



Simuleret udvikling af covid-19-epidemien i uge 47-51

Ekspertgruppen for matematisk modellering d. 30. november

Sammenfatning

Resultaterne i dette notat viser den simulerede udvikling i antallet af nye daglige smittede og nyindlæggelser med covid-19 til d. 26. december 2021 ved anvendelse af popIBM som beskrevet i “*Ekspertrapport af 20. september 2021 - Scenarier for udviklingen i smitte, nyindlæggelser og gennembrudsinfektioner med covid-19*”¹ og efterfølgende, løbende notater², hvor modellen, forbehold og antagelser er beskrevet.

Herudover vises der i dette notat resultater fra en ny populationsmodel, der simulerer det daglige antal nyindlæggelser og antallet af indlagte på hospitalerne frem til d. 19. december. Modellen er udviklet ved Aalborg Universitet og navngives popEKF, da det er en populationsmodel lavet vha. et Extended Kalman Filter, og er en anden type model end popIBM. popEKF estimerer udviklingen ud fra det observerede antal af nyindlæggelser, og anvender dermed ikke kontaktmatricer for aktiviteten. Modellen medtager ikke fremtidige revaccinationer, eller fremtidig vigende immunitet. Modellen er beskrevet i bilag 2. Såfremt estimerer fra forskellige modeller peger i samme retning vil det sandsynliggøre en given udvikling i epidemien.

pop9-modellen, som tidligere har været præsenteret i Ekspertgruppens rapporter og notater, er ved at blive opdateret med vigende immunitet og effekten af revaccination. Indtil modellen er fuldt opdateret, herunder med den rette kobling mellem vigende immunitet og andre effekter i modellen er den ikke medtaget i notatets resultater.

Notatet er baseret på det nuværende smittebillede, og fremskrivningerne medtager ikke fremkomsten af eventuelle nye, mere smitsomme virusvarianter.

Konklusionerne i dette notat er:

- I begge modeller forventes stigninger i antallet af nyindlæggelser og i popIBM forventes stigende smittetal i de kommende 5 uger.

Indlæggelser:

¹ https://covid19.ssi.dk/-/media/cdn/files/ekspertrapport-af-d-20-september-2021_scenarier-for-udviklingen.pdf?la=da

² <https://covid19.ssi.dk/analyser-og-prognoser/modelberegninger> - findes under fanen “Efter genåbning af Danmark 2021”

- For antallet af nyindlæggelser er der god overensstemmelse mellem de to modeller og med den observerede udvikling hidtil. Medio december estimeres mellem 75 og 200 daglige nyindlæggelser. Nyindlæggelserne forventes især blandt de over 60-årige. Ingen af de to modeller har på nuværende tidspunkt direkte implementeret vigende immunitet mod infektion eller effekten af revaccination. Disse to effekter er modsatrettede, og den samlede effekt på antal nyindlæggelser (og antal indlagte) afhænger derfor af, om der revaccineres hurtigere end immuniteten viger, særligt blandt de over 60-årige. Hvis det lykkes at øge den gennemsnitlige immunitet, kan det reducere antallet af indlæggelser ift. det estimerede. Bemærk, at en andel af indlæggelserne vil være af kortere varighed (<12 timer), som beskrevet i notat af d. 15. oktober.
- Antallet af indlagte estimeres til mellem 550 og 750 indlagte medio december 2021, og er stigende i den simulerede periode. Det er særligt i Region Hovedstaden, Region Sjælland og Region Syddanmark, hvor der forventes et stigende antal indlagte. Det samlede antal indlagte er simuleret i popEKF, som er en nyligt udviklet model, hvor flere parametre ikke er fuldt integreret. Dette gør, at estimaterne er forbundet med ekstra usikkerhed. Herudover trådte nye retningslinjer i kraft den 17. oktober, hvor alle medicinske patienter skulle covid-19 testes ved indlæggelse. Denne ændring forventes at medføre en ekstra usikkerhed i den simulerede udvikling for indlagte, og stigningen i antallet af indlæggelser og indlagte kan skyldes, at flere testes ved indlæggelse, og ikke at flere indlægges pba. alvorlig covid-19.

Smittetal:

- Medio december estimeres mellem 3.400 og 8.300 daglige smittede. Smittetallene er opjusteret ift. forrige notat af d. 1. november, se bilag 1. Opjusteringen beror dels på en øget testaktivitet, vigende immunitet og at smittetallene lå i den øverste del af intervallet i forrige notat, hvorfor intervallet ligger højere i dette notat. Bemærk at udviklingen i smittetal også er følsom overfor, om der revaccineres hurtigere end immunitet viger.
- Der ses en udfladning i smittetallene fra primo december, som til dels skyldes reduceret aktivitet i popIBM ved høje smittetal og en varm periode i langtidsprognoserne for temperaturer. Den største andel smittede forventes blandt de uvaccinerede 0-19-årige og de vaccinerede 12-59-årige.

Forbehold:

- Der er fortsat betydelige usikkerheder relateret til epidemiens udvikling i de kommende uger. Dette skyldes til dels usikkerheder ift.:
 - vaccineeffektiviteten i forhold til beskyttelse mod smitte og videresmitte fra vaccinerede.
 - at den fremtidige udvikling i den vigende immunitet og effekten af revaccination ikke er medtaget i popIBM og popEKF.
 - smittereducerende effekter i modellerne og i samfundet. Hvis der kommer nye smittereducerende tiltag, eller hvis effekten af de eksisterende tiltag er større

end antaget, vil det medføre, at modellerne kan overestimere udviklingen i smittetal og indlæggelser.

- befolkningens adfærd i december måned. Hvis der er en øget aktivitet i befolkningen, også på tværs af generationer, kan modellerne underestimere udviklingen.

Parametre og antagelser i simuleringerne:

Der anvendes samme parametre som i notat af d. 1. november med følgende undtagelser:

Smittereducerende effekter:

- Som beskrevet i tidligere rapporter har popIBM implementeret de smittereducerende effekter i form af lokale reduktion i smitte, når smittetallene stiger. Her fører de stigende smittetal til mindre aktivitet i lokalområdet og mere testning. Der er altså ikke indlagt en fast smittereducerende effekt, men modellen reagerer dynamisk på lokalt stigende smittetal. Måden de smittereducerende tiltag er implementeret er opdateret i modellen, så der fra den 15. november er en gradvis reduktion i aktivitet når de kommunale 7-dags incidenser overstiger 400 smittede per 100.000 på op til 20% af nedlukningen i januar ved en incidens på 1.600 per 100.000. Ved incidenser over 1.600 per 100.000 indbyggere antages en reduktion i aktivitet svarende til 50% af nedlukningen i januar 2021, se bilag 2.

Aktivitetsændringer:

- popIBM har tilføjet en periode (21. august til 10. september) med 20% reduktion i aktivitet som følge af RSV-udbruddet.

