
Korttidsframskrivninger sykehusinnleggelser

Dato: 14. februar 2022

Data:

- Data ekstrahert fra BeredtC19 13/2 kl. 17:50.
Siste inkluderte dag er 9/2.
- Smitte er her definert som registrert positiv PCR-test.
- Innleggelser er avgrenset til de med covid-19 som hovedårsak.

Nytt:

- Som sett i forrige rapport av 9/2 har redusert bruk av PCR-testing hatt en sterk påvirkning på registrerte smittetall siste ukene. Figur 6 viser hvordan dette har ført til tilsynelatende avflating og fall i smitte, spesielt i gruppen med booster-dose. Men til tross for dette har registrerte smittetall igjen hatt en betydelig økning de siste ukene.
- Det er i øyeblikket lite nytte av registrerte smittetall i korttidsframskrivninger, siden det er ytterligere endringer i teststrategi, og oppheving av tiltak.
- Det er derfor ikke lagt inn modellframskrivninger på innleggelser, men observerte og modelltilpassede verdier vises fortsatt i samme oppsett.

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.

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

1 Bakgrunn

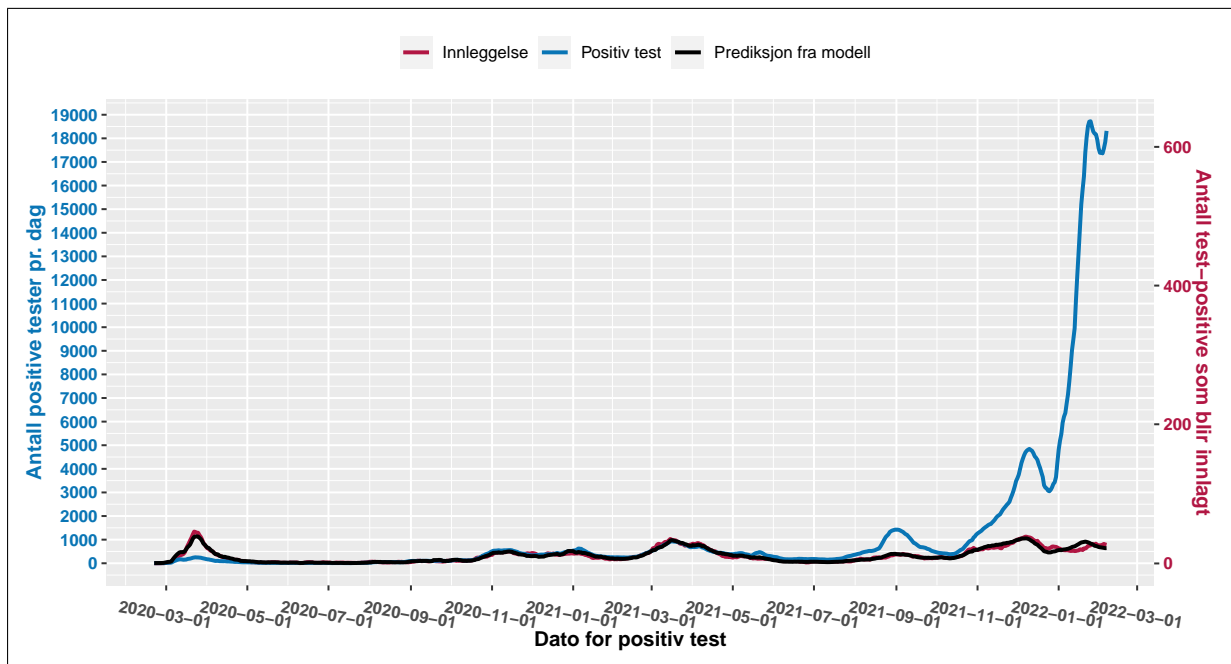
Gjennom pandemien har antallet innleggelser på sykehus med covid-19 som hovedårsak tett fulgt antall positive tester. Faktorer som alder og det å være i en risikogruppe for alvorlig forløp av en koronainfeksjon påvirker i stor grad sannsynligheten for å bli innlagt dersom man har testet positivt. Vaksinasjon 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 vaksinerte med én, to eller tre doser, 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 senere del av pandemien, og enda lavere siste tiden etter at Omikron-varianten har tatt over. 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 utfra smittetall (antall positive PCR-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.

1.1 Innleggelser i forhold til smittetall gjennom pandemien

Figur 1 viser hvordan antall smittede og sykehusinnlagte har endret seg gjennom pandemien. Den viser også hvor mange innleggelser 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 sannsynlighet for innleggelse etter smitte estimeres og oppdateres fortløpende.

