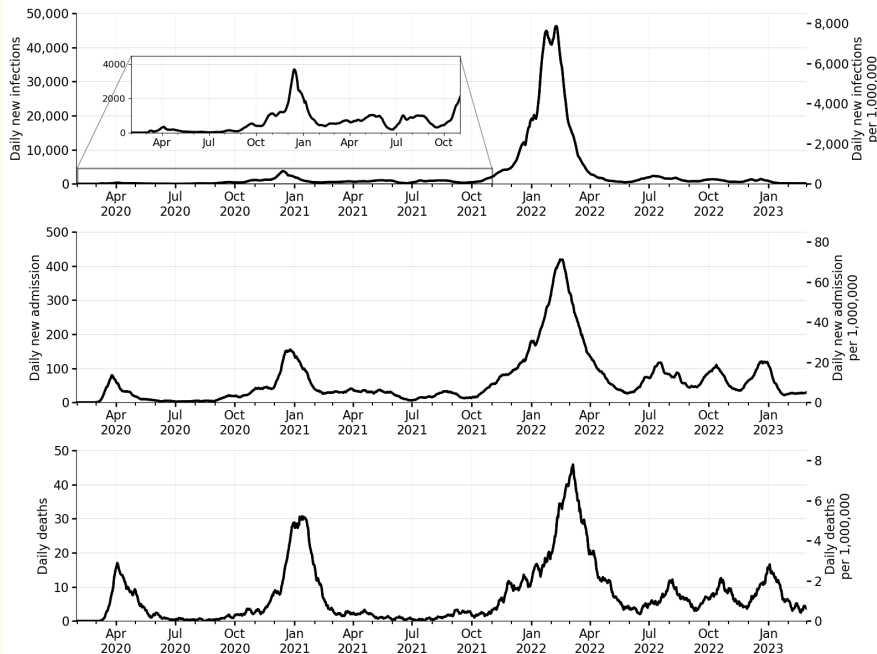
Opsummering

Links og data

Danske COVID-19 data

Sygdoms-
modellering

RK Pedersen



Introduktion

Overdødelighed

[Årlige dødsfald](#)

[Aldersspecifikt](#)

[Hvorfor overdødelighed?](#)

COVID-test

[Pandemi-overblik](#)

[COVID-19 test i Danmark](#)

[Antigentest](#)

[Data](#)

Sygdomsspredning

[Konceptet bag SIR](#)

SIR

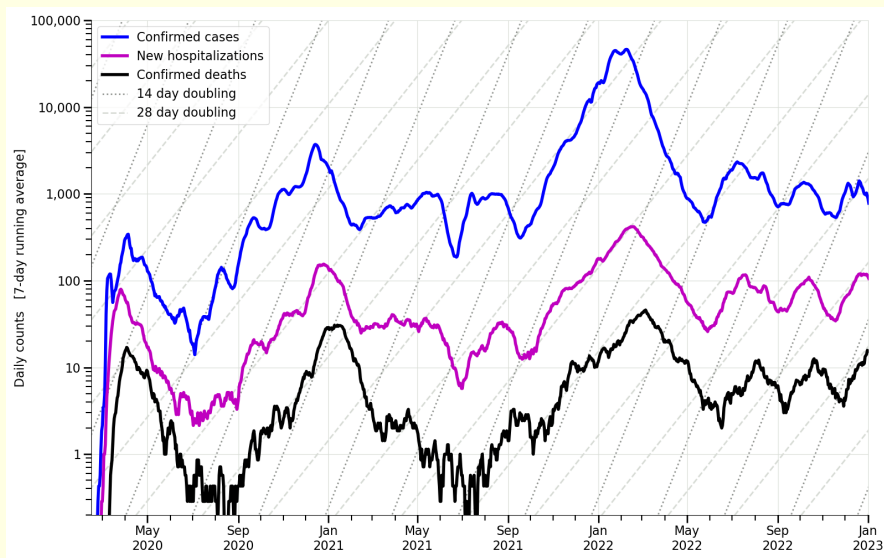
[Udvidelser og SIR-type modeller](#)