Vaccineeffektivitet mod smitte:

- I popIBM simuleres 2.000 forskellige kombinationer af vaccineeffektivitet mod smitte og graden af videresmitte fra vaccinerede personer, hvorefter de 10% simuleringer der passer bedst med den observerede udvikling udvælges, som beskrevet i Ekspertgruppens notat af d. 15. oktober³. Dette er udfaldsrummet i figurerne. Da denne selektion baseres på de foregående 8 uger, kan der forekomme ændringer i spændet for vaccineeffektiviteten mod smitte ift. de forrige notater. Dette kan eksempelvis skyldes, at der er vigende immunitet mod smitte i samfundet, hvilket vil medføre at en lavere vaccineeffektivitet passer bedre med den observerede udvikling og dermed nedjustere det samlede udfaldsrum for vaccineeffektiviteten mod smitte i dette notat.

Vaccinationsprogrammet:

- Vaccinationstilslutningen er fastlagt per 21. november 2021 til 88,5% af de inviterede. Som noget nyt antages det i popIBM, at vaccinationstilslutningen stiger løbende i den simulerede periode, hvor de målgrupper der ikke har opnået 90% tilslutning fortsætter

³ <https://covid19.ssi.dk/-/media/cdn/files/notat-simuleret-udvikling-i-epidemien-uge-40--45--15-oktober-2021.pdf?la=da>

med samme ugentlige antal doser, som blev givet uge 46, indtil den samlede tilslutning når 90%, se bilag 2.

- Vaccination af børn i alderen 5-11 år er ikke medtaget i modellen, men forventes at blive implementeret ved næste opdatering. Der forventes ikke at være en væsentlig effekt af disse vaccinationer i simuleringsperioden.

Testaktivitet:

- Smittetal i modellerne er baseret på det faktiske antal tests bagud i tid, samt en antagelse om, at testniveauet i den seneste uge (uge 46) fastholdes i hele den fremskrevne periode (svarende til ca. 160.000 daglige PCR-tests).

Ny model:

- Antallet af indlagte præsenteres i denne rapport fra en ny model, kaldet popEKF, der beskrives yderligere i bilag 2. Modellen fokuserer på den observerede udviklingen og bygger ikke i samme grad på direkte information om fx aktiviteten i samfundet. popEKF anvender den historiske udvikling op til d. 24. november (estimationsperioden) for at estimere den epidemiske tilstand, samt vækstrater i to aldersgrupper. Disse estimater er udgangspunkter for prædiktionen fra 24. november og frem. Der er en række forbehold ved denne model:
 - Vigende immunitet følges delvist i modellen vha. løbende estimering af vækstraten. Det vil sige, at hvis vækstraten langsomt ændrer sig når vigende immunitet begynder at vise sig som flere smittede, vil modellen tilpasse sig denne udvikling. Udviklingen i den forventede vigende immunitet er ikke medtaget i prædiktionsperioden. I prædiktionsperioden tages udgangspunkt i vækstraten på det tidspunkt, hvor prædiktionen påbegyndes. Dette gør sig også gældende for effekten af revaccination.
 - Modellen tilpasser sig automatisk til den observerede udvikling, når denne sker gradvist, men reagerer langsomt på pludselige ændringer. Indførelsen af smittereducerende tiltag som fx coronapas, øget antal tests medtages begyndelsesvis som en 10% reduktion i smitte fra d. 15. november og justeres de følgende dage af modellen, så reduktionen passer med den observerede udvikling. Det vil typisk tage et par uger, før sådanne pludselige ændringer kan forventes at slå fuldt igennem i modellens udvikling.
 - Sæsoneffekt er medtaget i prædiktionsmetoden med samme data som for popIBM.

Resultater

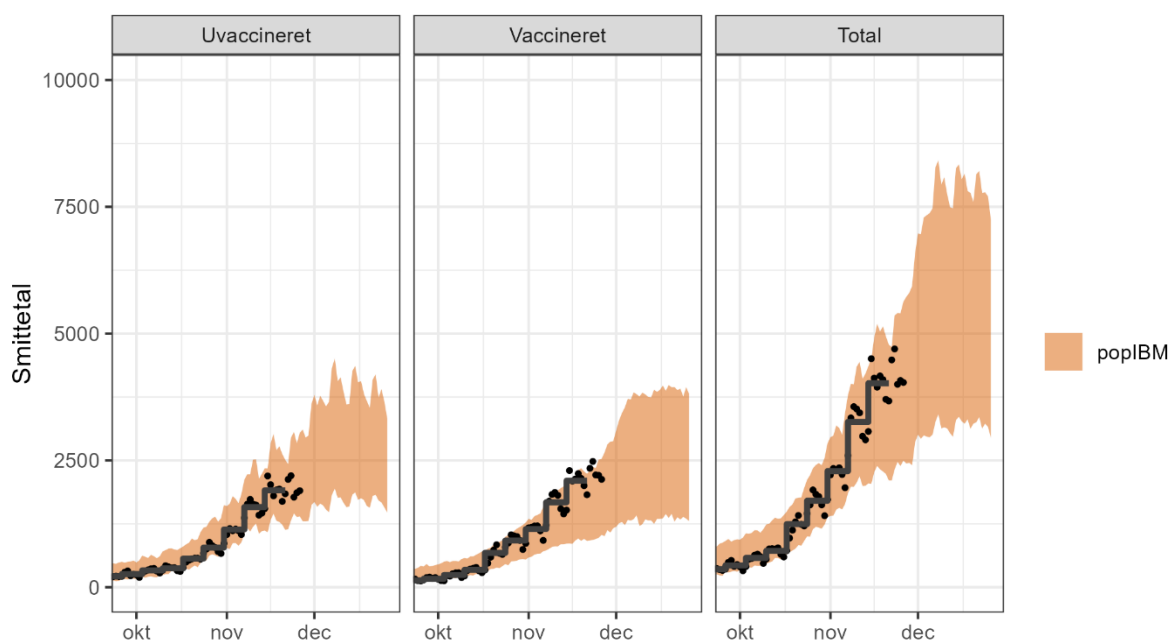
Figur 1 viser den estimerede udvikling i nye daglige smittetal med de ovenfor beskrevne antagelser, mens figur 2 viser daglige nye indlæggelser i uge 47-51. Figurerne viser smittetal og nyindlæggelser for uvaccinerede i graferne til venstre, for vaccinerede i midten, og det samlede smittetal og nyindlæggelser til højre. popEKF er kun simuleret for den samlede befolkning og ikke for vaccinationsstatus. popEKF kører frem til d. 19. december 2021, og er kalibreret på perioden frem til d. 24. november 2021. For popIBM er der anvendt ugentlige tal

fra d. 27. september og frem til d. 21. november 2021 til at kalibrere modelkørslerne. Den observerede udvikling (sort kurve) vises som et dagsgennemsnit baseret på de ugentlige smittetal, hvorfor udviklingen vises som spring fra uge til uge. De sorte prikker viser de faktiske daglige smittetal og nyindlæggelser, og er medtaget for at vise dag til dag-variationen.

Af figur 1 ses, at der forventes stigende smitte i løbet af december. Medio december estimeres de daglige smittetal således at være mellem 3.400 og 8.300 daglige smittede.

I løbet af december ses en udfladning i smittetallene. Denne udfladning sås også i det forrige modelnotat, og forventes at skyldes antagelsen om lokale tiltag og nedlukninger fra kommunale incidenser på 400 per 100.000 indbyggere og en varmere periode i vejrprognoserne. Hvornår udfladningen reelt vil indfinde sig, og hvor længe den varer inden smitten igen stiger, er ikke godt bestemt blandt andet på grund af usikkerheder omkring vaccineeffektiviteten mod infektion, adfærdsændringer i befolkningen og temperatur.