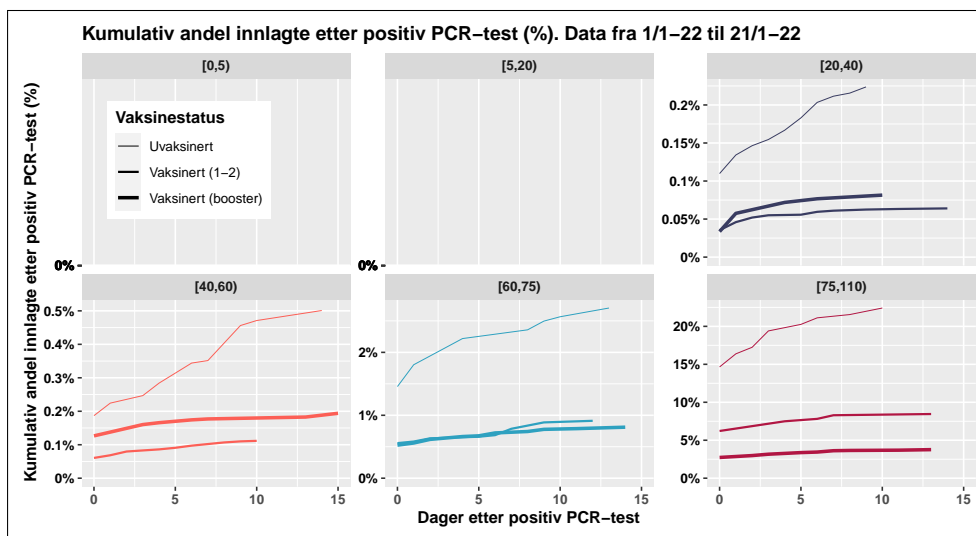


Figur 1: Antall positive tester pr. dag og antall test-positive som senere blir innlagt (7 dagers glidende gjennomsnitt) gjennom pandemien. Kurven for innleggelser er skalert for å kunne sammenlignes med smittetallskurven. Svart kurve viser forventet antall innleggelser, modellestimert fra observerte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

1.2 Andel innleggelser, over dager etter positiv PCR-test

Figur 2 viser sannsynlighet for å bli innlagt etter å ha testet positivt med en PCR-test, regnet med data fra 1/1-22 til 21/1-22. Dette tidsrommet omfatter i hovedsak Omikron-varianten av viruset, og er beregnet før de store endringene i PCR-bekreftelse av positive hjemmetester. Her vises hvordan sannsynligheten øker kumulativt i dagene etter den positive testen. Man ser at ca. 10 dager etter en positiv test er det veldig få nye innleggelser, og kurvene stabiliserer seg. Kurvene er beregnet med forløpsanalyser.

MERK: Disse sannsynlighetene avhenger av mange faktorer. En aktiv teststrategi og smittesporing som fanger opp mange mildere smittetilfeller vil øke nevneren uten å øke antall faktiske innleggelser, og dermed redusere sannsynligheten. Teststrategier kan være forskjellige blant vaksinerte og ikke-vaksinerte, og i forskjellige aldersgrupper. Forskjellige vaksinytper, samt om det er gitt en, to eller tre doser, vil påvirke sannsynligheten blant de vaksinerte, og personer med høyere risiko for alvorlig forløp vil kunne vaksineres tidligere enn andre. Forskjellige virusvarianter vil ha forskjellig sykdomsfremkallende effekt. Spesielt viktig er det at Omikron-varianten nå dominerer smittebildet.



Figur 2: Estimerte kumulative sannsynligheter for sykehusinnleggelse etter en positiv PCR-test, delt etter aldersgruppe og vaksinestatus. Beregningene er gjort basert på data fra 1/1-22 til 21/1-22. Det er brukt forskjellig skala på y-akse i de forskjellige aldersgruppene. De yngste aldersgruppene er ikke vist på grunn av små og usikre estimater. Antallet uvaksinerte eldre er også lite og gir dermed et usikkert estimat. Andelene er beregnet vha. forløpsanalyser, som korrigerer for kortere oppfølgingstid for de nyeste infeksjonene. Merk at forskjeller mellom vaksinerte og uvaksinerte ikke nødvendigvis bare skyldes vaksineeffekt. Se tekst for flere detaljer.

