



Ekspertrapport: Matematisk modellering af COVID-19 smittespredning og sygehusbelastning ved scenarier for yderligere initiativer i Fase 1 af genåbningen

1. Introduktion

Statens Serum Institut har nedsat og leder en ekspertgruppe, der har til formål at udvikle matematiske modeller til at belyse udviklingen i COVID-19 i Danmark. Ekspertgruppen har udviklet matematiske modeller, der simulerer spredningen af COVID-19 i den danske population. Det gør det muligt at simulere forventet smittespredning og belastning af kritiske sygehusfunktioner bl.a. på almene og intensive sengepladser.

I forbindelse med den første delvise genåbning (Fase 1), der blev udmeldt den 6. april, har ekspertgruppen foretaget modelberegninger på forskellige scenarier. Ekspertrapport med modelberegningerne blev offentliggjort den 7. april.

Disse første modelberegninger var baseret på data for nye indlæggelser til og med den 28. marts. Op til denne dato var der observeret en stigning på ca. 20 pct. om dagen. Denne stigning fortsatte indtil den 31. marts, hvorefter der skete en markant ændring i antallet af nye indlæggelser med ca. 6 pct. om dagen. Herudover er der sket et yderligere fald i antallet af patienter, der indlægges på intensive sengepladser. Dette fald er primært set for patienter over 60 år og specielt i aldersgruppen 70-79 år. Den justerede model tager højde for faldet i nye indlæggelser, men det er valgt ikke at justere, så modellen fuldt repræsenterer faldet i indlagte på intensive sengepladser. Det er derfor muligt at modellerne overestimerer behovet for intensiv kapacitet. Grunden til at det særlige fald i indlæggelser på intensive sengepladser ikke er medtaget er, at det er usikkert om dette er en blivende effekt når samfundet begynder at lukke op, og der dermed forventes øget smitte, der også vil ramme aldersgruppen 60-79 år. Det antages, at denne aldersgruppe i særdeleshed har efterlevet sundhedsmyndighedernes anbefalinger.

Ekspertgruppen har siden de første modelberegninger udarbejdet en justeret version af modellerne, der bygger på en større tidsrække af observerede data og øger præcisionen af prognosen. Modellerne tager dermed højde for det observerede fald i antallet af nye indlæggelser fra den 1. april.

I denne rapport simuleres effekten af det besluttede grundscenarie (Fase 1) i kombination med hvert af de fem nedenstående tiltag samt dem alle samlet:

1. Liberale erhverv
2. Restaurant, cafe mv.
3. Offentlige kontorarbejdspladser som fx domstole og lign.
4. 9.-10. klasse, efterskoler og højskoler
5. Normale eksaminer på ungdoms- og erhvervsuddannelser

Grundscenariet (Fase 1) består af den første delvise genåbning, der blev udmeldt den 6. april, samt den besluttede gradvise øgning af aktiviteten i praksissektoren, herunder fysioterapeuter, tandlæger mv.



Herudover er der forespurgt beregning på et 6. tiltag: Idræts- og foreningsliv (uden tilskuere). Det har dog ikke været muligt at inkludere dette tiltag i modelberegninger. Dette begrundes i tabel 1.

Det er vigtigt at bemærke følgende:

- De udviklede matematiske modeller og simuleringer vil altid være forsimplede repræsentationer af virkeligheden. Dertil er resultaterne helt afhængige af kvaliteten og repræsentativiteten af de data, der er tilgængelig for modellerne. Modellering af smittespredning er yderligere forbundet med en betydelig usikkerhed, idet smittespredning følger menneskers fysiske adfærd og kontaktmønstre, som er kompleks og ændrer sig under en epidemi.
- Det er muligt at regne på forskellige kombinationer af tiltag, men det er ikke muligt derfra at udlede effekten af de enkelte tiltag isoleret set. De enkelte tiltag kan altså ikke betragtes som "legoklodser", der kan sættes sammen enkeltvis til at estimere effekten af et større scenarie. Det skyldes, at effekterne er ikke lineære. Dermed er effekten af hvert tiltag afhængigt af hvilke andre tiltag, som er medtaget.
- Modellerne er under kontinuerlig udvikling, og det har på grund af den ekstremt korte tidsfrist endnu ikke været muligt at gennemføre verifikation og validering efter gængs videnskabelig praksis.
- Der kan have sket betydelige ændringer i befolkningens adfærd over påsken. Dertil kommer, at virksomheder og butikker, der frivilligt lukkede delvist ned i marts kan være ved at genoptage nogle aktiviteter. Disse mulige ændringer vil først slå igennem i sygdomsovervågningen omkring 1. maj.

2. Metode og væsentlige forbehold

Simuleringsmodeller

Der er udviklet to typer af simuleringsmodeller med forskellige metodiske tilgange. Begge modeltyper er såkaldte SEIR-modeller, der baserer sig på det grundlæggende princip, at befolkningen er opdelt i modtagelige, eksponerede, smittede og immune (deraf SEIR for de engelske termer; susceptible, exposed, infectious og recovered). Modellerne er opbygget efter internationale standarder, men er udviklet specifikt til at afspejle danske forhold i det omfang det er muligt.

Modellerne beskriver hele den danske population inddelt i aldersgrupper og kontaktmønstre. For hver aldersgruppe beskrives kontaktmønstre og deres fordeling mellem 4 typer af aktiviteter; kontakter i hjemmet, på arbejde, i skoler og andet. Forløbet af epidemien simuleres startende med et antal individer, der er smittet med COVID-19, hvorefter modellens antagelser gør det muligt at fremskrive, hvordan COVID-19 spredte sig i befolkningen, og hvor mange patienter, der forventes at blive indlagt på almene og intensive sengepladser på landets sygehuse.

Smittetrykket afhænger af antallet af smittede personer, men den nøjagtige sammenhæng er forskellig i de to modeltyper. I den første modeltype opdeles befolkningen i aldersgrupper, og for hver aldersgruppe beskrives kontaktmønstre og deres fordeling mellem fire typer af aktiviteter (kontakter i hjemmet, på arbejde, i skoler og andet). Smittetrykket fra de enkelte aldersgrupper antages at være proportional med kontaktraten gange antallet af smittede. De skitserede ændringer i adfærdsreguleringen i scenariet omsættes til ændringer i disse kontaktmønstre. Den anden modeltype simulerer enkelte individer i populationen, og dermed inkluderer den, ud over smittestatus, de enkelte individers egenskab.



Begge modeltyper har styrker og svagheder, og derfor er begge typer blevet brugt for at sikre robuste resultater. De viste resultater stammer fra den første modeltype, men der er kvalitativ overensstemmelse mellem resultaterne fra de to modeltyper.