[Yderligere eksempler fra litteraturen](#)

Afrunding

[Opsummering](#)

[Links og data](#)



Introduktion

Overdødelighed

[Årlige dødsfald](#)

[Aldersspecifikt](#)

[Hvorfor overdødelighed?](#)

COVID-test

[Pandemi-overblik](#)

[COVID-19 test i Danmark](#)

[Antigentest](#)

[Data](#)

Sygdomsspredning

[Konceptet bag SIR](#)

SIR

[Udvidelser og SIR-type modeller](#)

[Yderligere eksempler fra litteraturen](#)

Afrunding

[Opsummering](#)

[Links og data](#)

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

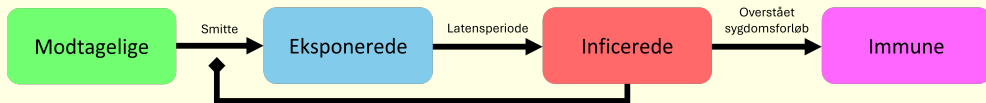
Opsummering

Links og data

Modellering af sygdomsspredning

Udvidelser og SIR-type modeller

SEIR - Eksponering og latensperiode



$$\dot{S} = -\beta \frac{SI}{N}$$

$$\dot{E} = \beta \frac{SI}{N} - \nu E$$

$$\dot{I} = \nu E - \gamma I$$

$$\dot{R} = \gamma I$$

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type modeller

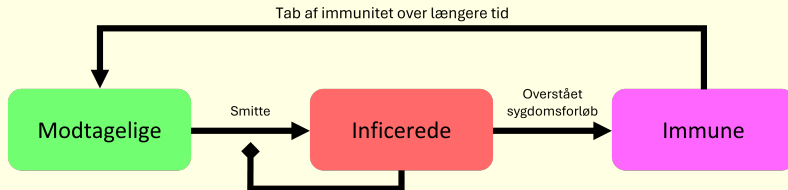
Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

SIRS - Tab af immunitet over tid



$$\dot{S} = \omega R - \beta \frac{SI}{N}$$

$$\dot{I} = \beta \frac{SI}{N} - \gamma I$$

$$\dot{R} = \gamma I - \omega R$$

Interaktiv figur: rasmuspedersen.com/Interactive/SIRS/

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type modeller

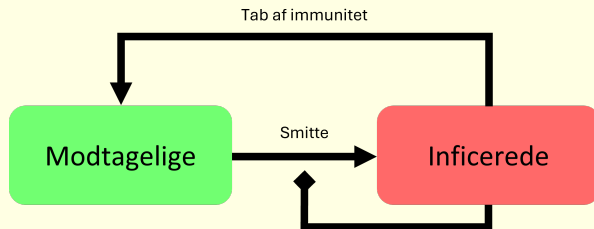
Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

SIS - Tab af immunitet efter endt sygdomsforløb



$$\dot{S} = \gamma I - \beta \frac{SI}{N}$$
$$\dot{I} = \beta \frac{SI}{N} - \gamma I$$

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

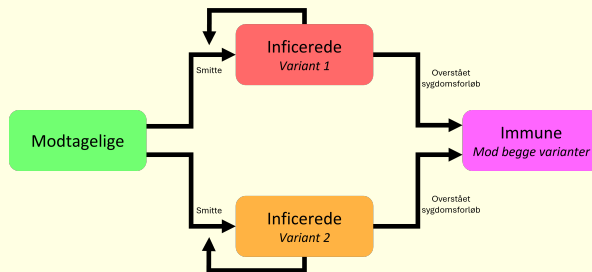
Udvidelser og SIR-type modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data



