
Korttidsframskrivninger sykehusinnleggelser

Dato: 21. desember 2021

Data:

- Data ekstrahert fra BeredtC19 21/12 kl. 14:30.
Siste inkluderte dag er 17/12.
- Smitte er her definert som registrert positiv PCR-test.
- Innleggelser er avgrenset til de med covid-19 som hovedårsak.
- MERK: Modellen legger ikke eksplisitt inn forventet spredning av omikron-varianten, tiltak eller planlagte booster-doser i ukene som kommer. Modellen oppdaterer prediksjoner fortløpende etterhvert som disse faktorene får en betydning for de observerte smitteratene og sannsynligheter for innleggelse.

Nytt:

- I likhet med rapport av 20/12 er den begynnende avflatingen av smittetall brutt av tegn til økning i alle alderskategorier.
- Det er fortsatt for tidlig å si hvor mye av mønsteret i siste ukers smittetall som skyldes forsinkelser/begrensninger i PCR-testing, effekter av tiltak eller spredning av omikron-varianten på toppen av en fallende delta-variant.
- Som et resultat av en delvis avflating av smitte de siste ukene predikerer modellene nå kun en moderat stigning i innleggelser framover.
- Dette vil kunne endres raskt avhengig av smittehastighet og sannsynlighet for innleggelse med omikron-varianten.

Modellbeskrivelse:

- Modellene tar utgangspunkt i smittetrend siste tre ukene, med mest vekt på nyeste data. Fra disse beregnes forventet antall nye innleggelser og inneliggende pasienter noen uker framover. Beregningene gjøres i grupper definert av alder, vaksinasjonsstatus, riskogruppe og kjønn.
- Framskrivningene er derfor en indikasjon på trend og størrelsesorden av innleggelsestall dersom nåværende trender fortsetter.
- Raske endringer i smitteverntiltak, teststrategier etc. vil kunne endre trendene og gi faktiske innleggelsestall fremover som er annerledes enn de estimerte.
- Modellene inkluderer foreløpig ikke tredje vaksinedose som en egen kategori.

En kort beskrivelse av modellene finnes på [slutten av rapporten](#).