En grundlæggende antagelse i modellerne er, at infektion med COVID-19 fører til immunitet mod sygdommen, og at immuniteten er langvarig (i hvert fald flerårig). Der er i øjeblikket sparsom viden om dette forhold, så antagelsen er baseret på, hvad man ved om SARS-immunologi fra 2003-udbruddet.

Som grundlag for modelberegningerne er der anvendt dagligt opdaterede data om antallet af smittede, antal indlagte på almene og intensive sengepladser samt antal døde. Derudover er der anvendt data til at vurdere befolkningens adfærd såsom aggregerede data om trafik- og rejseaktivitet og dankorttransaktioner. Der arbejdes løbende på at inddrage andre yderligere relevante datakilder.

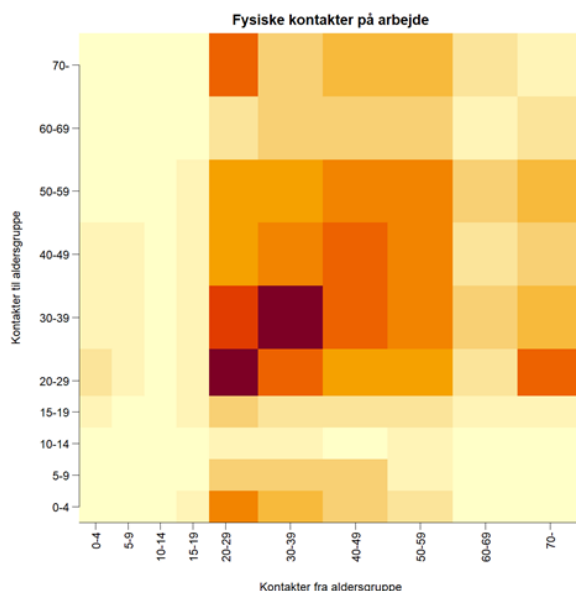
Kontaktrater

Et centralt element i modellerne er kontaktraterne mellem smittede og modtagelige individer i populationen. Kontakter er opdelt efter om de foregår i hjemmet, på arbejdet, i skolen (0-19 år) eller et andet sted. Yderligere er alle kontakter angivet som fysiske eller samtale. Det antages, at risikoen for overførsel af smitte ved en samtale er 20% af risikoen ved fysisk kontakt.

Modellernes kontaktrater for forskellige aldersgrupper er baseret på kontaktmønstre i en engelsk undersøgelse af over 40.000 briter i et "citizen science studie" organiseret af BBC og London School of Hygiene and Tropical Medicine fra 2018 (Klepac et al., 2020) suppleret med kontaktmønstre fra PolyMod-studiet (Mossong et al., 2008), da BBC-studiet ikke dækker børn under 13 år.

Som eksempel på kontaktstrukturen vises nedenfor fordelingen af fysiske arbejdskontakter.

Figur 1. Eksempel på kontaktstruktur for fysiske kontakter på arbejdspladser. Mørkere farver angiver højere antal kontakter.





Væsentlige forbehold ved modellerne

Forbehold ved de anvendte modeller kan overordnet opdeles i relation til modellernes to delkomponenter: Den første beskriver smittespredningen i befolkningen, mens den anden beskriver belastningen af sygehusene.

Forbehold ved modellernes beskrivelse af smittespredning i befolkningen:

Simulering af smittespredningen i befolkningen er forbundet med stor usikkerhed, idet smittespredning følger menneskers fysiske adfærd og kontaktmønstre, som er kompleks og ændrer sig under en epidemi. Dertil er der endnu begrænset kendskab til smittespredningen ved forskellige typer af fysisk adfærd.

Forhold for beskrivelsen af smittespredningen som er forbundet med særlig høj usikkerhed omfatter:

- Mørketallet (antal smittede, som ikke indgår i datagrundlaget) er usikkert. Data om det totale antal smittede er væsentlig information for modelberegningerne. Ud fra populationsbaseret testning (fx fra Island) forventes mørketallet at være stort. Antagelsen om et stort mørketal er senest understøttet af data fra screening af danske bloddonorer for antistoffer mod SARS-CoV-2.

- Brug af udenlandske data med begrænset overførbarehed eller manglende data.

I de tilfælde, hvor der ikke findes aktuelle danske data for COVID-19 smitte, er der anvendt data fra international forskningslitteratur, hvilket kan indebære usikkerhed i forhold til overførbarehed til danske forhold. Der kan være effekter af kulturelle og subkulturelle forskelle, fx at vi i Danmark generelt ikke hilser med kindkys, som er praksis fx i Italien. Modellernes kontaktrater for forskellige aldersgrupper er baseret kontaktmønstre fra et engelsk studie, hvilket også er en begrænsning. Derudover er visse data baseret på få kilder, som ikke altid er entydige.

På grund af manglende data er der flere forhold, der ikke har været muligt at indbygge i modellerne, herunder heterogenitet i kontaktmønstre fx effekten af klynger/sociale grupper, supersmittere og supersmittebegivenheder. Det er vurderingen, at disse begivenheder har stor betydning for epidemiologien af COVID-19. Særligt er det vanskeligt at vurdere betydningen af aktiviteter hos persongrupper, der har usædvanligt mange kontakter fx. i kraft af særlige arbejdsfunktioner. Det kan betyde, at smittespredningen bør modelleres i mange mindre enheder i stedet for i én model. Dette er for nuværende ikke muligt på grund af manglende data på området.

- Børnernes rolle i smittespredningen er usikker.

I de anvendte modeller er det antaget, at børn smittes og smitter på samme niveau som andre aldersgrupper på baggrund af en undersøgelse, som har vist, at børn og voksne ved kontakter med en COVID-19 patient har samme risiko for at blive smittet (Bi et al., 2020). Ekspertgruppen har desuden anvendt data fra ældre danske undersøgelser om relativ forskel i risikoen for smittespredning mellem børn passet hjemme og i daginstitutioner.

Børn i daginstitutioner spiller almindeligvis en stor rolle i forbindelse med mange infektionssygdomme, der hovedsageligt spredes ved fysisk kontakt som COVID-19 (fx diarré, forkølelse og øjenbetændelse). Som beskrevet ovenfor, er modellerne baseret på kontaktmønstre fra en engelsk undersøgelse. Det forventes dog, at disse vil undervurdere smitteeffekten af daginstitutioner, da brugen af daginstitutioner er mere udbredt i Danmark. Det forventes, at de engelske



kontaktdata vil ligne de danske forhold under forudsætning af, at der indføres særlige tiltag: Vuggestuebørn samles i mindre grupper (5-6 børn) samt større fysisk adskillelse mellem børn i både vuggestuer og børnehaver, fx ved færre børn i det enkelte lokale og at børnene opholder sig mere udenfor – under hensyntagen til, at grupper af børn ikke blandes.