$$\dot{S} = -\beta_i \frac{SI}{N} - \beta_y \frac{SY}{N}$$

$$\dot{I} = \beta_i \frac{SI}{N} - \gamma_i I$$

$$\dot{Y} = \beta_y \frac{SY}{N} - \gamma_y Y$$

$$\dot{R} = \gamma_y I + \gamma_y Y$$

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type modeller

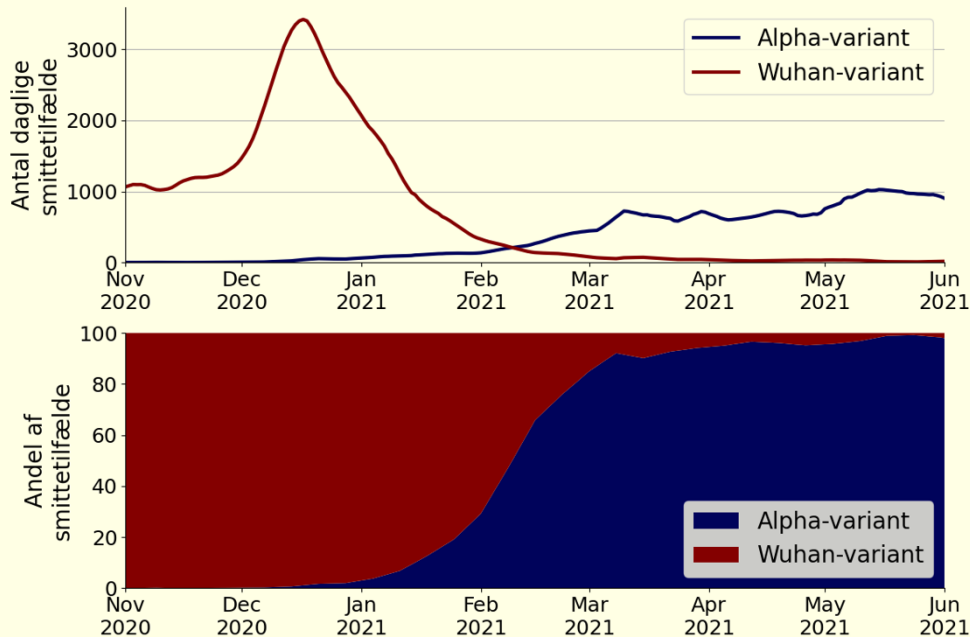
Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Sygdomsvarianter



Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

Introduktion

Overdødelighed

[Årlige dødsfald](#)

[Aldersspecifikt](#)

[Hvorfor overdødelighed?](#)

COVID-test

[Pandemi-overblik](#)

[COVID-19 test i Danmark](#)

[Antigentest](#)

[Data](#)

Sygdomsspredning

[Konceptet bag SIR](#)

[SIR](#)

Udvikler og SIR-type
modeller

[Yderligere eksempler fra
litteraturen](#)

Afrunding

[Opsummering](#)

[Links og data](#)

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modellerYderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

$$\dot{S} = -\beta_i \frac{SI}{N} - \beta_y \frac{SY}{N}$$

$$\dot{I} = \beta_i \frac{SI}{N} - \gamma_i I$$

$$\dot{Y} = \beta_y \frac{SY}{N} - \gamma_y Y$$

$$\dot{R} = \gamma_y I + \gamma_y Y$$

$$\dot{S} = -\beta_i \frac{SI}{N} - \beta_y \frac{SY}{N}$$

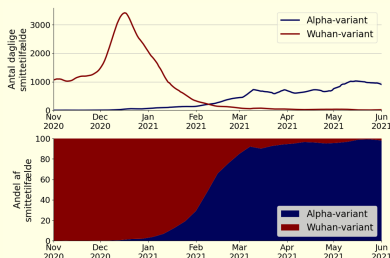
$$\dot{I} = \beta_i \frac{SI}{N} - \gamma I$$

$$\dot{Y} = \beta_y \frac{SY}{N} - \gamma Y$$

$$\dot{R} = \gamma I + \gamma Y$$

Lad os definere

R I



Der hvor $P = \frac{1}{2}$, der er hældningen gives som:

$$\dot{P}|_{P=1/2} = \gamma (\mathcal{R}_{0,y} - \mathcal{R}_{0,i}) \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}$$

Vi aflæser hældningen (altså $\dot{P}$) til at være omkring $\frac{1}{28}$ ved 50% og antager at $\gamma = \frac{1}{7}$.
Nu kan vi beregne:

$$(\mathcal{R}_{0,y} - \mathcal{R}_{0,i}) = \frac{4}{\gamma} \cdot \frac{1}{28} = 1$$

Man smittede altså omkring én person ekstra hvis man var smittet med Alpha-varianten i forhold til hvis man var smittet med den oprindelige Wuhan-variant.