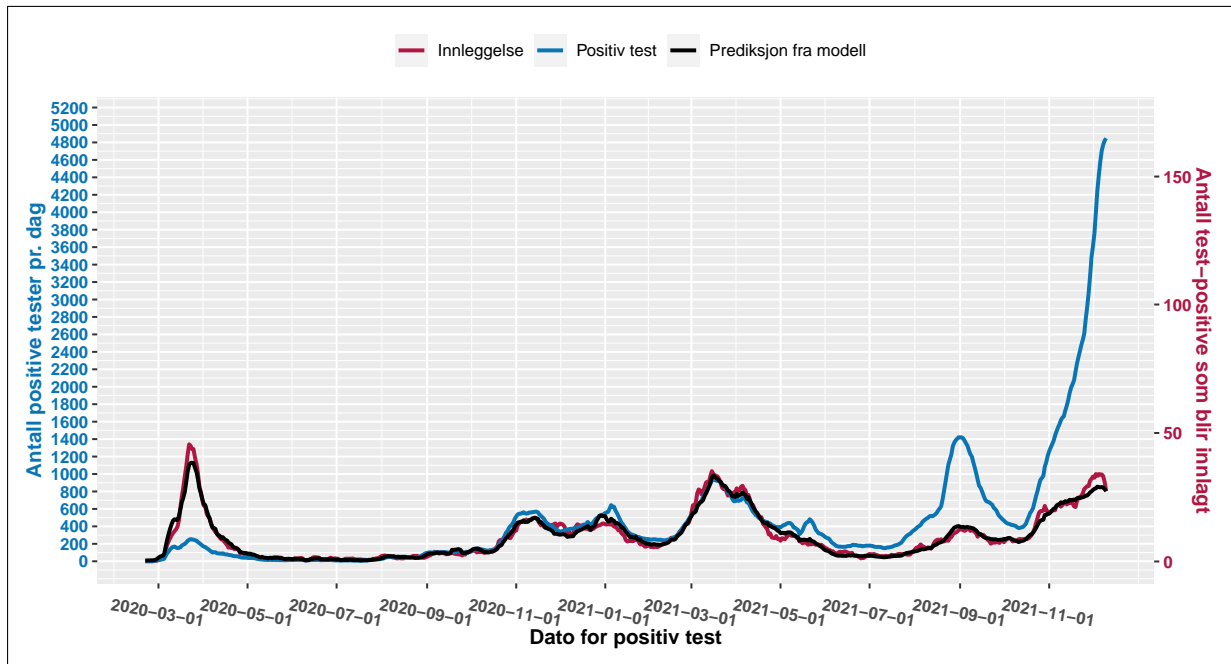
1 Bakgrunn

Gjennom pandemien har antallet innleggelser på sykehus med covid-19 som hovedårsak tett fulgt antall positive tester. Faktorer som alder og det å være i en risikogruppe for alvorlig forløp av en koronainfeksjon påvirker i stor grad sannsynligheten for å bli innlagt dersom man har testet positivt. Vaksinasjon reduserer sannsynligheten for å bli smittet, men reduserer også sannsynligheten for å bli sykehusinnlagt dersom man likevel er blitt smittet. Etter at en større del av befolkningen er del- eller fullvaksinerte, og størstedelen av smitten finner sted i yngre alderskategorier, vil derfor en stadig lavere andel av antallet smittede (test-positive) bli innlagt. I gjennomsnitt over pandemien har ca. 3-4% av personer med bekreftet positiv test blitt innlagt, men grunnet vaksineringsgrad har dette tallet falt til under 1% mot slutten av pandemien. Det er viktig å beregne korttidsframskrivninger av forventet antall innlagte basert på dagens smitteutvikling og vaksineringsgrad i aldersgrupper, slik at sykdomsbyrden i forhold til sykehusinnleggelser kan vurderes.

Modellen som er benyttet her tar hensyn til alder, kjønn, vaksinestatus, risikogruppe og tidspunkt i pandemien for å beregne framskrivninger av innleggelser ut fra smittetall (antall positive tester). Den estimerer bl.a. sannsynligheten for å bli sykehusinnlagt, tid til innleggelse, og varighet av innleggelse. Modellen tilpasses observerte data for de siste tre ukene, med høyere vekt på nyere data. Data som benyttes er nyeste data ekstrahert fra BeredtC19. Modellframskrivningene beregnes 2-3 uker fram i tid, avhengig av hvor raske endringene er. Noen flere detaljer om modellen er gitt på [slutten av rapporten](#).

Korttidsframskrivninger må oppfattes på linje med "værmeldinger" – når smittetall endres raskt vil også framskrivningene endres raskt. De må oppfattes å gi en indikasjon på hvordan situasjonen vil være om noen uker, under forutsetning av nåværende smittetrender holder seg, heller enn presise estimater. Det er derfor også nyttig å oppdatere korttidsframskrivninger relativt ofte når det er raske endringer i smittetall.

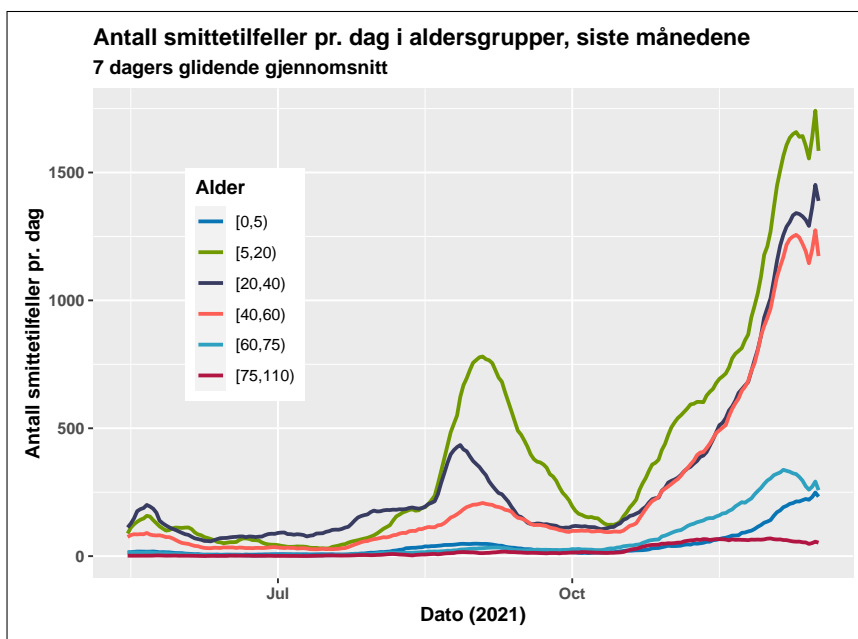
Figur 1 viser hvordan antall smittede og sykehusinnlagte har endret seg gjennom pandemien. Den viser også hvor mange innlagte modellen estimerer ut fra risikofaktorene som alder etc., basert på observerte smittetall. Fra mai 2021 og utover er det økende forskjell på smittekurve og innleggelseskurve. Den modellbaserte innleggelseskurven stemmer likevel godt med den observerte innleggelseskurven. Den modellbaserte kurven korrigerer for bl.a. alder og vaksinestatus, og dette forklarer forskjell mellom smittekurve og innleggelseskurve.