Tall som csv-fil:

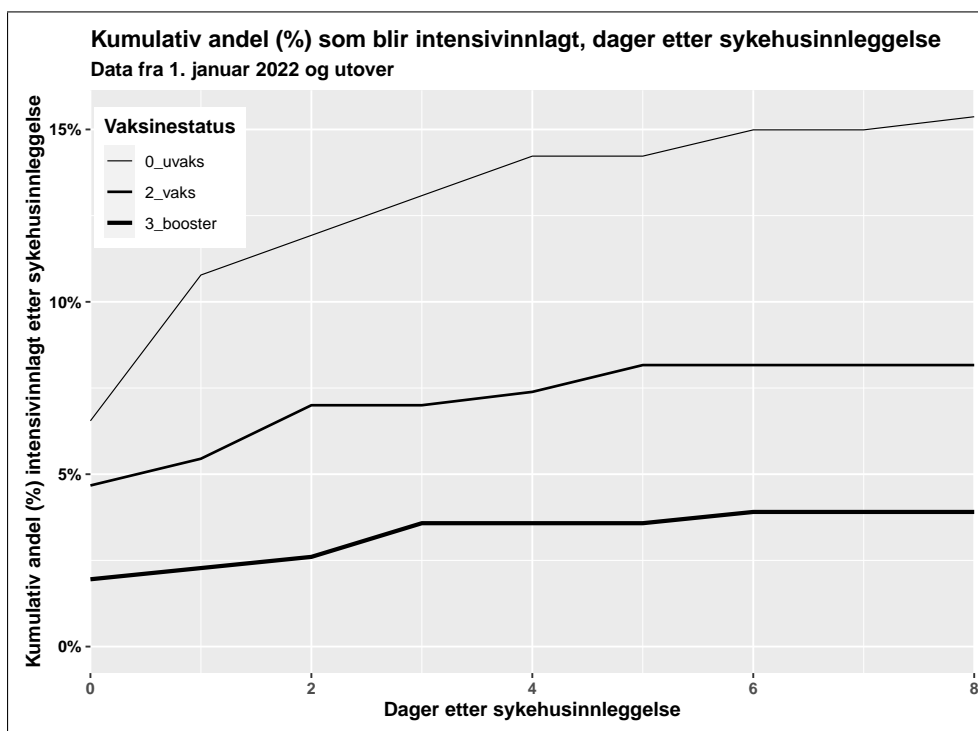
https://bitbucket.org/hkgjess/shortterm_repos/src/master/kumulativ_andel_over_dager_inn.csv

1.3 Andel intensivinnleggelser, over dager etter sykehusinnleggelse

Figur 3 viser sannsynlighet for å komme på intensivavdeling, regnet over dager etter første sykehusinnleggelse. Benyttede data er fra 1. januar 2022 og utover. Dette tidsrommet omfatter i hovedsak Omikron-varianten av viruset. Her vises hvordan sannsynligheten øker kumulativt i dagene etter sykehusinnleggelse. Man ser at ca. 8 dager etter selve innleggelsen er det veldig få som blir intensivinnlagt, og kurvene stabiliserer seg.

Kurvene er beregnet med forløpsanalyser, slik at innlagte som ikke er intensivinnlagt regnes som "sensurerte" ved slutten av datafilen, altså at de potensielt kan bli intensivinnlagt senere. Dette unngår bias som skyldes at de nyeste sykehusinnleggelsene har kortere oppfølgingstid.

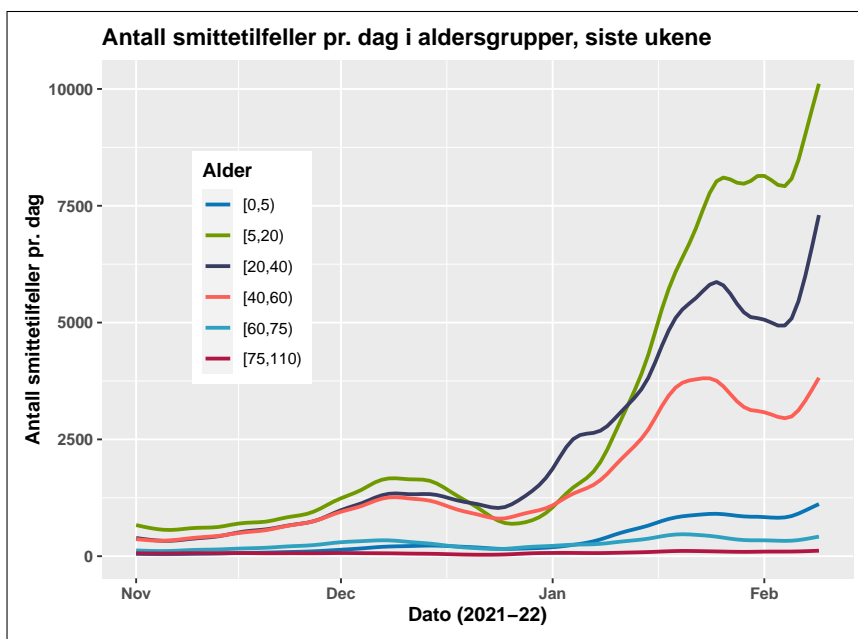
Merk: Kurvene er standardisert for alder, risikogruppe og kjønn, dvs. de er beregnet på en populasjon hvor fordeling over alder, risikogruppe og kjønn i hver vaksinegruppe er satt lik totalfordelingen i populasjonen.