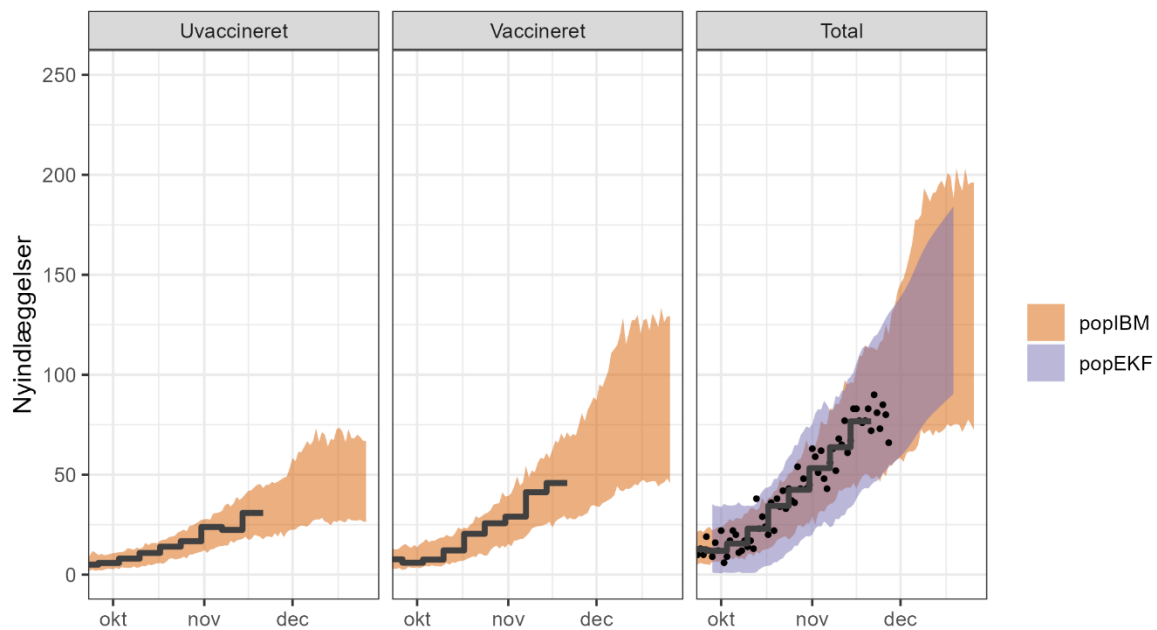
De observerede smittetal ligger fra starten af november i den øverste del af spændet for popIBM, hvilket antages at skyldes vigende immunitet mod infektion, som ikke er implementeret i modellen endnu.



Figur 1. Daglige smittetal i popIBM fordelt på uvaccinerede (venstre kolonne), vaccinerede (midterste kolonne) og det totale antal smittede (højre kolonne). Den sorte kurve viser for hver uge de observerede gennemsnitlige smittetal per dag frem til d. 21. november 2021, mens de sorte punkter viser de tilsvarende daglige smittetal frem til d. 26 november. I popIBM er vaccineeffektiviteten mod infektion mellem 60-80% mens reduktionen i risiko for transmission spænder mellem 50-80% for vaccinerede.

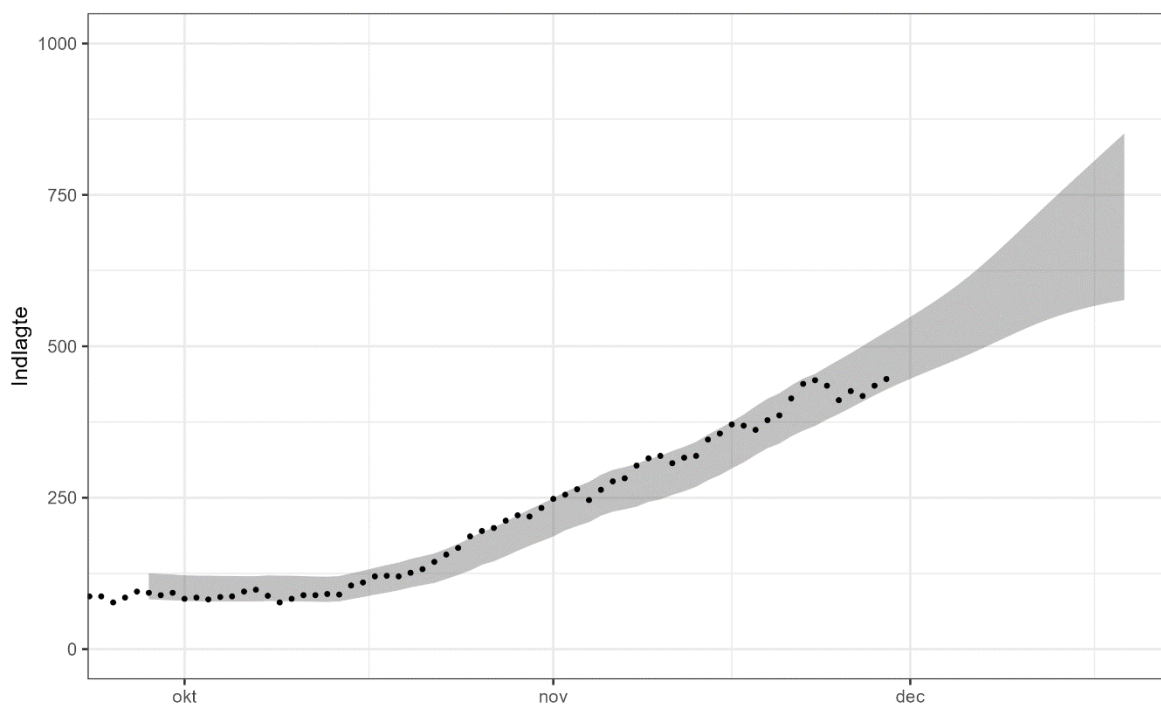
Af figur 2 ses, at de daglige nyindlæggelser ligeledes forventes at stige i de kommende 5 uger. Medio december estimeres de daglige nyindlæggelser således at være mellem 75 og 200 daglige nyindlæggelser.

Begge modeller har indtil videre passeret godt på de observerede data. Udfladning i nyindlæggelser i popIBM hen mod slutningen af simuleringsperioden afspejler udfladningen i smittetallene.



Figur 2. Nyindlæggelser i to forskellige modeller fordelt på uvaccinerede (venstre kolonne), vaccinerede (midterste kolonne) og det totale antal nyindlæggelser (højre kolonne). Udviklingen i popIBM er vist med orange frem til d. 26. december. Udviklingen i popEKF er ikke opgjort på vaccinationsstatus, men vises med lilla i højre kolonne frem til d. 19. december 2021. Den sorte kurve viser for hver uge de observerede gennemsnitlige nyindlæggelser per dag frem til d. 21. november 2021, mens de sorte punkter viser de tilsvarende daglige tal frem til d. 26. november. I popIBM er vaccineeffektiviteten mod infektion mellem 60-80% mens reduktionen i risiko for transmission spænder mellem 50-80% for vaccinerede.