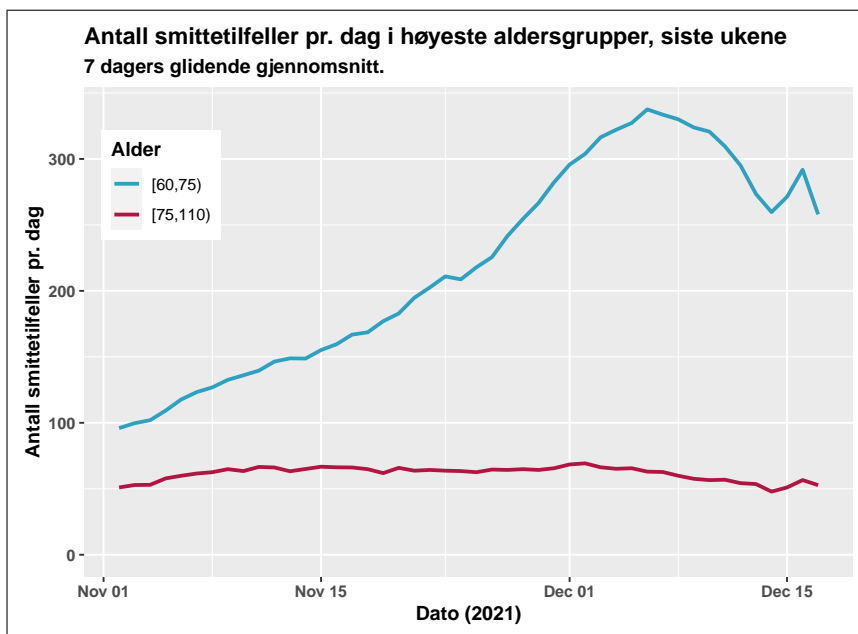
Figur 1: Antall positive tester pr. dag og antall test-positive som senere blir innlagt (7 dagers glidende gjennomsnitt) gjennom pandemien. Kurven for innleggelse er skalert for å kunne sammenlignes med smittetallskurven. Svart kurve viser forventet antall innleggelse, modellestimert fra observerte smittetall.

2 Registrerte positive tester, i aldersgrupper

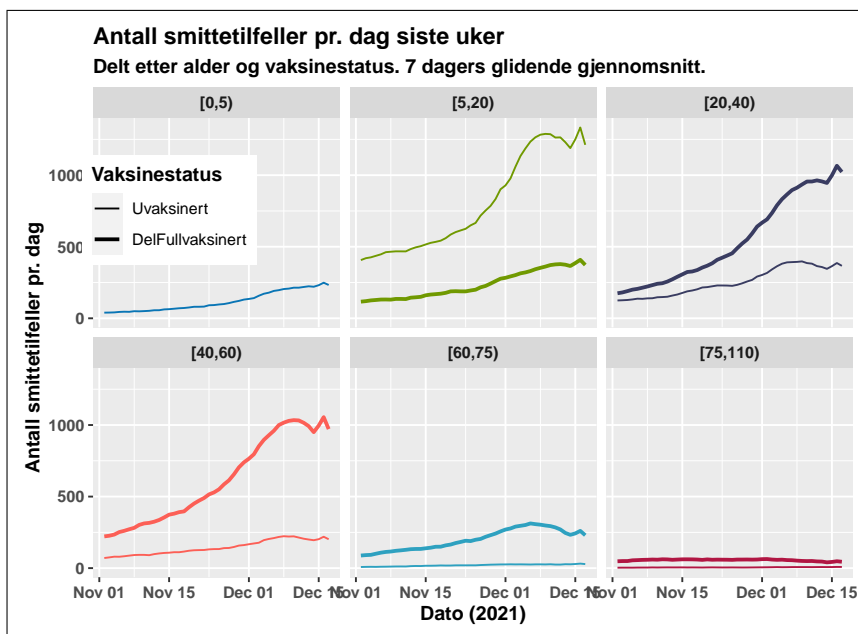
Siden modellen tar utgangspunkt i antallet registrerte positive tester viser vi figurene 2, 3 og 4 med faktiske antall etter aldersgruppe og vaksinestatus.



Figur 2: Antall registrerte positive tester pr. dag (7 dagers glidende gjennomsnitt) siste månedene, delt i aldersgrupper.



Figur 3: Antall registrerte positive tester pr. dag (7 dagers glidende gjennomsnitt) siste ukene, for de eldste aldersgruppene.