Skolebørns rolle i smittespredning i forbindelse med luftvejsinfektioner er meget veldokumenteret og svarer til, at skolebørn bidrager til smittespredningen med en faktor 4-6 mere end deres antal umiddelbart vil indikere. Høj COVID-19 sygdom blandt skolebørn er ikke i sig selv af stor betydning, idet børn typisk får milde symptomer ved COVID-infektion. Det er imidlertid også veldokumenteret, at børn spreder smitten til andre aldersgrupper. Et studie viser fx at dødsfald forårsaget af influenza og lungebetændelse (som næsten udelukkende rammer ældre) blev halveret i den 25-årige periode, hvor Japan vaccinerede skolebørn mod influenza (Reichart et al., 2001). Hvorvidt denne viden er relevant i COVID-19 sammenhæng er uvist.

- Årstidernes effekt på COVID-19 smittespredningen er endnu ikke kendt og kan have uforudsete konsekvenser for den fremtidige smittespredning.

Forbehold ved modellernes beskrivelse af belastningen af sygehusene

Simulering af belastningen af sygehusene baseres på observerede antal nye indlæggelser på hhv. intensive og almene sengepladser. Denne modelkomponent er væsentligt mere nøjagtigt bestemt end smittespredningen, men der er dog følgende elementer, som er forbundet med særlig usikkerhed:

- Få datapunkter fx er der endnu få lange indlæggelser på intensive sengepladser.
- Behovet for forsat indlæggelse efter et intensivforløb er usikkert.
- Estimerne af liggetid er endnu usikre (baseret på relativt få data).

3. Estimering af scenarier

Hvorvidt det er muligt at foretage modelberegninger af specifikke tiltag afhænger af, om tiltaget kan oversættes til ændrede kontaktmønstre i modellen, som er meningsfulde og repræsentative i forhold til specifikke tiltag.

Ligeledes er der tiltag, som er så heterogene og/eller hvor antal af deltagere kan være stærkt varierende, at det ikke kan beregnes i modellen. Her kan man eventuelt lave en kvalitativ risikovurdering.

Tabel 1. Antagelser og begrænsninger for de efterspurgte tiltag

<p>1. Liberale erhverv</p> <p>Jf. nationalregnskabet er der 27.000 beskæftigede i liberale erhverv. Branchen dækker frisører, tatovører, massører, vaskerier, bedemænd mv. Det antages, at halvdelen er på arbejde, og at åbning for liberale erhverv vil tilføje 13.500 beskæftigede – der er i hovedsagen tale om personer med tæt og/eller hyppig kundekontakt.</p> <p>Det er muligt at regne på dette tiltag.</p>
<p>2. Restaurant, cafe mv. med begrænsninger i kontakt</p> <p>Jf. oplysninger fra Finansministeriet er der 141.000 beskæftigede i hoteller og restauranter under ét. Det antages, at åbning for restauranter, café mv. vil tilføje 100.000 beskæftigede.</p>



<p>Det er muligt at regne på antal øgede kontakter for de ansatte, men det er ikke muligt specifikt at beregne den øgede kontaktmængde i forhold til gæster. Kontaktintensiteten er desuden stærkt afhængig af, om der indføres fysisk afstand inklusive overholdelse/håndhævelse imellem gæster fra forskellige selskaber. Hertil kommer, at adgangs- og toiletforhold vil være meget forskellige.</p> <p>I beregningerne tilføjes en antagelse om, at det vil føre til en stigning i andre kontakter på 10 pct. point for alle under 70 år.</p> <p>Det bemærkes, at barer, diskoteker, natklubber mv. ikke er inkluderet i dette tiltag.</p>
<p>3. Offentlige kontorarbejdspladser, bl.a. domstole og lign.</p> <p>Jf. oplysninger fra Finansministeriet dækker offentlige kontorarbejdspladser bl.a. domstole og lign. ca. 5.000-7.500. Det antages, at åbning af offentlige kontorarbejdspladser vil tilføje 7.500 beskæftigede svarende til 0,25% af arbejdsstyrken.</p> <p>Det er muligt at regne på beskæftigede som kontorarbejde.</p> <p>Retsmøder vil ikke kunne beregnes, da antal af deltagere og adgangsforhold vil være meget varierende. Der vil eventuelt kunne laves en kvalitativ risikovurdering.</p>
<p>4. 9.-10. klasse, efterskoler, højskoler</p> <p>Jf. oplysninger fra Finansministeriet er der ca. 106.400 i 9. og 10. klasse, herunder på efterskole. Dertil er på højskolerne 10.761 på lange kurser og 29.422 på korte kurser.</p> <p>Det er muligt at regne på 9.-10. klasser.</p> <p>Efterskole, højskoler mv. er en kombination af en skole og et hjem, og det er ikke muligt at beregne på den ekstra effekt, der vil være grundet kombinationen af disse effekter.</p> <p>I modelberegningerne vil efterskolerne og højskolerne kunne indgå som almindelige skoler, men derved underestimeres effekten af åbning af disse.</p> <p>Der vil eventuelt kunne laves en kvalitativ risikovurdering af åbning af efterskolerne og højskolerne.</p>
<p>5. Normale eksaminer på ungdoms- og erhvervsuddannelser</p> <p>Ifølge Danmarks Statistik er der ca. 109.200 på erhvervsfaglige uddannelser og 145.700 på gymnasiale uddannelser. Da der allerede er åbnet op for elever og kursister, der snart afslutter deres ungdomsuddannelse, antages det, at normale eksaminer på ungdoms- og erhvervsuddannelser vil tilføje 170.000 elever.</p> <p>Det er muligt at regne på dette tiltag.</p>
<p>6. Idræts- og foreningsliv, men uden tilskuere</p> <p>Idræts- og foreningsliv dækker over en meget heterogen kategori, og det er således ikke muligt at beregne generelt på dette.</p> <p>Det bemærkes, at et nyt hollandsk studie (Blocken et al.) antyder, at den almindeligt accepterede fysiske afstand på 2 m måske ikke er nok ifm. fysisk aktivitet (fx løb op til 4 m, cykling op til 20 m). Herudover viser data fra USA, at sang kan medføre øget risiko for smitte (formentlig som følge af øget åndedræt) (https://www.latimes.com/world-nation/story/2020-03-29/coronavirus-choir-outbreak).</p> <p>Derudover vil forskelle i adgangsforholdene, samlesteder og toiletforhold medføre en usikkerhed ift. smittespredning.</p> <p>Det er ikke muligt at inkludere idræts- og foreningsliv i modelberegningerne. Der vil eventuelt kunne laves en kvalitativ risikovurdering.</p>