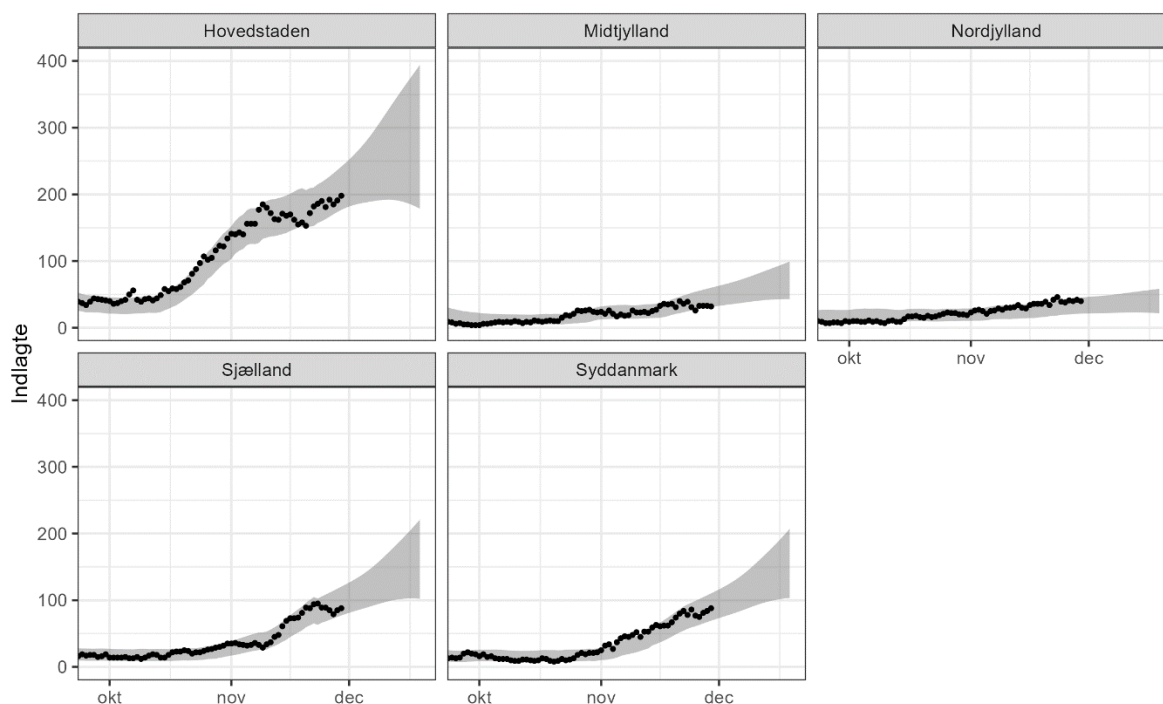
Figur 3 viser det estimerede antal af indlagte i popEKF. Det ses af figuren, at antallet af indlagte forventes at stige til mellem 550 og 750 indlagte d. 15. december 2021. Modellen tager kun delvist højde for den nylige revaccination blandt de over 65-årige og personerne i målgruppe 4 og 5. Den største usikkerhed på popEKF er den løbende estimering af vækstraten hvilket gør, at pludselige ændringer ikke fanges i modellen. Det er også derfor, at spændet vokser hen mod slutningen af fremskrivningen, hvor usikkerheden på vækstraten bliver mest tydelig.



Figur 3. Antallet af indlagte i popEKF (grå interval) frem til d. 19. december. Modellen er kalibreret på data frem til d. 24. november. De observerede indlagte frem til d. 29. november er markeret med sorte prikker.

Antal indlagte på regionsniveau i popEKF

Figur 4 viser det estimerede antal af indlagte fra popEKF frem til d. 19. december 2021 på regionsbasis. Det fremgår af figuren, at særligt Region Hovedstaden, Region Sjælland og Region Syddanmark kan forvente flere indlagte. Der er betydelig usikkerhed på udviklingen i Region Hovedstaden og Region Sjælland. Denne usikkerhed kommer på baggrund af den relativt store variation i antallet af indlagte i den seneste periode, hvilket medfører en større usikkerhed i den fremtidige vækstrate i disse regioner.



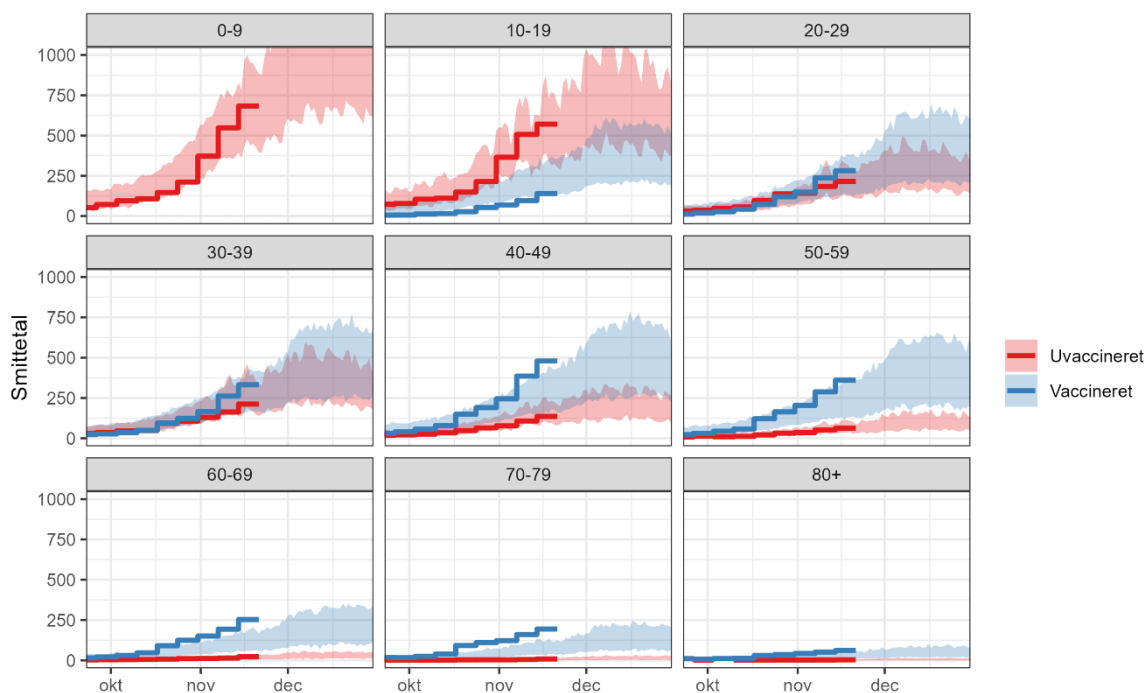
Figur 4. Antallet af indlagte i popEKF i de fem regioner frem til d. 19. december. Modellen er kalibreret på data frem til d. 24. november. De observerede indlagte frem til d. 29. november markeret med sorte prikker.

Smittetal og nyindlæggelser i aldersgrupper i popIBM

Figur 5 illustrerer udviklingen i daglige smittetal i popIBM fordelt på aldersgrupper. I figuren vises den estimerede udvikling i smittetal blandt uvaccinerede med rødt og vaccinerede med blå.