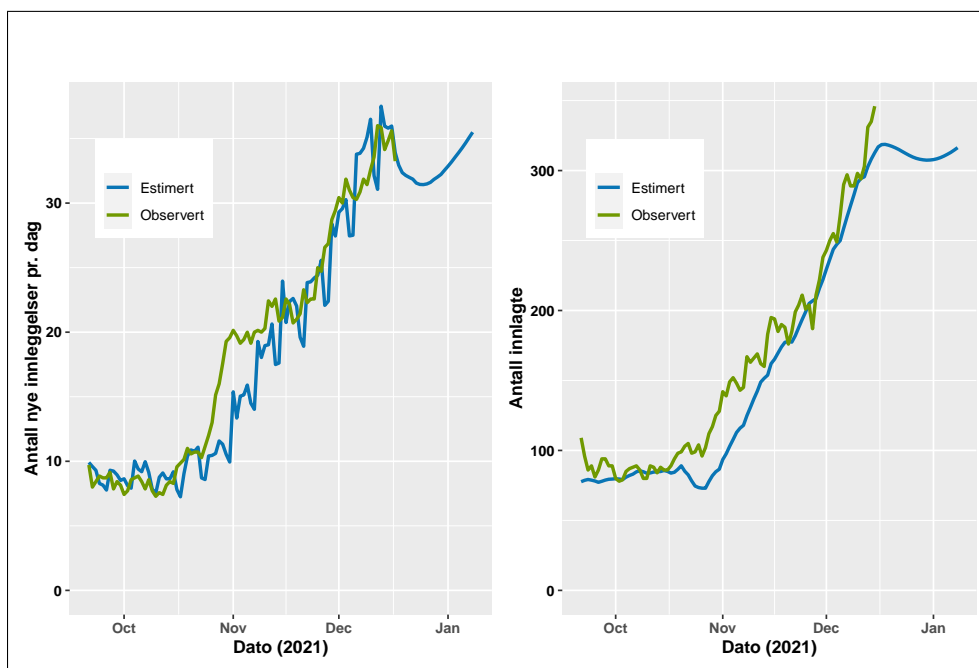
Figur 4: Antall registrerte positive tester pr. dag (7 dagers glidende gjennomsnitt) siste ukene, delt etter alder og vaksinestatus.

Flere figurer, som også viser modellframskrivninger, er vist **senere i rapporten**.

3 Estimert antall innleggelser

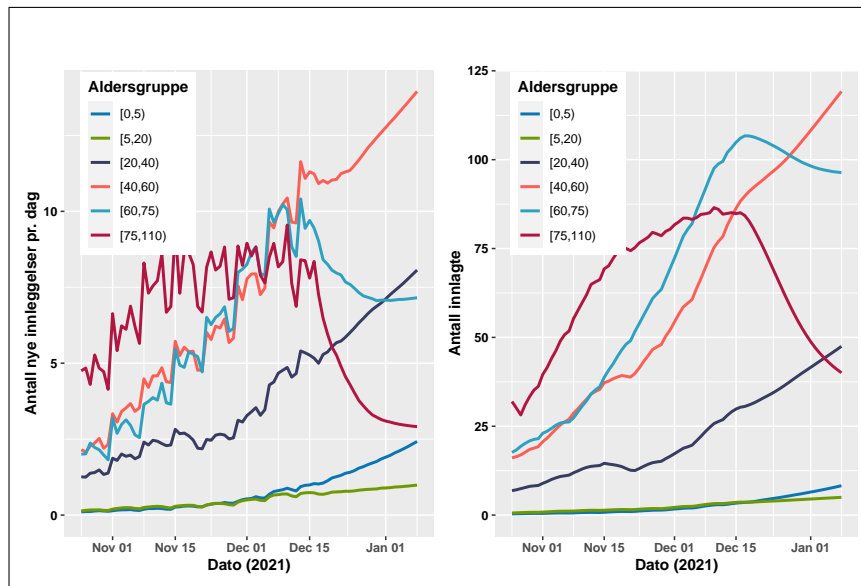
I henhold til modellen er antall innleggelser i kommende uker estimert fra nåværende smittetall og smittetrend. Figur 5 viser modellestimert totalt antall nye innleggelser og innlagte pasienter. Figurene 6-13 viser tilsvarende estimater, delt etter kategorier etter alder, vaksinestatus etc.

Estimert antall innleggelser, totalt



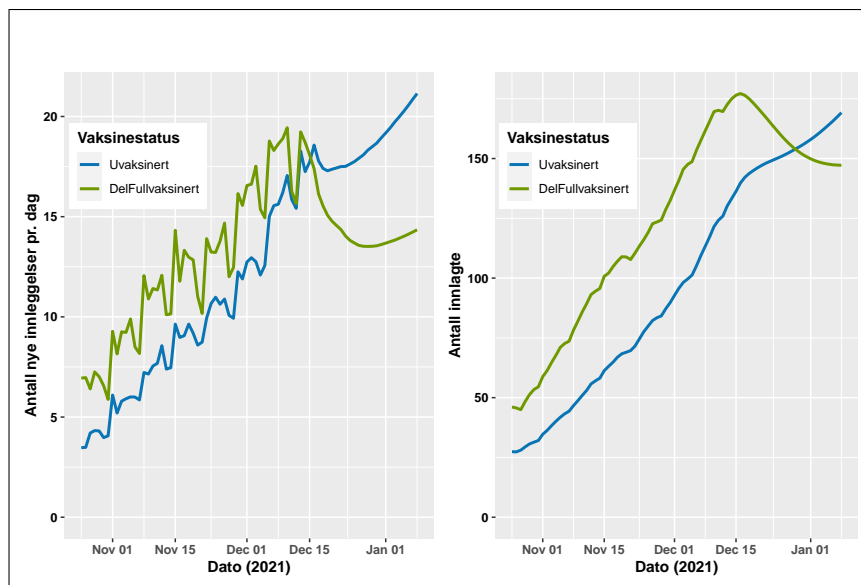
Figur 5: Venstre panel: Antall registrerte nye sykehusinnleggelser pr. dag (7 dagers glidende gjennomsnitt) siste ukene, og tilhørende modellestimerte verdier. Høyre panel: Antall registrerte sykehusinnlagte hver dag siste ukene, og tilhørende modellestimerte verdier.