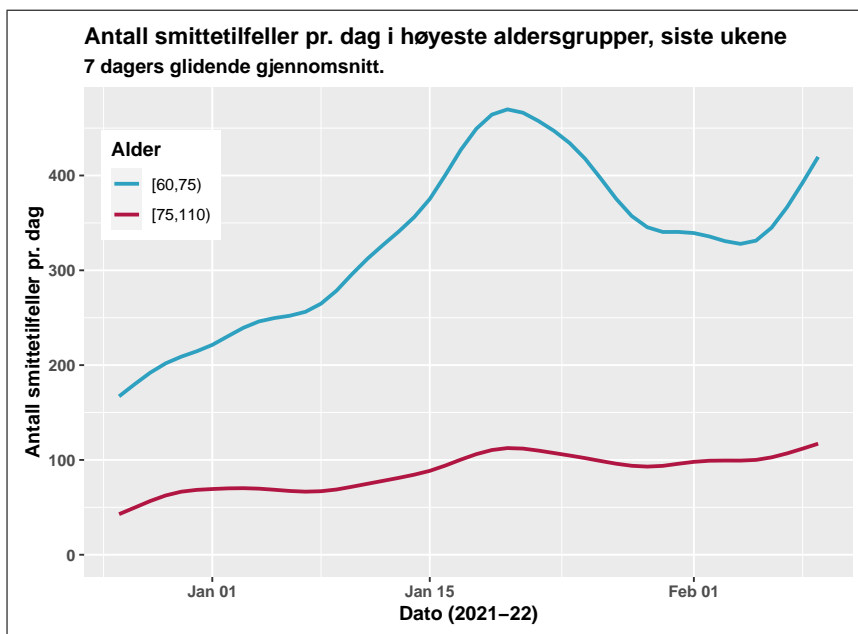
Figur 3: Estimerte kumulative sannsynligheter for intensivinnleggelse dager etter sykehusinnleggelse, delt etter. Analysene er standardisert for alder, risikogruppe og kjønn. Beregningene er gjort basert på data fra 1. januar 2022 og videre. Det er brukt forskjellig skala på y-akse i de forskjellige aldersgruppene. Andelene er beregnet vha. forløpsanalyser, som korrigerer for kortere oppfølgingstid for de nyeste innleggelsene.