Smittetallene forventes at stige i den kommende periode. Der forventes størst stigning i smitte blandt aldersgrupperne under 60 år, både for vaccinerede og uvaccinerede. Blandt de uvaccinerede forventes mest smitte hos de 0-19-årige, mens der for de vaccinerede forventes udbredt smitte blandt både børn og voksne i alderen 12-59 år. Bemærk også, at langt de fleste over 12-årige er vaccinerede, og der derfor er stor forskel på størrelsen af de to grupper.

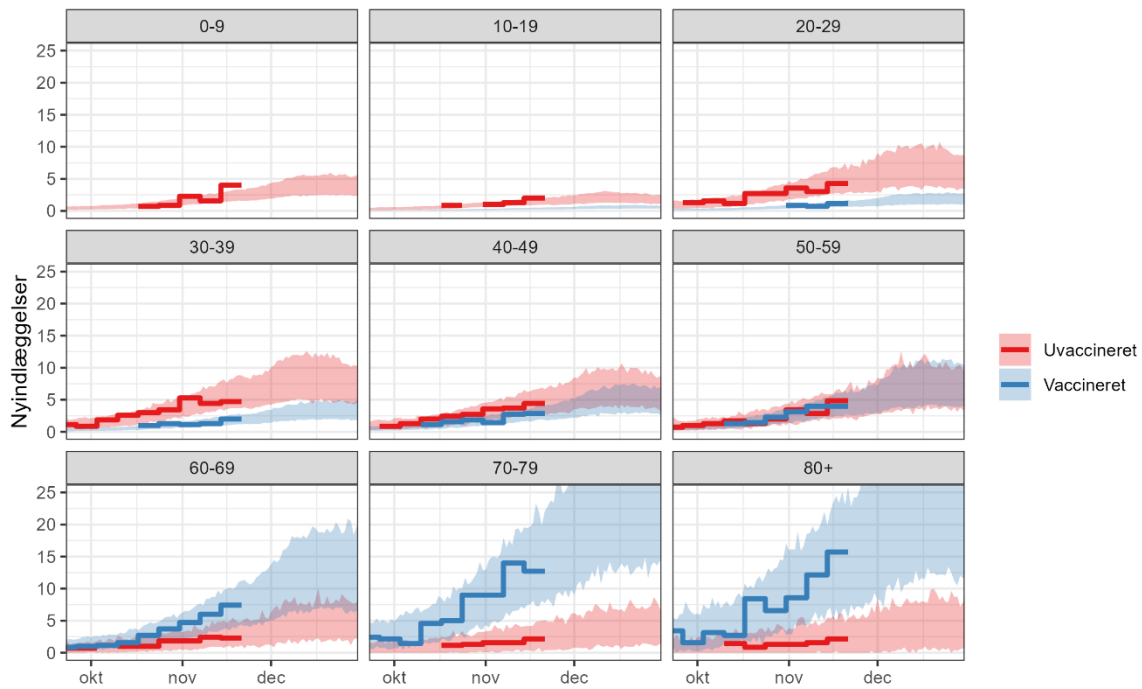
For de vaccinerede grupper over 40 år ligger den observerede udvikling i toppen eller over den simulerede udvikling fra midten af oktober. Modsat ligger den observerede smitte lavt blandt de vaccinerede 12-19-årige ift. det simulerede spænd. Dette kan skyldes, at der er anvendt en aldersuafhængig vaccineeffektivitet mod infektion i modellen. I realiteten forventes det, at vaccineeffektiviteten mod infektion er lavere for ældre vaccinerede aldersgrupper end for de yngre. Det skal bemærkes, at vigende immunitet endnu ikke er implementeret i popIBM. For de fleste aldersgrupper ses en udfladning i smitten fra begyndelsen af december, som forventes at skyldes antagelsen om lokale tiltag og nedlukninger fra kommunale incidenser på 400 per 100.000 indbyggere og til dels varmere temperaturer i langtidsprognoser.



Figur 5. Daglige smittetal fordelt på aldersgrupper i popIBM. Smittetal for uvaccinerede er vist med rødt og vaccinerede med blå. De mørkerøde og mørkeblå kurver viser de observerede nyindlæggelser per dag som et ugegennemsnit frem til d. 21. november 2021. Uger hvor der er under 5 smittede i aldersgruppen er udeladte I popIBM er vaccineeffektiviteten mod infektion mellem 60-80% mens reduktionen i risiko for transmission spænder mellem 50-80% for vaccinerede.

Figur 6 illustrerer udviklingen i daglige nyindlæggelser i popIBM fordelt på aldersgrupper. I figuren vises den fremskrevne udvikling i nyindlæggelser blandt uvaccinerede med rødt og vaccinerede med blå.

Det forventes, at nyindlæggelserne vil stige i nogen grad blandt de uvaccinerede 20-59-årige, men særligt blandt de vaccinerede over 60 år.



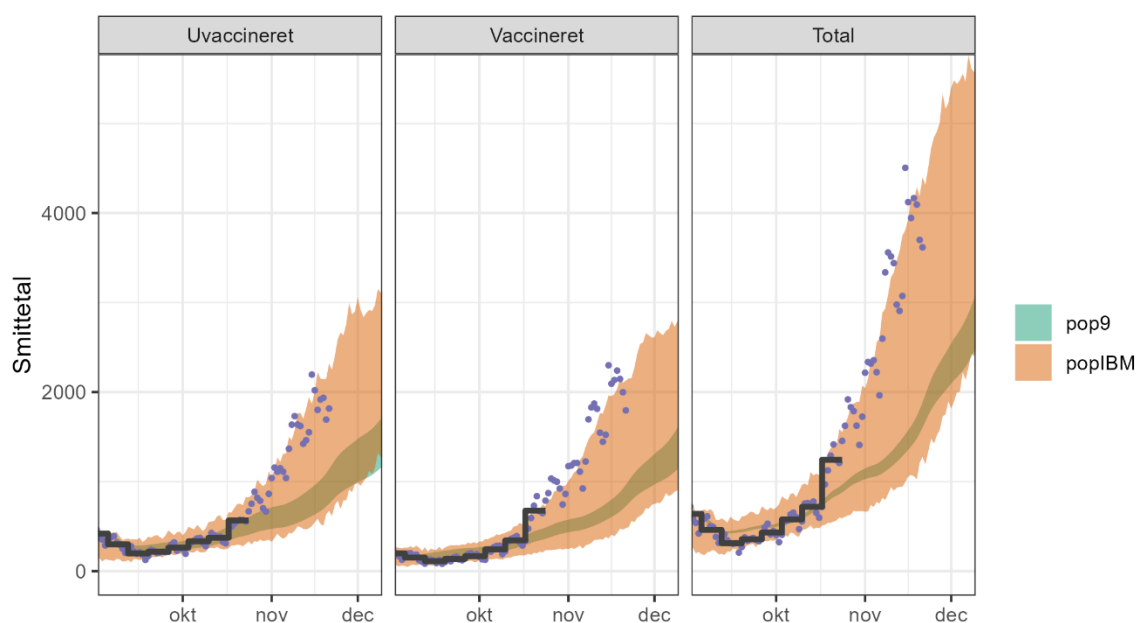
Figur 6. Daglige nyindlæggelser fordelt på aldersgrupper i popIBM. Nyindlæggelser for uvaccinerede er vist med rødt og vaccinerede med blå. De mørkerøde og mørkeblå kurver viser de observerede nyindlæggelser per dag som et ugegennemsnit frem til d. 21. november 2021. Uger hvor der er under 5 nyindlæggelser i aldersgruppen er udeladte. I popIBM er vaccineffektiviteten mod infektion mellem 60-80% mens reduktionen i risiko for transmission spænder mellem 50-80% for vaccinerede.