Estimert antall innleggelser, etter alder



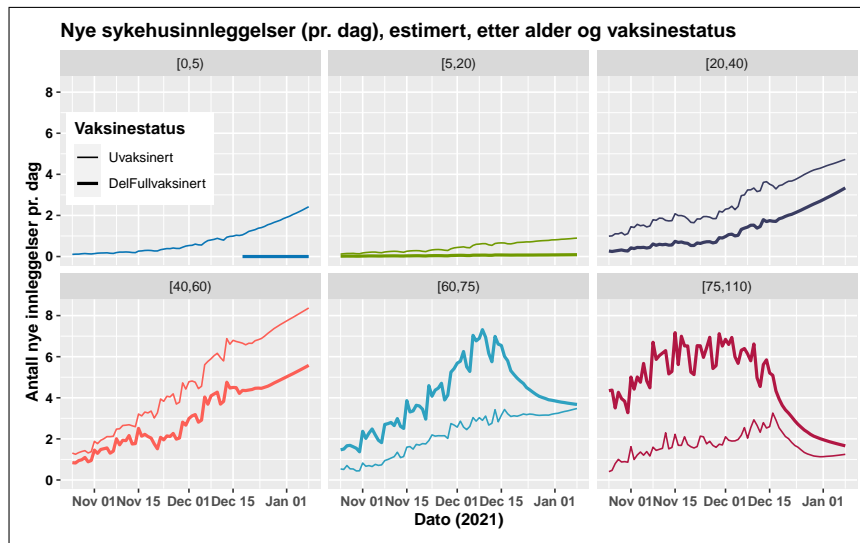
Figur 6: Venstre panel: Modellestimert antall nye sykehusinnleggelser pr. dag. Høyre panel: Modellestimert antall sykehusinnlagte. Selve modellen benytter 5-årskategorier. Grovere kategorier er brukt i figurene.

Estimert antall innleggelser, etter vaksinasjonsstatus



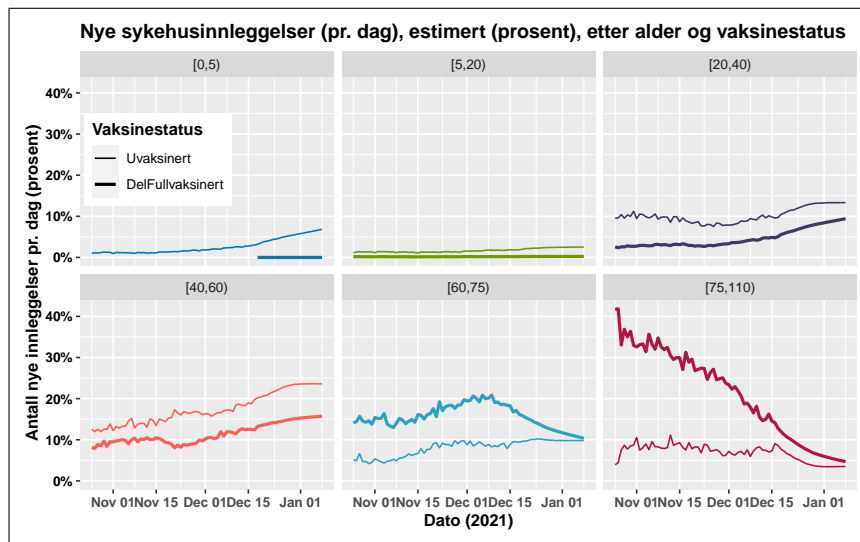
Figur 7: Venstre panel: Modellestimert antall nye sykehusinnleggelser pr. dag. Høyre panel: Modellestimert antall sykehusinnlagte.

Estimert antall nye innleggelser, etter alder og vaksinasjonsstatus



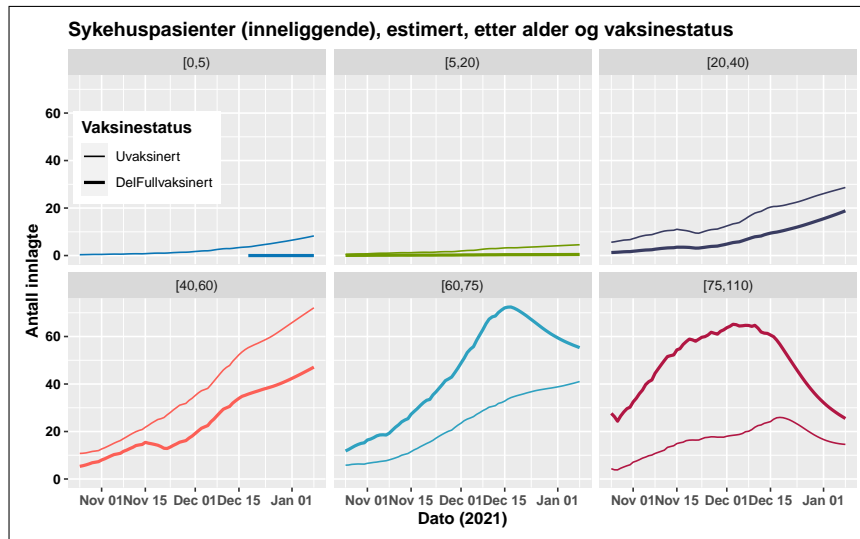
Figur 8: Estimert antall nye sykehusinnleggelser pr. dag, etter alder og vaksinasjonsstatus.