Tabel 2. Situationen før påske

Kontakttype	Vurdering	Implementering
Hjemme	Da børn og voksne er hjemme i flere timer, vil der være flere kontakter internt i husstanden. Modsat vil der være færre eksterne besøg.	Det antages, at antal kontakter fastholdes på 100%. Dog med en effekt af social afstand.
Arbejde	70% arbejder i den private sektor og 30% arbejder i den offentlige sektor, 5 pct. point af disse arbejder i sundhedssektoren (Kilde: Danmarks Statistik). Baseret på trafikdata fra Vejdirektoratet og Rejsekort er det estimeret, at ca. 50% stadig er i arbejde. Heraf er 45 pct. point i det private.	Antallet af arbejdsrelaterede kontakter reduceres generelt til 50%. Dog bevares antallet af kontakter mellem 20-60-årige og ældre, da plejebehovet antages uændret. Der er yderligere en effekt af social afstand.
Skole	Alle daginstitutioner og skoler antages lukkede.	Skolekontakter for alle aldersgrupper sættes til 0%.
Andre	Andre kontakter omfatter trafik, sport, indkøb, social samvær mv. Der er stor usikkerhed på disse.	Det antages, at personer over 70-årige har reduceret disse kontakter til 10%, mens resten af befolkningen er nede på 20% af antal effektive kontakter i forhold til før epidemien.

Tabel 3. Grundscenariet – Fase 1

Grundscenarie	Vurdering	Implementering
Daginstitutioner åbnes helt d. 15. april	Der forventes fuld aktivitet	100% aktivitet for 0-6-årige* (pædagoger er håndteret sammen med lærere nedenfor)
Skoler åbnes for 0.-5. klasser fra d. 15. april	Der forventes fuld aktivitet til og med 11-årige	100% aktivitet for 6-9-årige og 40% for 10-14-årige* (lærerne er særskilt nedenfor).
Der åbnes fra d. 20. april for elever og kursister, som snart afslutter deres ungdomsuddannelse	Ca. 80% tager en ungdomsuddannelse (kilde: Danmarks Statistik). Samlet vedrører dette tiltag således 0,8 årgange.	Dette er implementeret som 20% af de 15-19-årige, der går i skole (lærerne er særskilt nedenfor).
Særskilt håndtering af lærere og pædagoger for alle 0-19-årige	Voksenkontakter i daginstitutioner og skoler antages at skalere med andelen af børn, som går i skole eller daginstitution	65% aktivitet for voksne i skolen.



Udvalgte samfundskritiske sundhedsuddannelser for så vidt angår studerende på sidste del af uddannelserne genåbnes	Uklart omfang.	Dette indgår ikke i beregningerne, da det ikke har været muligt at estimere omfanget.
Ansatte i det private opfordres til at gå på arbejde, hvis fuldt forsvarligt fra d. 14. april.	Der er stor usikkerhed om, hvor stor en del af de privatansatte, som vil overgå fra hjemmearbejde til fysisk arbejde. 45 ud af de 70 pct. point, som det private arbejdsmarked udgør, er allerede i arbejde. I modelberegningerne er det antaget, at halvdelen (svarende til 15 pct. point) fremover vil møde på arbejde. Andelen er ikke højere, da der stadig er erhverv, som er lukket. (Udover 45 pct. point i det private antages det, at 5 pct. point i det offentlige stadig møder fysisk på arbejde.)	Det er antaget, at andelen af arbejdsstyrken, som møder fysisk op på deres arbejdsplads, stiger fra 50% til 65%. Dette på baggrund af en antagelse om, at 50% af de privat ansatte, som aktuelt arbejder hjemme, møder fysisk op på deres arbejdsplads.
Kollektiv transport kører med normal drift fra 14. april	Den kollektive trafik har mistet 85% af kunder med Rejsekort, mens personbiltrafikken er faldet mindre. Det antages, at det øgede udbud af pladser i den offentlige transport vil give uændret risiko ved transport til arbejde.	Transport hører under andre kontakter. I denne første genåbningsfase sammenholdt med udmeldingerne om anvendelse af fleksibilitet antages det, at risikoen ved transport er uændret.
Praksissektoren	Det antages, at der tilføjes 3.400 praktiserende læger hertil 6.800 klinikpersonale, 1.000 speciallæger hertil 2.500 klinikpersonale, 4.500 tandlæger hertil 7.000 klinikpersonale samt 8.000 fysioterapeuter. Det antages, at praktiserende læger har ca. 25 patienter pr. dag i gennemsnit og fysioterapeuter har ca. 14 klienter pr. dag.	+ 80% af 33.000 ~ 1 pct point af arbejdsstyrken + 2,5 pct point for alle i andre kontakter

Tabel 4. Vurdering af tiltagene i scenarierne

Scenarie	Vurdering	Implementering
Liberale erhverv	13.500 beskæftigede – der er i hovedsagen tale om personer med tæt og/eller hyppig kundekontakt.	0,5 pct. point ekstra i arbejde og 2,5 pct. point ekstra i andre kontakter.
Restaurant, cafe mv. med begrænsninger i kontakt	Det antages, at åbning for restauranter, caféer mv. vil tilføje 100.000 beskæftigede. Det forventes, at 2/3 vil begynde i arbejde (der er færre kunder).	2,5 pct. point ekstra i arbejde samt 10 pct. point ekstra i andre kontakter for alle aldre.



	Det antages, at der vil være en stigning i andre kontakter på 10 pct. point for alle under 70 år.	
Offentlige kontorarbejdspladser, bl.a. domstole og lign.	Det antages, at åbning af offentlige kontorarbejdspladser vil tilføje 7.500 beskæftigede. Svarende til 0,25% af arbejdsstyrken.	0,25 pct point ekstra i arbejde.
9.-10. klasse, efterskoler, højskoler	Det antages, at der tilføjes ca. 106.000 elever 9. og 10. klasser. 10.700 på lange højskolekurser, som primært tages af uge i 20'erne. 29.000 på korte højskolekurser, som primært tages af over 60-årige.	9.-10. kl. svarer til 1,5 årgang svarende til +30% af de 15-19-årige. Lange højskoleophold implementeres ved 1/6 årgang af de 20-29-årige får øget familiekontakter med 1,5 pct point. Korte højskoleophold implementeres ved at 1/4 årgang af 60-69 og af 70+ årige får øget familiekontakter med 2,5 pct point.
Normale eksaminer på ungdoms- og erhvervsuddannelser	Det antages, at normale eksaminer på ungdoms- og erhvervsuddannelser vil tilføje 170.000 elever (udover den årgang som indgår i grund-scenariet). Det er uklart i hvilket omfang eleverne vil være skolesøgende. Det antages at alle møder op.	Sammen med dem, som er omfattet af grundscenariet omfatter det tre årgange svarende til 60% af de 15-19-årige.