Bilag 1. Grafer fra notat af den 1. november med den observerede udvikling frem til den 7. november

I notat af d. 1. november 2021 blev en række figurer for den fremskrevne udvikling præsenteret. I dette bilag præsenteres de samme modelfremskrivninger, men hvor den observerede udvikling er medtaget frem til d. 21. november 2021.

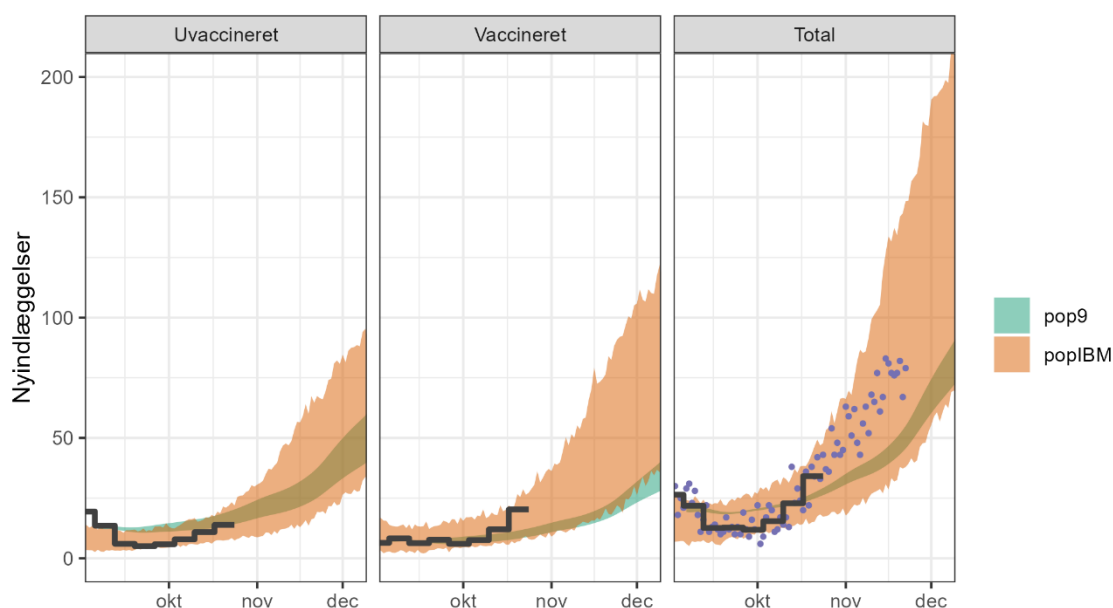
Det ses i figur B1.1, at smittetallene siden sidste modelnotat fortsat er steget kraftigt, og nogle dage har ligget over spændet i popIBM. En årsag hertil kan være, at modellen ikke medtager øget testaktivitet efter kørslen, og at vigende immunitet ikke er implementeret i popIBM. Smittetallene i popIBM ligger højere i figur 1 i dette notat med et estimat på omkring 3.000 - 7.000 i popIBM mod 2.000-4.500 i figur B1.1.

Opjusteringen beror ligeså dels på en øget testaktivitet, vigende immunitet og at smittetallene lå i den øverste del af intervallet i forrige notat, hvorfor intervallet ligger højere i dette notat.



Figur B1.1. Udvikling i simulerede daglige smittetal i to modeller fra notat af d. 1. november 2021. De lilla punkter illustrerer de observerede daglige smittetal frem til d. 21. november. Smittetallene er for uvaccinerede (venstre kolonne), vaccinerede (midterste kolonne) og det totale antal smittede (højre kolonne). Udviklingen i popIBM er illustreret i det orange interval, mens udviklingen i pop9 er illustreret i det grønne interval. Den sorte kurve viser for hver uge de observerede gennemsnitlige smittetal per dag frem til d. 24. oktober 2021 som var tidsperioden for kalibrering. Dage med mindre end 5 er ekskluderet. Vaccineeffektiviteten mod infektion spænder i modellerne mellem ca. 60-80%, mens reduktionen i transmissionsrisiko spænder mellem 50-80% for vaccinerede.

Figur B1.2 viser udviklingen i nyindlæggelser i det modellerede scenarie fra sidste modelnotat, samt observerede nyindlæggelser frem til d. 21. november 2021. Også her ses, at nyindlæggelserne er steget kraftigt, men ligger inden for spændet af popIBM. Antallet af nyindlæggelser d. 1. december er 60-150 i dette notat (figur 2), hvor det i forrige notat var mellem 60-190 d. 1. december, som illustreret i figur B1.2.

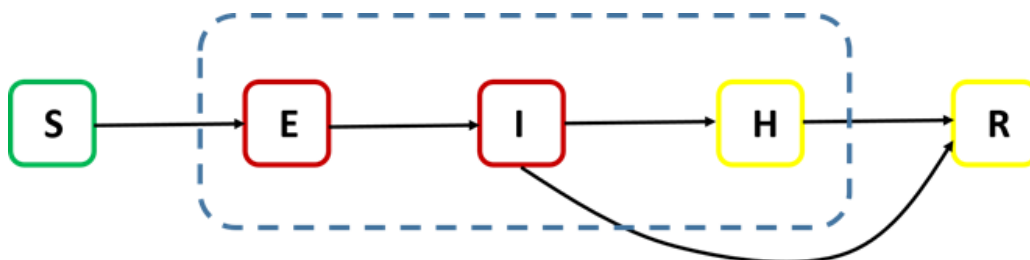


Figur B1.2. Udvikling i simulerede daglige nyindlæggelser i to modeller fra notat af d. 1. november 2021. De lilla punkter illustreret de observerede nyindlæggelser på dagsbasis frem til d. 21. november Nyindlæggelserne er for det totale antal nyindlæggelser (højre kolonne), uvaccinerede (midterste kolonne) og vaccinerede (højre kolonne). Udviklingen i popIBM er illustreret i det orange interval, mens udviklingen i pop9 er illustreret i det grønne interval. Den sorte kurve viser for hver uge de observerede gennemsnitlige nyindlæggelser per dag frem til d. 24. oktober 2021 som var tidsperioden for kalibrering. Dage med mindre end 5 er ekskluderet. Grundet små tal er den observerede udvikling frem til den 21. november ikke medtaget i underfigurerne med uvaccinerede og vaccinerede. Vaccineeffektiviteten mod infektion spænder i modellerne mellem ca. 60-80%, mens reduktionen i risiko for transmission spænder mellem 50-80% for vaccinerede.

Bilag 2. Modelopdateringer

B.2.1. Model for korttidsforudsigelser af hospitalsindlæggelser vha. Extended Kalman Filter

Her følger en beskrivelse af model og metode for filterbaseret forudsigelse af regionale hospitalsindlæggelser fordelt på 2 aldersklasser: under 60 år og over 60 år. Den anvendte model er en simpel SEIHR-model, som vist i figur B2.1 herunder. Modellen kaldes popEKF.