Estimert antall nye innleggelser, etter alder og vaksinasjonsstatus. (Prosent av totalt antall)



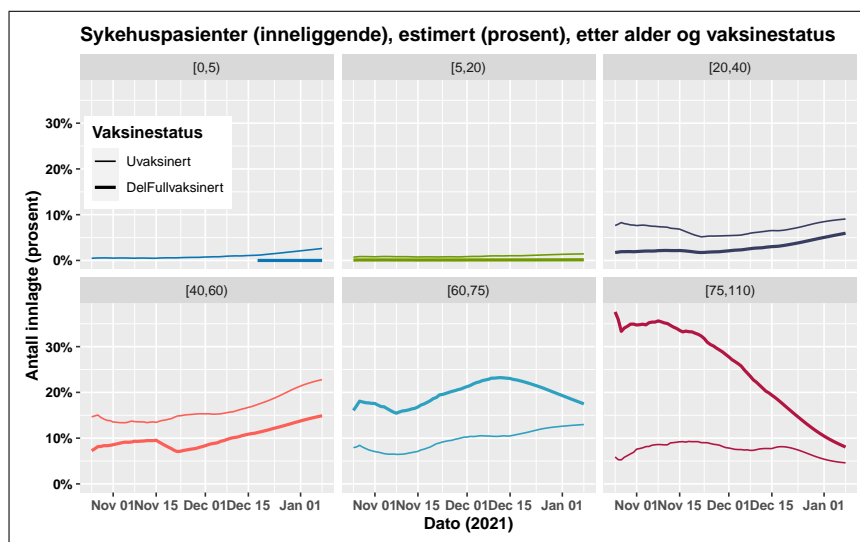
Figur 9: Estimert antall nye sykehusinnleggelser pr. dag, etter alder og vaksinasjonsstatus. Verdier er regnet som prosenter av totalt estimert antall nye innleggelser pr. dag.

Estimert antall inneliggende pasienter, etter alder og vaksinasjonsstatus



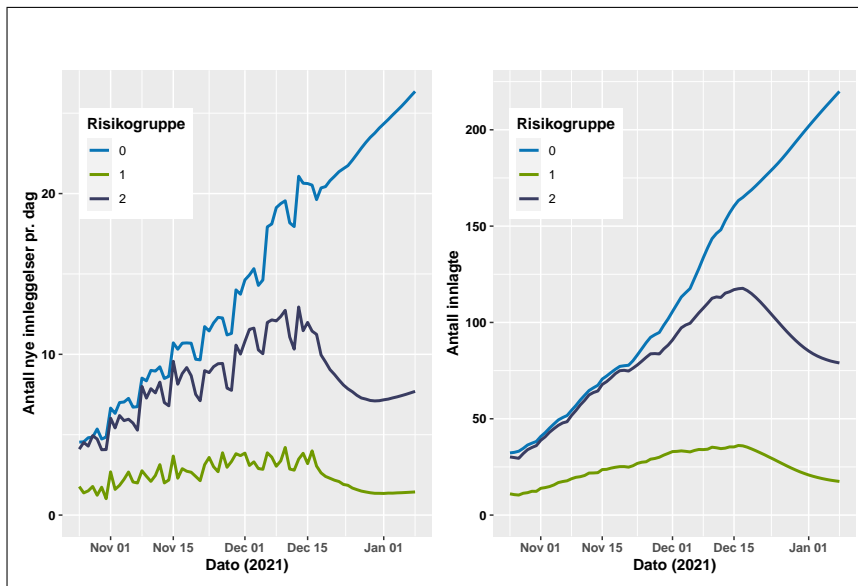
Figur 10: Estimert antall inneliggende pasienter, etter alder og vaksinasjonsstatus.