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type modeller

Yderligere eksempler fra litteraturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Modellering af sygdomsspredning

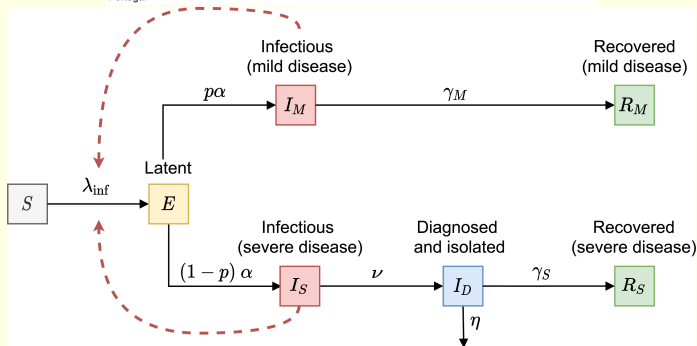
Yderligere eksempler fra litteraturen

RESEARCH ARTICLE

Impact of self-imposed prevention measures and short-term government-imposed social distancing on mitigating and delaying a COVID-19 epidemic: A modelling study

Alexandra Teslya¹*, Thi Mui Pham¹, Noortje G. Godijk¹,
Mirjam E. Kretzschmar¹, Martin C. J. Bootsma^{1,2}, Ganna Rozhnova^{1,3}

¹ Julius Center for Health Sciences and Primary Care, University Medical Center Utrecht, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands, ² Mathematical Institute, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands, ³ BioISI—Biosystems & Integrative Sciences Institute, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal



Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

What you saw is what you got? Correcting reported incidence data for testing intensity

Rasmus Kristoffer Pedersen^{1,2,3,*}, Christian Berrig³,
Tamás Tekeli⁴, Gergely Röst⁴, Viggo Andreassen³

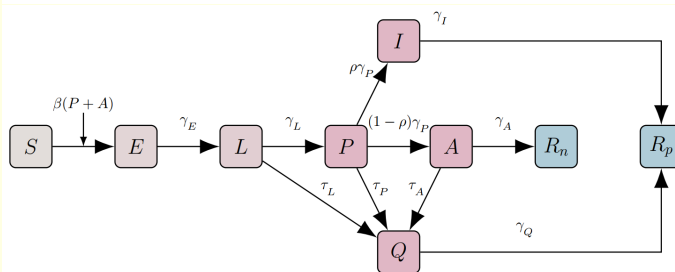
¹Institute of Epidemiology and Social Medicine, University of Münster, Münster, Germany

²Interdisciplinary Center for Mathematical Modeling of Infectious Disease Dynamics (IMMIDD),
University of Münster, Münster, Germany

³PandemiX center, Department of Science and Environment, Roskilde University, Roskilde, Denmark

⁴National Laboratory for Health Security, Bolyai Institute, University of Szeged, Szeged 6720, Hungary.