Figur B.2.1. Reduceret epidemisk model til brug for prædiktion af hospitalsindlagte. Kun tilstandene inden for den stiplede blå linje er medtaget i modellen.

Kun tilstandene E, I og H anvendes i beregningerne. Pilene illustrerer overgangsrater, der dels er parameterafhængige og dels tilstandsafhængige. Det antages, at daglige overgangstal mellem tilstandene er Poisson-fordelte med middelværdier, givet ved overgangsraten ganget med tidsskalaen (her 1 dag) og har de samme varianser. Overgangsraterne til og fra de enkelte tilstande er givet i tabellen nedenfor.

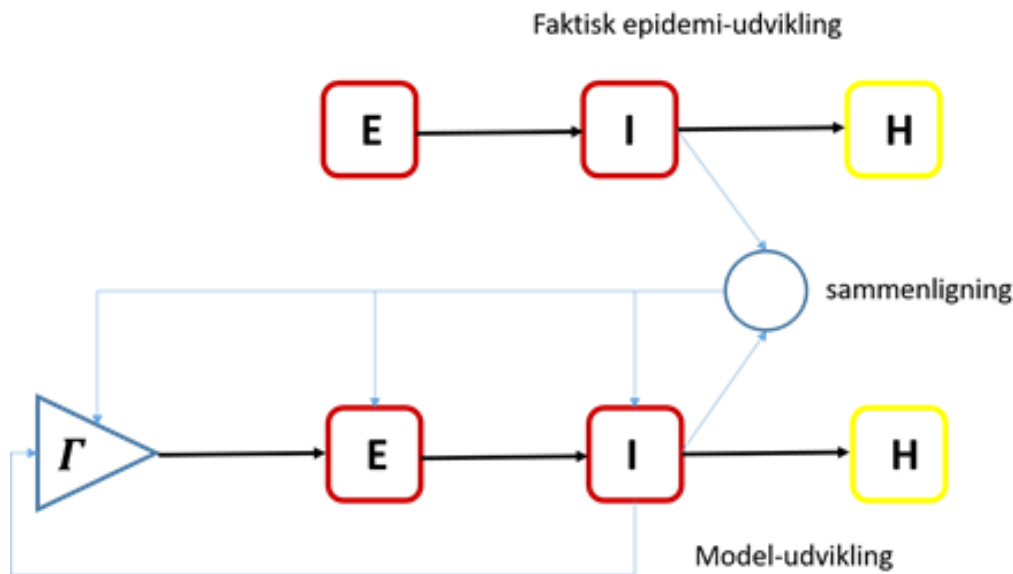
Tabel B.2.1. Overgangsraterne til og fra de enkelte tilstande i den epidemiske model

Tilstand/Retning	Til	Fra
E	ΓI	$\gamma_{EI}E$
I	$\gamma_{EI}E$	$\gamma_{IH}I$
H	$\gamma_{IH}I$	$\gamma_{HR}H$

Her er inflowraten til tilstand E abstraheret fra den klassiske βSI til ΓI med afsæt i den forudsætning, at tilstand S er langsomt varierende.

Da modellen er delt i 2 aldersgrupper vil ovenstående forefindes i 2 versioner for hver region; én for under 60-årige og én for over 60-årige. Koblingen mellem aldersklasserne findes ved at inflow-raten til de to E-tilstande er givet ved hhv. $\Gamma_1(I_1 + I_2)$ og $\Gamma_2(I_1 + I_2)$ respektive for aldersklasserne under 60-årige og over 60-årige. Her er $I = (I_1 + I_2)$, mens parametrene Γ_1 og Γ_2 indføres som ekstra tilstande og dermed ikke fastlåste parametre, men kan løbende estimeres

af filteret. Til brug for estimationen observeres de daglige nyindlæggelser, hvis middelværdi i modellen er lig $\gamma_{IH} I$. Daglige nyindlæggelser anvendes således som en observation af $\gamma_{IH} I$, hvor γ_{IH} antages kendt fra tidligere statistikker uden for modellen. Observationen af $\gamma_{IH} I$ fås pga. Poisson-fordelingen med en varians af samme størrelse. Den beskrevne model kan anvendes som modelkomponent i et såkaldt Extended Kalman Filter, hvor observationen af nyindlæggelser tillader løbende Bayesiansk estimation af tilstandene E og I samt parameteren Γ . I figur B.2.2. herunder illustreres princippet for, hvordan sammenligningen mellem observation og estimat anvendes til at korrigere estimater.



Figur B.2.2: Princippet for Extended Kalman Filter, hvor observationer sammenlignes med estimater, der løbende korrigeres.

Denne sammenligning anvendes herefter til løbende korrektion af de estimerede tilstande samt parameteren Γ , der kan anses som en epidemisk vækstrate for den givne aldersgruppe/region.

Den løbende estimering tilpasser således E og I tilstande samt vækstrate baseret på den faktiske udvikling. Dette anvendes fra et givet tidspunkt som udgangspunkt for en prædiction af f.eks. antallet af indlagte en periode ud i fremtiden.

Da modellen og metoden baserer sig på stokastiske differentilligninger vil estimater og prædictioner som et direkte resultat være fulgt af tilhørende varianser, der kan bruges som usikkerhedsvurdering.

Den løbende estimering af vækstraten vil følge langsomme variationer i den faktiske vækstrate, der igen kan følge af f.eks. årstidsvariationer, vaccinations-kampagner, etc. Hurtige/pludselige variationer af vækstrater som følge af f.eks. restriktioner, begivenheder der involverer et stort antal deltagere eller mærkedage etc. vil kun langsomt propageres til estimatet, hvorfor nogen fejl må påregnes i sådanne tilfælde. Filteret kan indstilles til at følge hurtige ændringer, men dette kan give en for stor følsomhed overfor tilfældige variationer.

Hurtige variationer i vækstraten kan indarbejdes på forskellig vis:

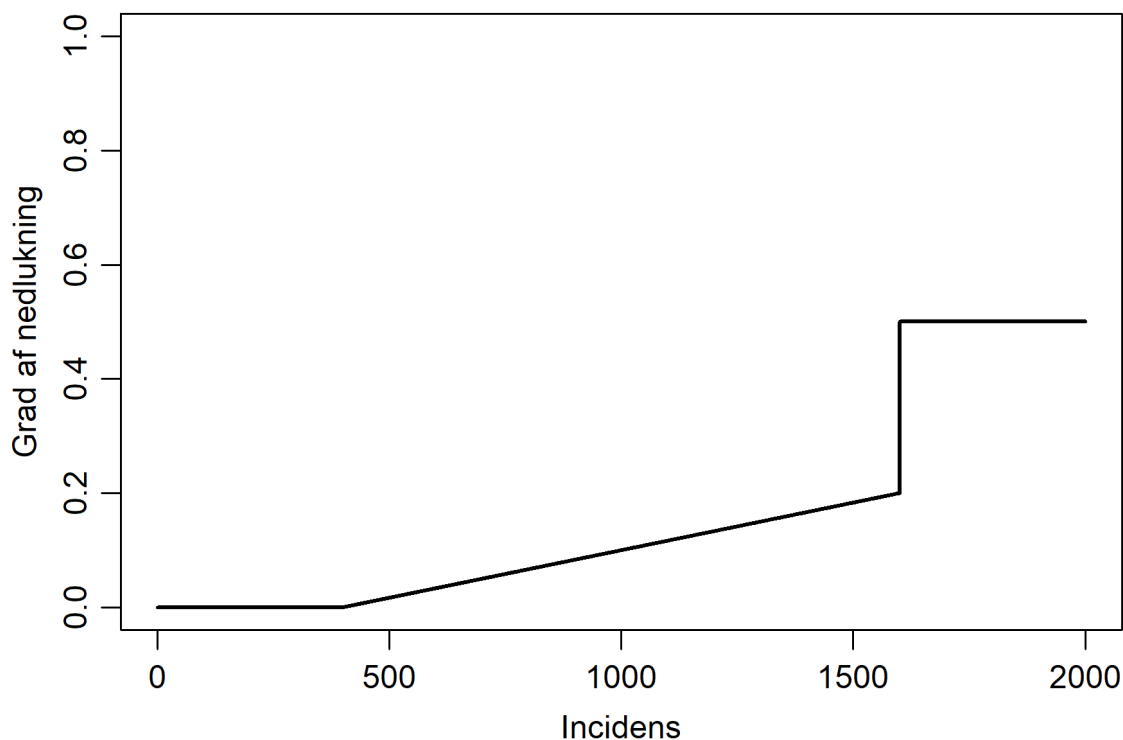
- Man kan lade estimationsfejlen styre opdateringshastigheden, så den bliver større ved pludselige ændringer.
- Idet vækstrater antages proportionale med det generelle aktivitetsniveau i aldersgruppen/regionen kan en kendt ændring i aktivitetsniveau (f.eks. restriktion) benyttes til at skalere vækstraten. Denne strategi kan tillige anvendes i prædiktionsfasen for også langsomme variationer som vaccination og er medtaget for sæsonvariation.

Den første strategi anvendes løbende, mens den anden anvendes når en abrupt ændring i aktivitetsniveau kan forudsiges med tilstrækkelig nøjagtighed.

B.2.2. Adaptiv aktivitet i popIBM

popIBM har kørt med automatiske nedlukninger (med skiftende grænser) siden foråret 2021. Det har været implementeret som en brat overgang til aktivitetsniveauet fra januar 2021, hvor samfundet var nedlukket, i de kommuner eller sogne, som er over de respektive incidensgrænser. Fra 10. september 2021 har der været en bekymringsgrænse ved en 7-dags incidens på 500 per 100.000 indbyggere og i popIBM var den indført som en fiktiv nedlukningsgrænse ved en incidens på 1.000 smittede per 100.000 indbyggere. I virkeligheden implementeres der dog lokale tiltag når smitten nærmer sig grænserne ved stigende smitte, som sammen med selvregulerende adfærd begrænser aktiviteten inden incidensgrænsen overskrides. Derfor er modellen udvidet til at have en gradvis overgang mellem den nuværende aktivitet og aktivitetsniveauet i januar. Figur B.2.3 viser denne overgang med parametre for perioden fra 15. november, hvor bekymringsgrænsen blev sænket fra 500 per 100.000 indbyggere til den nuværende grænse på 400 smittede per 100.000 indbyggere⁴. I modellen opgøres 7-dags incidensen per 100.000 indbyggere hver dag, og graden af nedlukning bestemmes på baggrund af den højeste 7-dags incidens i de forgangne 7 dage – svarende til at en kommune skal være under incidensgrænsen for nedlukning i 7 dage før adfærden normaliseres.

⁴ <https://covid19.ssi.dk/overvagningsdata/opgoerelser-over-covid-19-incidenser-og-vaekstrater>

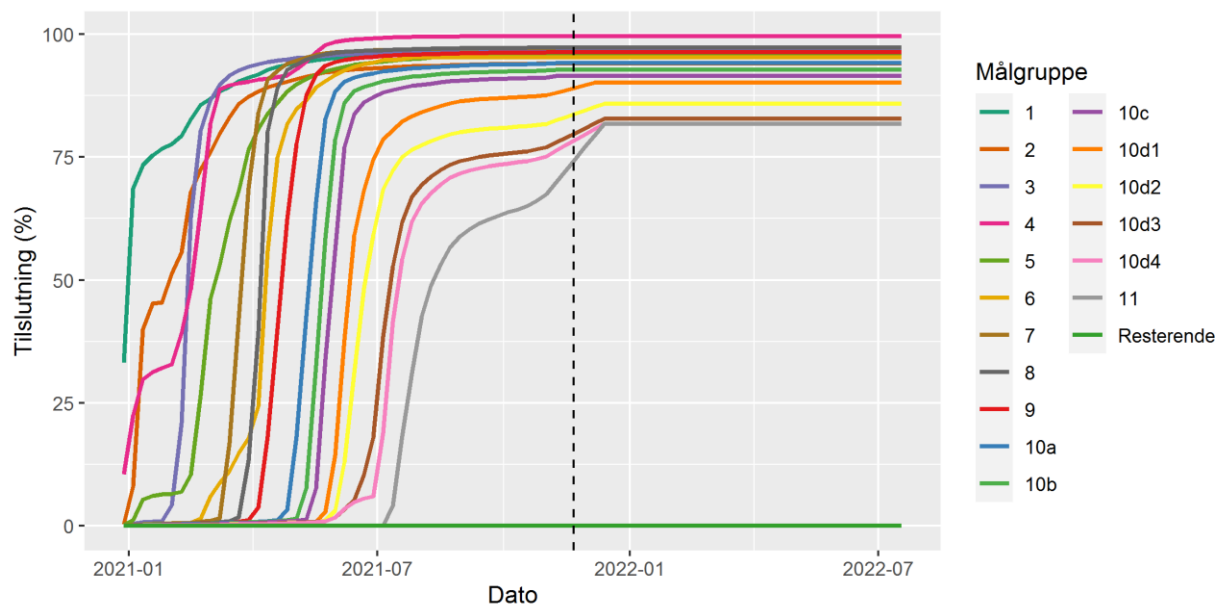


Figur B.2.3: Antaget reduktion i aktivitet relativt til nedlukningen i januar som funktion af 7-dags incidensen (målt per 100.000 indbyggere) i kommuner fra den 15. november og frem.

B.2.3. Algoritme til fremskrivning af vaccineudrulning

I dette afsnit beskrives den algoritme som benyttes til at fremskrive den kommende vaccineudrulning.

Algoritmen tager udgangspunkt i tidsudviklingen af registrerede doser givet i hver vaccinemålgruppe. For at fremskrive antallet af personer som lader sig vaccinere tages udgangspunkt i en referenceuge, der sættes til at være (uge 45). I den første del af algoritmen antages der, at der i hver af de fremskrevne uger antages det, at lige så mange personer påbegynder deres vaccinationsforløb i målgruppen som i referenceugen. Når tilslutningen når 90% i en given gruppe antages, at der ikke flere påbegyndes nye vaccinationsforløb i målgruppen. Ligeledes når tilslutningen til det samlede vaccinationsprogram opnår 90% antages det, at der ikke vil opstarte nye vaccinationsforløb i nogen målgruppe.



Figur B.2.4: Opstart af vaccinationsforløb som de antages i modellen. Perioden frem til den stiplede linje er bestemt på baggrund af de registrerede doser, mens perioden efter den stiplede linje viser fremskrivningen fra algoritmen.