Ref: Højskoler: https://www.idan.dk/media/5162933/ffd_juni2016_03_low.pdf

Det antages, at transport kan foregå uden yderligere smitte ved hvert enkelt delscenarie.

Det er væsentligt at bemærke, at der ikke er taget højde for, at en yderligere åbning inden for ovenstående scenarier kan medføre en generel øget aktivitet og dermed smittespredning i samfundet. Eksempelvis har flere fysiske butikker i detailhandlen haft frivilligt lukket, hvor det forventes, at flere af disse vil åbne op i forbindelse med den yderligere åbning af samfundet. Det har ikke været muligt at kvantificere denne effekt.

4. Modelresultater

Nedenfor beskrives og illustreres den simulerede belastning af intensive- og almene sengepladser baseret på antagelser om, hvorledes scenarierne vil påvirke smittespredningen.

Det er væsentligt at bemærke, at effekten af lempelserne først tidligst kan forventes at påvirke antallet af nye indlæggelser på sygehusene med 10-14 dages forsinkelse grundet inkubationstiden, og at effekten først kan estimeres robust efter 3-4 uger. I perioden efter lempelserne forventes den nuværende udvikling af fortsætte eventuelt med et mindre fald i antallet af nyindlagte. Den fulde effekt af lempelserne forventes først at kunne ses 3-4 uger efter lempelserne.



Som nævnt i afsnit 2 er der udviklet to typer simuleringsmodeller med forskellige metodiske tilgange. De præsenterede resultater stammer fra den ene modeltype, men der er kvalitativ overensstemmelse mellem resultaterne fra de to modeltyper.

For at vise usikkerheden omkring modellernes parametre, har vi simuleret mange forskellige kombinationer af parametre, der hver for sig er plausible baseret på tilgængelige data og forskningsbaseret viden. For hvert scenarie vises derfor det mest sandsynlige forløb (medianen), men også usikkerheden på dette (95% simulationssintervaller). 95% simulationssintervaller (95% SI) betyder således, at 95 % af de gennemførte modelsimulationer falder inden for de angivne intervaller. Medianen angiver det niveau, som halvdelen af simulationerne er under. I forhold til risikohåndtering er det nødvendigt at forholde sig til risikoen for mere ekstreme forløb. Det er vigtigt at forstå, at denne usikkerhed ikke indeholder alle ubekendte faktorer, men kun de faktorer som modellen kvantificerer.

Den estimerede belastning er ekstremt følsom overfor vedvarende overholdelse af fysisk afstand og hygiejneråd. Det antages, at effekten i smittespredningen for kontakt ift. overholdelse af fysisk afstand er reduceret med 35 pct. for de aldersgrupper, der kan forventes at overholde disse, hvorfor denne faktor ikke er inkluderet for børn. Der er derfor foretaget estimering for et par af scenarierne med forskellige antagelser for vedvarende overholdelse af fysisk afstand og hygiejneråd i hjemmene (færre besøgene) og på arbejdspladser.

Smitteeffekten (R_e)

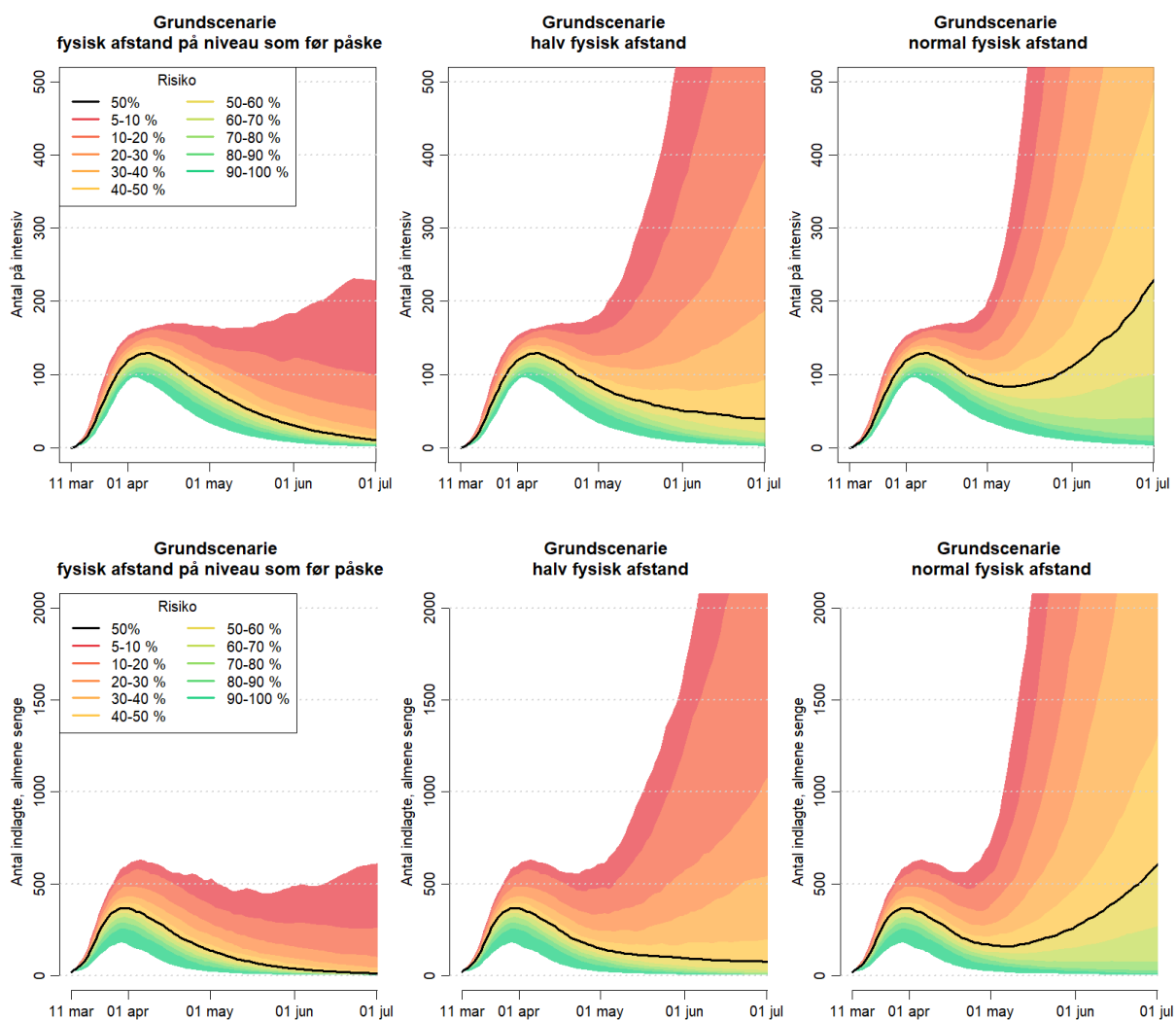
For hver simulation, som indgår i forudsigelserne, er det øjeblikkelige reproduktionstal (smittetryk) blevet estimeret på basis af perioden 10.-15. maj (Tabel 5).