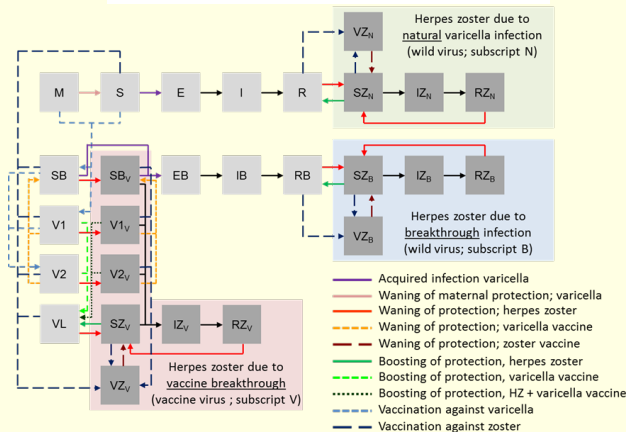
*Corresponding author, rasmus.p@uni-muenster.de





Influence of demographic changes on the impact of vaccination against varicella and herpes zoster in Germany – a mathematical modelling study

Johannes Horn^{1,2,3}, Oliver Damm⁴, Wolfgang Greiner⁶, Hartmut Hengel⁵, Mirjam E. Kretzschmar^{6,7}, Anette Siedler⁸, Bernhard Ultsch⁸, Felix Weidemann⁸, Ole Wichmann⁹, André Karch^{1,9†} and Rafael T. Mikolajczyk^{1,2,9,10†}



Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type modeller

Yderligere eksempler fra litteraturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

RESEARCH ARTICLE

Modelling pathogen spread in a healthcare network: Indirect patient movements

Monika J. Piotrowska¹, Konrad Sakowski^{1,2,3}, André Karch⁴, Hannan Tahir⁵, Johannes Horn⁶, Mirjam E. Kretzschmar⁵, Rafael T. Mikolajczyk⁶

1 Institute of Applied Mathematics and Mechanics, University of Warsaw, Warsaw, Poland, 2 Institute of High Pressure Physics, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland, 3 Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, Kasuga, Fukuoka, Japan, 4 Institute for Epidemiology and Social Medicine, Münster, Germany, 5 Julius Center for Health Sciences & Primary Care, University Medical Center Utrecht, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands, 6 Institute for Medical Epidemiology, Biometrics and Informatics, Martin Luther University Halle-Wittenberg, Halle (Saale), Germany

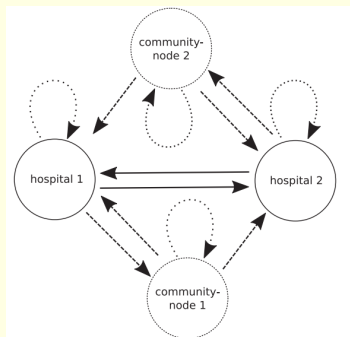


Fig 1. Graphical representation of transfers in a model comprising two exemplary hospitals. Direct transfers are represented by solid lines, while indirect transfers are represented by dashed lines. Dotted loops indicate the situations when patients stay for a night in the hospitals/community nodes.

$$\frac{d}{dt}S_f(t) = -\beta S_f(t)I_f(t) + \gamma I_f(t),$$

$$\frac{d}{dt}I_f(t) = \beta S_f(t)I_f(t) - \gamma I_f(t),$$

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modellerYderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

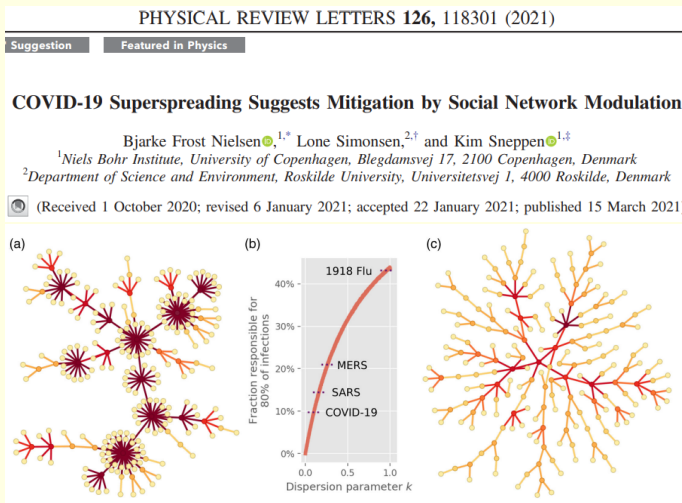
SIR

Udvidelser og SIR-type
modellerYderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