2 Registrerte positive tester, i aldersgrupper

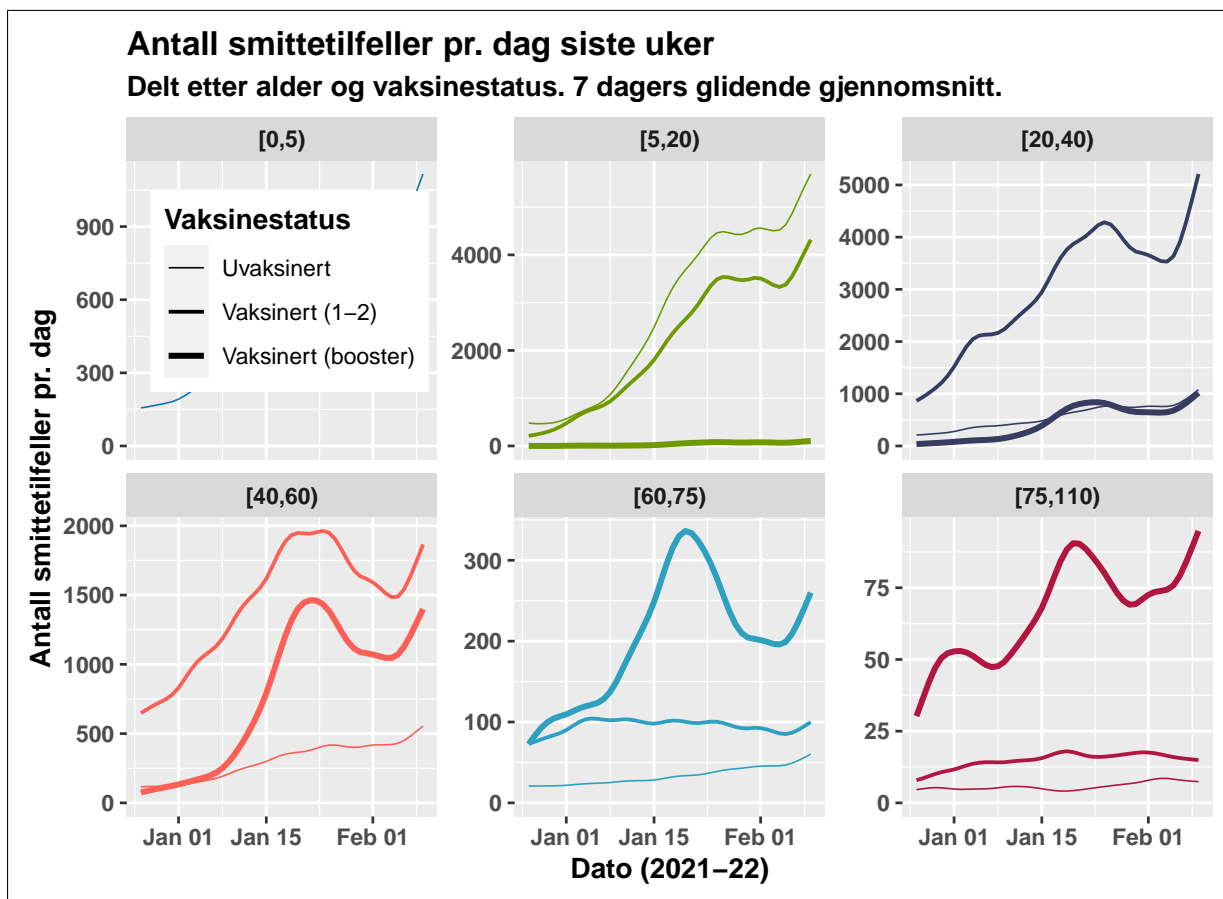
Siden modellen tar utgangspunkt i antallet registrerte positive tester viser vi figurene 4, 5 og 6 med faktiske antall etter aldersgruppe og vaksinestatus.



Figur 4: Antall registrerte positive tester pr. dag (glidende gjennomsnitt) siste månedene, delt i aldersgrupper.



Figur 5: Antall registrerte positive tester pr. dag (glidende gjennomsnitt) siste ukene, for de eldste aldersgruppene.