Estimert antall inneliggende pasienter, etter alder og vaksinasjonsstatus. (Prosent av totalt antall)



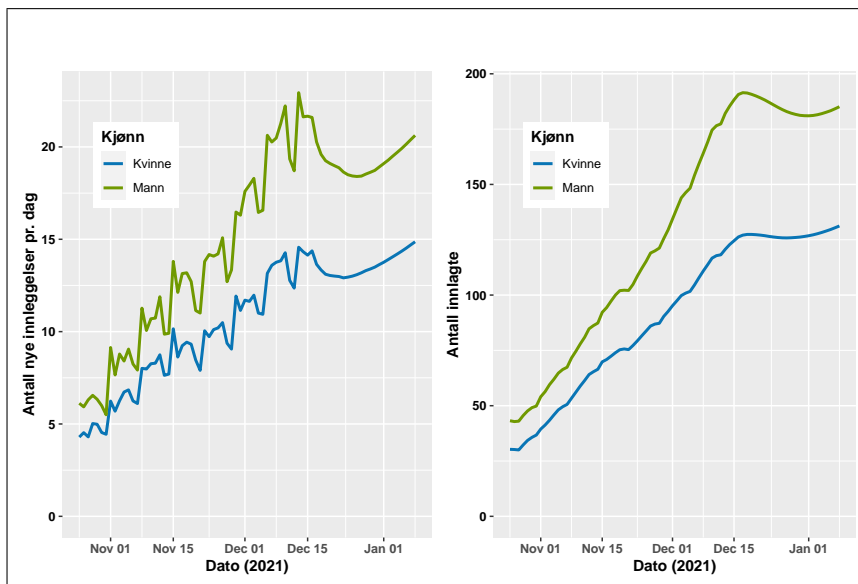
Figur 11: Estimert antall inneliggende pasienter, etter alder og vaksinasjonsstatus. Verdier er regnet som prosenter av totalt estimert antall inneliggende pasienter.

Estimert antall innleggelser, etter risikogruppe



Figur 12: Venstre panel: Modellestimert antall nye sykehusinnleggelser pr. dag. Høyre panel: Modellestimert antall sykehusinnlagte.

Estimert antall innleggelser, etter kjønn



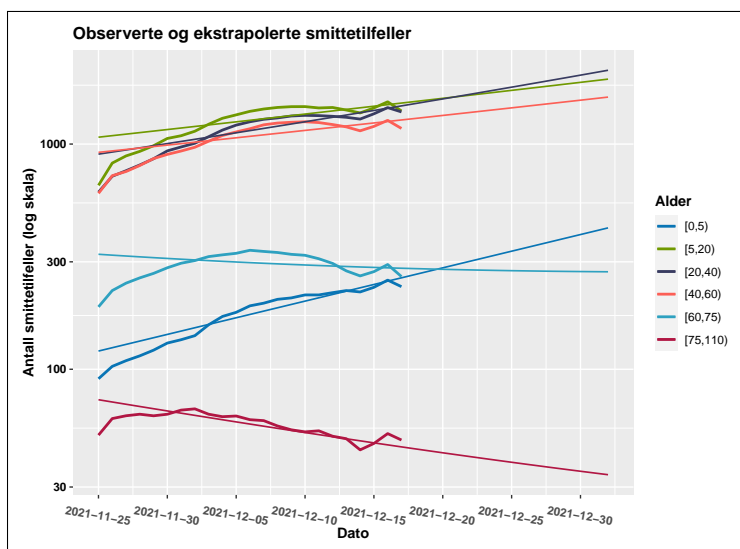
Figur 13: Venstre panel: Modellestimert antall nye sykehusinnleggelser pr. dag. Høyre panel: Modellestimert antall sykehusinnlagte.

Modeller utarbeidet av
Håkon K. Gjessing
Senter for fruktbarhet og helse, Folkehelseinstituttet
og Institutt for global helse og samfunnsmedisin, Universitetet i Bergen

I samarbeid med
Geir Bukholm (FHI)
Jostein Starrfelt (FHI)
Siri Skodvin (FHI)
Robert Neil Whittaker (FHI)
Hilde Kløvstad (FHI)
Per Magnus (FHI)
Line Vold (FHI)

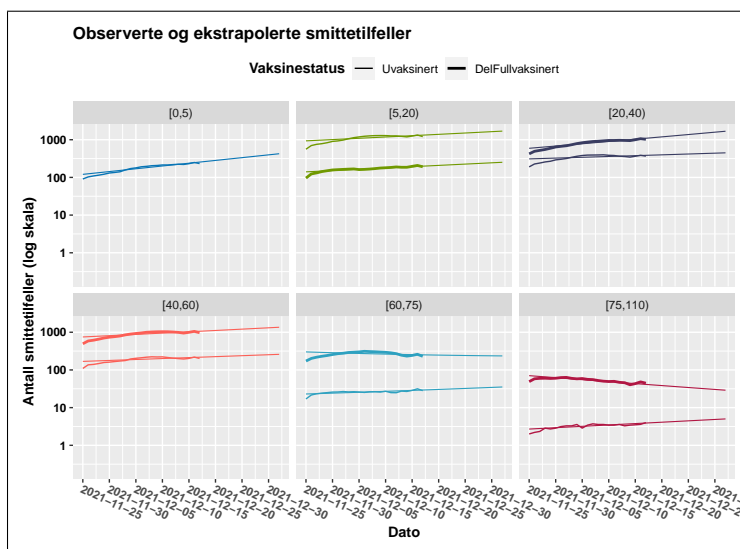
4 Øvrige resultater

Registrerte smittetilfeller i aldersgrupper, med modellekstrapolerte verdier (log skala)



Figur 14: Registrerte smittetilfeller i aldersgrupper, med modellekstrapolerte verdier. Merk at lineært økende eller synkende smittetrender på log skala tilsvarer hhv. eksponensiell vekst eller fall av smittetall.