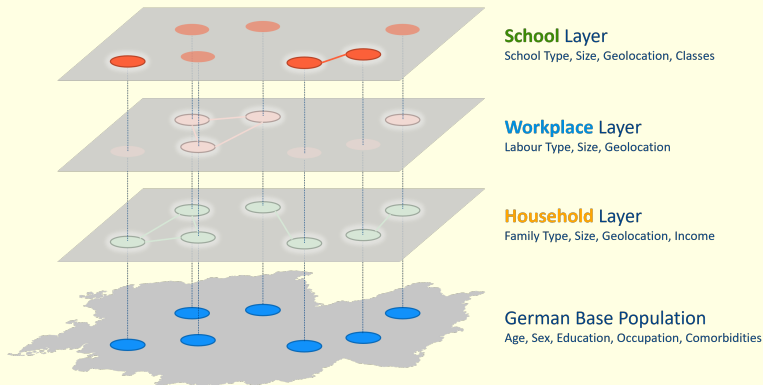


Agentbaserede modeller - German Epidemics Microsimulation System(GEMS)

Sygdoms-
modellering

RK Pedersen

German Epidemic Microsimulation System (GEMS)



Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

Introduktion

Overdødelighed

Årlige dødsfald

Aldersspecifikt

Hvorfor overdødelighed?

COVID-test

Pandemi-overblik

COVID-19 test i Danmark

Antigentest

Data

Sygdomsspredning

Konceptet bag SIR

SIR

Udvidelser og SIR-type
modeller

Yderligere eksempler fra
literaturen

Afrunding

Opsummering

Links og data

- ▶ Der findes en bred vifte af matematiske modeller af sygdomsspredning, i vidt forskellige grader af komplicitet
- ▶ Med forskellige forsimplinger kan gøre modellerne mere tilgængelige:
 - ▶ Differensligninger i stedet for differentialligninger.
 - ▶ Antagelser som at $S \approx N$ kan gøre beregninger mulige.
 - ▶ Online simuleringsværktøjer kan være et godt alternativ.
- ▶ Ikke alle spørgsmål behøver blive besvaret ved at analysere et stort system af differentialligninger.
 - ▶ Til overdødelighedsberegninger kan lineær ekstrapolering være nok.
 - ▶ Sandsynlighedsberegninger er første skridt til at forstå hvad vi fik ud af COVID-19 testindsatsen.

- ▶ Undervisningspakker fra RUC: ruc.dk/til-gymnasier
Epidemipakken:
ruc.dk/undervisningspakke-epidemier-og-matematiske-modeller
- ▶ Nogle af mine interaktive simuleringer:
 - ▶ SIR-model: rasmuspedersen.com/Interactive/SIR_gym_pakke/
 - ▶ SIRS-model: rasmuspedersen.com/Interactive/SIRS/
 - ▶ Viral load og testning: rasmuspedersen.com/InteractiveViralLoad
- ▶ SSI's COVID-19 data: ssi.dk/sygdomme-beredskab-og-forskning/sygdomsovervaagning/c/historiske-covid-19-opgoerelser
- ▶ For PandemiX' forarbejdede datasamlinger fra SSI data, se github.com/PandemiXcenter/PandemiX
- ▶ Data for COVID-19 (og meget andet!) samlet af "OurWorldInData":
<https://ourworldindata.org/coronavirus>
- ▶ Danmark Statistik mortalitet: statistikbanken.dk/ → "Borgere" → "Befolkning" → "Dødsfald" → "Døde efter køn og alder"
- ▶ International mortalitetsstatistik, HMD: mortality.org
- ▶ Dansk Spansk Syge data:
<https://pandemixcenter.github.io/SpanskSyge/index.html>

Tak for jeres opmærksomhed



Slides og links findes på min hjemmeside:

rasmuspedersen.com

I er meget velkomne til at kontakte mig
og stille spørgsmål på:

mail@rasmuspedersen.com