Tabel 5: Estimeret af middelværdi og 90% simulationssintervaller for R_e for perioden 10.-15. maj for henholdsvis grundscenariet samt grundscenariet plus de enkelte og alle tiltag med tre niveauer af fysisk afstand.

Andel af kontakter, som fører til smitte (effekt af fysisk afstand)	R_e [90% SI] Fysisk afstand sv. til tiden før påske	R_e [90% SI] Halv fysisk afstand	R_e [90% SI] Normal fysisk afstand
Grundscenarie	0,72 [0,57 ; 1,02]	0,91 [0,63 ; 1,31]	1,12 [0,69 ; 1,49]
Grundscenarie plus liberale erhverv	0,72 [0,57 ; 1,03]	-	-
Grundscenarie plus restaurant, cafe mv.	0,76 [0,58 ; 1,07]	-	-
Grundscenarie plus domstole og lign.	0,74 [0,55 ; 1,06]	-	-
Grundscenarie plus 9.-10. klasse, efterskoler og højskoler	0,72 [0,57 ; 1,03]	-	-
Grundscenarie plus eksaminer på ungdoms- og erhvervsuddannelser	0,73 [0,57 ; 1,05]	-	-
Grundscenarie plus alle	0,79 [0,60 ; 1,12]	1,00 [0,65 ; 1,39]	1,15 [0,71 ; 1,55]

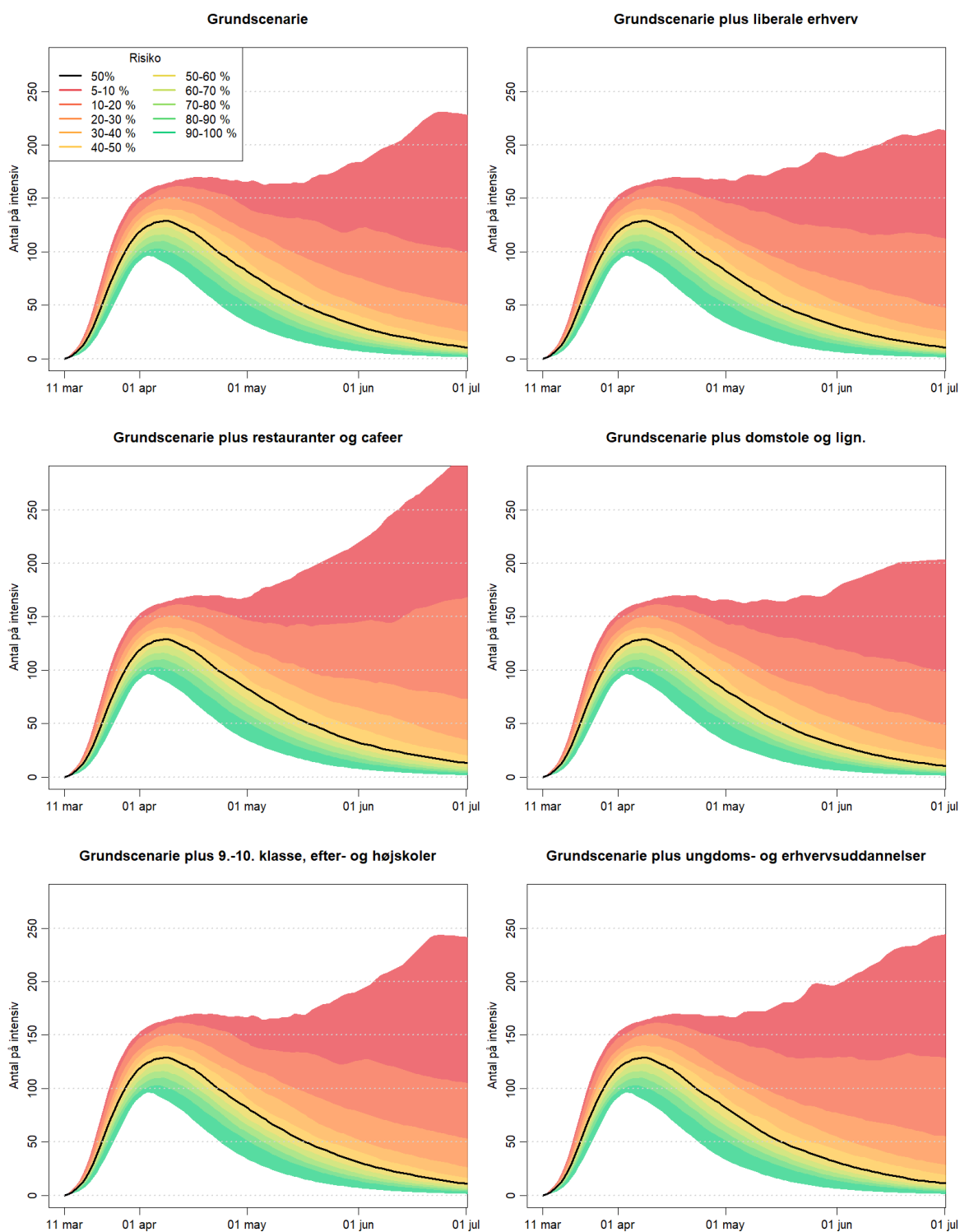


Figur 2. Den simulerede belastning ved grundscenariet på intensive og almene sengepladser i Danmark for grundscenariet med tre niveauer af fysisk afstand. Den sorte kurve repræsenterer medianen af simuleringerne.