Registrerte smittetilfeller i alders- og vaksinestatusgrupper, med modellekstrapolerte verdier (log skala)



Figur 15: Registrerte smittetilfeller i alders- og vaksinestatusgrupper, med modellekstrapolerte verdier. Merk at lineært økende eller synkende smittetrender på log skala tilsvarer hhv. eksponensiell vekst eller fall av smittetall.

5 Modellbeskrivelse

Modellen baserer seg på at en viss andel (totalt ca. 3-4%) av smittede legges inn på sykehus. Merk at med "smittet" menes i alle analysene bekreftet positiv test, og innleggelser har covid-19 som hovedårsak til innleggelse. Risiko for å bli innlagt hvis man er smittet, hvor lang tid det tar fra smitte til innleggelse, og hvor lenge en pasient vanligvis vil bli liggende inne, vil alle avhenge av pasientkarakteristikker. Data er ekstrahert fra BeredtC19. I disse modellene benyttes variablene

- Alder (i 5-års aldersgrupper)
- Vaksinestatus (uvaksinert, eller del/fullvaksinert)
- Risikogruppe i forhold til mulig alvorlig forløp av smitte
- Kjønn
- Kalenderdato

Siden faktisk antall innlagte i underkategorier kan være ganske små, benytter modellen seg først av en enkel framskrivning av smittetall. Disse omregnes så til forventet antall innlagte i underkategorier.

Modell-elementer

Modellen er bygget opp av følgende:

- Framskrivning av smittetall
- Estimert sannsynlighet for innleggelse hvis smittet
- Estimert sannsynlighet for å bli innlagt samme dag som bekreftet positiv test
- Estimert fordeling av tid til innleggelse dersom innleggelse skjer senere enn bekreftet positiv test
- Estimert fordeling av liggetid gitt at pasienten er innlagt
- Estimert sannsynlighet for intensivinnleggelse etter vanlig innleggelse
- Estimert fordeling av tid fra innleggelse til intensivinnleggelse etter vanlig innleggelse
- Estimert fordeling av liggetid på intensiv, gitt at pasienten er intensivinnlagt

Framskrivning av smittetall

Modellen er ikke primært ment som en smittemodell, og har derfor en ganske enkel framskrivning av smittetall. Siden innleggelse (og utskrivning) vanligvis skjer en stund etter positiv test er det både observerte smittetall og den første uken framskrevne smittetall som er viktigst for framskrivninger av innleggelser.

Modellen for smittetall er en GLM (Generalized Linear Model) med Poisson-fordelt utfall, og λ som forventet antall i subgrupper, hvor

$$\log(\lambda) = \text{kjonn} + \text{risikogruppe} + (\text{alder} * \text{vaksinasjonsstatus}) / \text{testdato}.$$

Notasjonen betyr at trenden regnes som lineær på log skala, men kan være forskjellig i alle grupper av alder og vaksinasjonsstatus. I estimeringen benyttes data fra siste tre ukers smittetall, men med en vektning som øker jo nærmere nåværende dato man kommer.

Estimering av sannsynligheter

Estimering av sannsynlighet for (1) innlagt hvis smittet, (2) innlagt samme dag som positiv test, dersom innlagt, og (3) intensivinnlagt dersom innlagt estimeres hver for seg med binomiske GAM-modeller, dvs. Generalized Additive Models, hvor $\text{logit}(P(\text{event}))$ avhenger av samme variable som nevnt over. Kalenderdato modelleres her som en "smooth spline" over pandemien. Forskjellige variabelinteraksjoner inkluderes etter behov. Estimeringene avgrenses (som oftest) til data fra 2021.

Estimering av fordelinger

Estimering av fordelinger til innleggelse og intensivinnleggelse, samt liggetid ved vanlig og ved intensivinnleggelse, modelleres med forskjellige varianter av parametriske og ikke-parametriske "levetidsfordelinger", som er vanlig i forløpsanalyser ("Event History Analyses"). Fordelingene kan avhenge av variable som nevnt over. Estimeringene avgrenses (som oftest) til data fra 2021.

Korreksjon for endringer i teststrategier

Endringer i teststrategi vil medføre at en mindre eller større andel av "sanne positive" vil bli testet og funnet positiv. Dette medfører igjen at sannsynligheten for å bli innlagt dersom man har testet positiv vil kunne endre seg gjennom pandemien. Denne endringen blir fanget opp av "smooth spline"-komponenten i modellen, som endrer seg

over tid. I tillegg er det lagt inn interaksjoner mellom aldersgruppe og kalendertid som i noen grad vil fange opp alders-spesifikk endring i teststrategi, slik som endringene i august 2021.