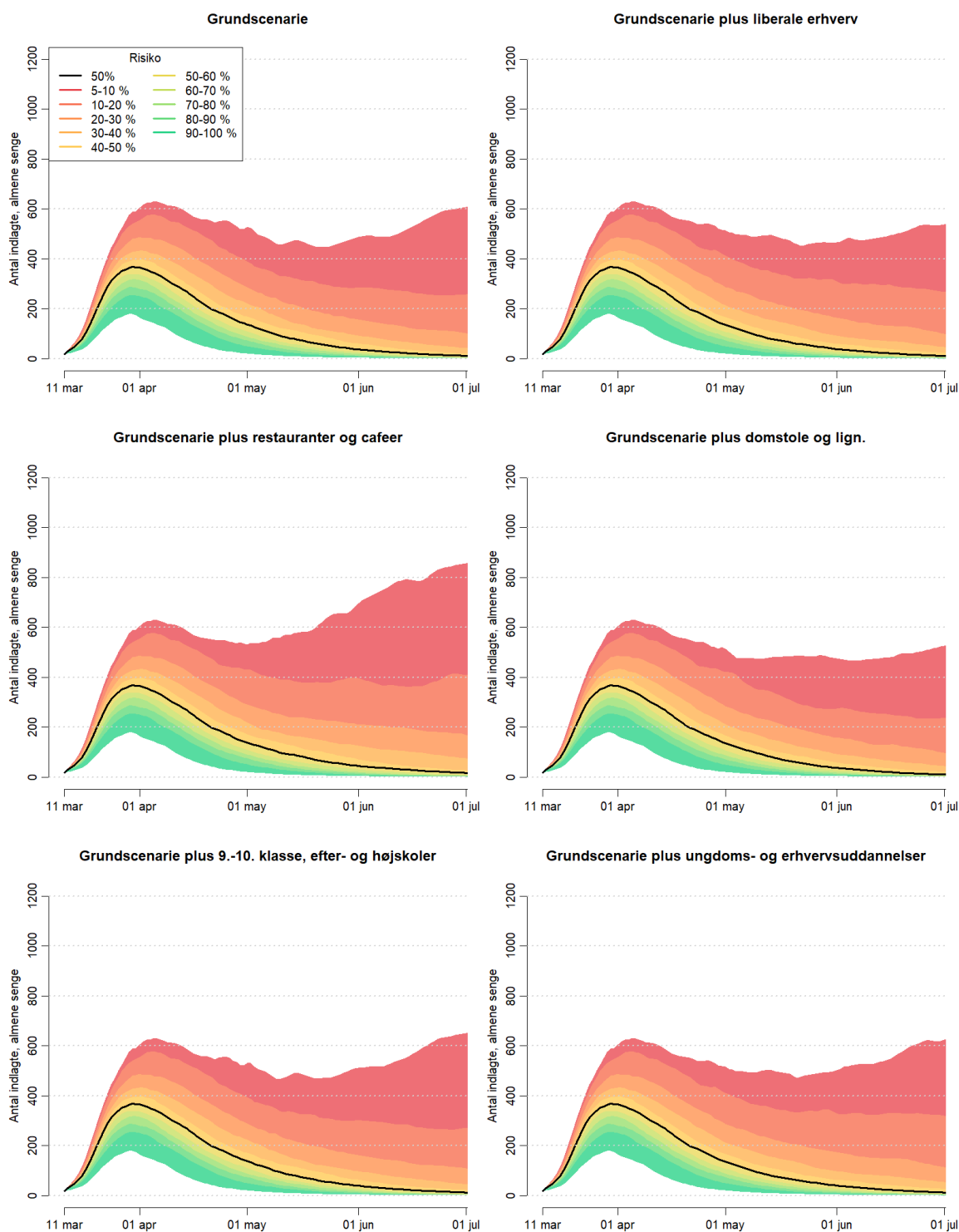


Figur 3. Den simulerede belastning ved henholdsvis grundscenariet samt grundscenariet plus de enkelte tiltag på intensive sengepladser i Danmark ved overholdelse af fysisk afstand på niveau som før påske. Den sorte kurve repræsenterer medianen af simuleringerne.



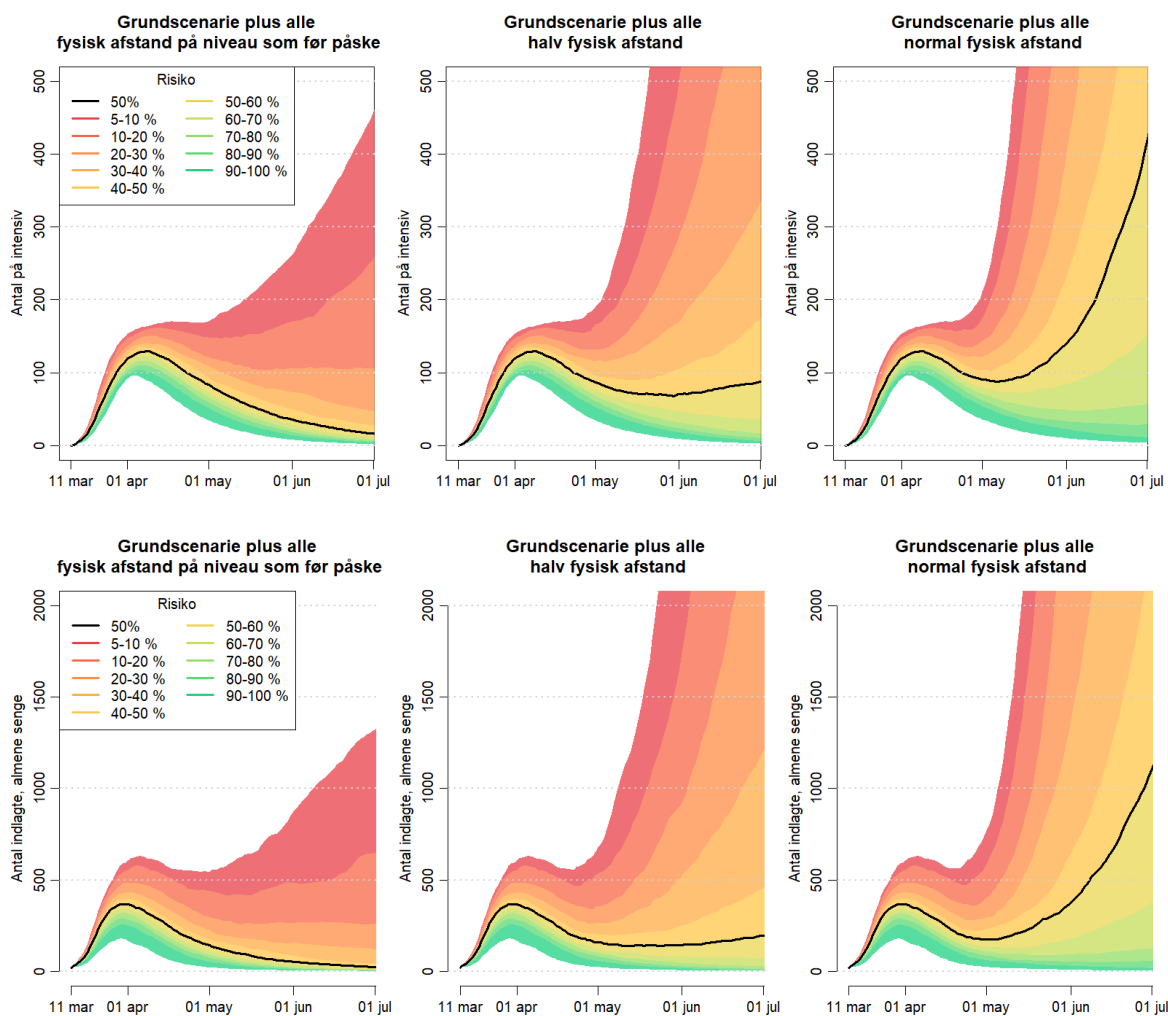


Figur 4. Den simulerede belastning ved henholdsvis grundscenariet samt grundscenariet plus de enkelte tiltag på almene sengepladser i Danmark ved overholdelse af fysisk afstand på niveau som før påske. Den sorte kurve repræsenterer medianen af simuleringerne.





Figur 5. Den simulerede belastning ved grundscenariet plus alle tiltag på intensive og almene sengepladser i Danmark for grundscenariet med tre niveauer af fysisk afstand. Den sorte kurve repræsenterer medianen af simuleringerne.





Tabel 6. Medianer og 95% simulationsintervaller d. 15. maj

Scenarie	Intensive sengepladser med fysisk afstand som før Påske [95% SI]	Almene sengepladser med fysisk afstand som før Påske [95% SI]	Intensive sengepladser - halv fysisk afstand [95% SI]	Almene sengepladser - halv fysisk afstand [95% SI]	Intensive sengepladser – normal fysisk afstand [95% SI]	Almene sengepladser – normal fysisk afstand [95% SI]
Grundsce- narie	53 [25; 165]	77 [16; 475]	65 [27;291]	112 [22;951]	86 [29;493]	175 [28;1947]
Grundsce- narie plus li- berale er- hverv	52 [26; 175]	77 [17; 491]	-	-	-	-
Grundsce- narie plus restaurant, cafe mv.	55 [26; 191]	86 [18; 578]	-	-	-	-
Grundsce- narie plus domstole og lign.	53 [25; 165]	76 [16; 481]	-	-	-	-
Grundsce- narie plus 9.-10. klasse, ef- terskoler og højskoler	54 [25; 170]	78 [16; 492]	-	-	-	-
Grundsce- narie plus eksaminer på ung- doms- og erhvervsud- dannelser	53 [26; 177]	77 [17; 498]	-	-	-	-
Grundsce- narie plus alle	56 [26; 203]	90 [19; 640]	72 [28;371]	141 [24;1319]	94 [30;590]	219 [30;2217]



Simuleringerne viser, at såfremt alle eller halvdelen af den voksne befolkning fortsætter med at holde fysisk afstand som nu, så har vi højst sandsynligt allerede set den maksimale belastning på intensive sengepladser inden for de beregnede aktuelle scenarier. Hvis danskerne derimod ophører med at holde fysisk afstand, så kommer der en kraftig stigning i belastningen både på almene og på intensive sengepladser senere. Uanset scenariet så forventes et fald frem til starten af maj måned. Det er først omkring midten af maj (altså en måned efter lempelsen), at man ud fra hospitalsindlæggelser kan forvente at se en effekt af de valgte lempelser.

Det bemærkes, at der er flere af scenarierne, som indebærer meget små øgninger i aktiviteten i forhold til aktiviteten i grundscenariet, for eksempel grundscenariet plus domstole og lign. Det er derfor ikke uventet, at stokastiske modelsimulationer af scenarier, der aktivitetsmæssigt ligger tæt på hinanden, viser tæt på ens eller let modsatrettede resultater.

Afslutningsvist bemærkes det, at smittetrykket (R_e) i den mediane forudsigtelse ikke vil stige til 1 under forudsætning af fastholdelse af fysisk afstand og overholdelse af hygiejnetiltag svarende til perioden før påske. Der vil derfor stadig forventes en nedadgående belastning i forhold til antal indlæggelser på almene og intensive sengepladser. Der er dog en række opmærksomhedspunkter i den sammenhæng, som fremhæves nedenfor. Disse rækker ud over de generelle begrænsninger, der er forbundet med matematiske modeller.

Modellerne understreger som tidligere, at fysisk afstand er afgørende for at forebygge smitte.

- Jo flere lempelser der indføres, desto større variation og usikkerhed kommer der i beregningerne, især når der ses frem i tiden.
- Påsken og den begyndende optimisme som følge af, at epidemien er vendt i Danmark kan ledsages af ændringer i befolkningens adfærd, der endnu ikke er slået igennem i de data, der er anvendt. Dette vil først kunne ses i antallet af nyindlæggelser om 3-4 uger.
- De psykologiske effekter i form af overoptimisme, der kan være forbundet med at åbne café og restaurantliv, indgår ikke i beregningerne.
- Der kan være risiko for superspredning ved begivenheder relateret til store retsmøder, idræts og fritidsliv, foreningsliv, efterskoler og højskoler. Disse indgår ikke i modellen.
- Ifølge bloddonordata er den danske befolkning stadig overvejende modtagelig for COVID-19. Det betyder, at der stadig er risiko for en anden bølge af COVID-19 smitte. Dette illustreres tydeligt i Fase 1 grundscenarie med alle yderligere lempelser plus fysisk kontakt.

5. Referencer

Bi, Q., Wu, Y., Mei, S., Ye, C., Zou, X., Zhang, Z., ... & Gao, W. (2020). Epidemiology and Transmission of COVID-19 in Shenzhen China: Analysis of 391 cases and 1,286 of their close contacts. *MedRxiv*.

Blocken, B., Malizia, F., van Druenen, T., & Marchal, T. Towards aerodynamically equivalent COVID19 1.5 m social distancing for walking and running.

Klepac, P., Kucharski, A. J., Conlan, A. J., Kissler, S., Tang, M., Fry, H., & Gog, J. R. (2020). Contacts in context: large-scale setting-specific social mixing matrices from the BBC Pandemic project. *MedRxiv*.

Mossong, J., Hens, N., Jit, M., Beutels, P., Auranen, K., Mikolajczyk, R., ... & Heijne, J. (2008). Social contacts and mixing patterns relevant to the spread of infectious diseases. *PLoS medicine*, 5(3).

Uldall, P. (1990). Pasningsformer og børns infektioner. 1. Forekomst og årsagsfaktorer. *Ugeskrift for Læger*, 152, 2345-2348.