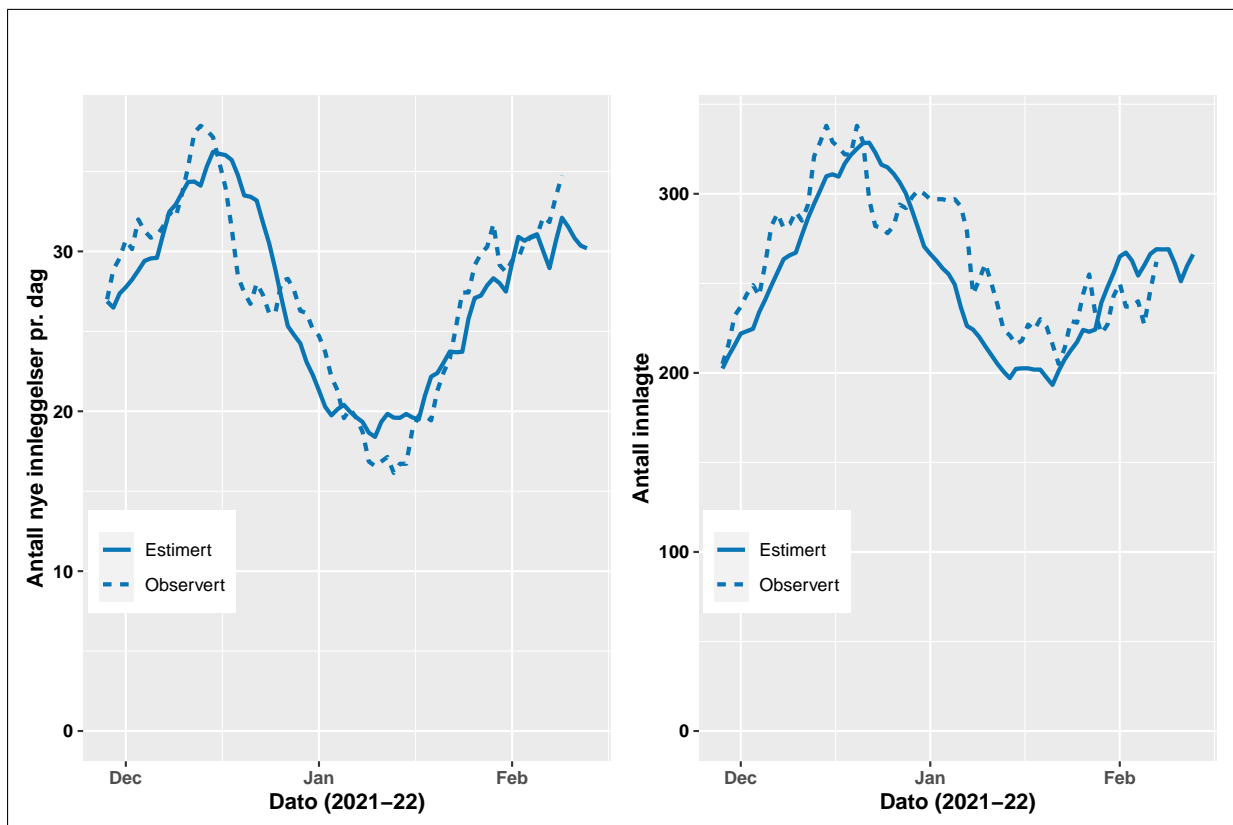
Figur 6: Antall registrerte positive tester pr. dag (glidende gjennomsnitt) siste ukene, delt etter alder og vaksinestatus. Merk at forskjellig skala er brukt på y-aksene.

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

3 Estimert antall innleggelser

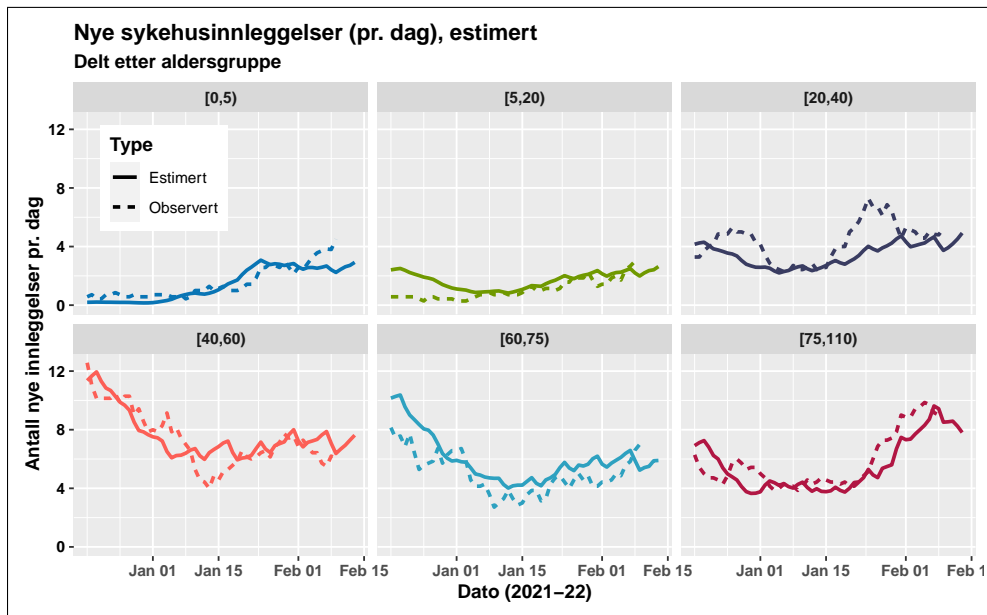
I henhold til modellen er antall innleggelser i kommende uker estimert fra nåværende smittetall og smittetrend. Figur 7 viser modellestimert totalt antall nye innleggelser og inneliggende pasienter. Figurene 8-?? viser tilsvarende estimater, delt etter kategorier etter alder, vaksinestatus etc.

Estimert antall innleggelser, totalt



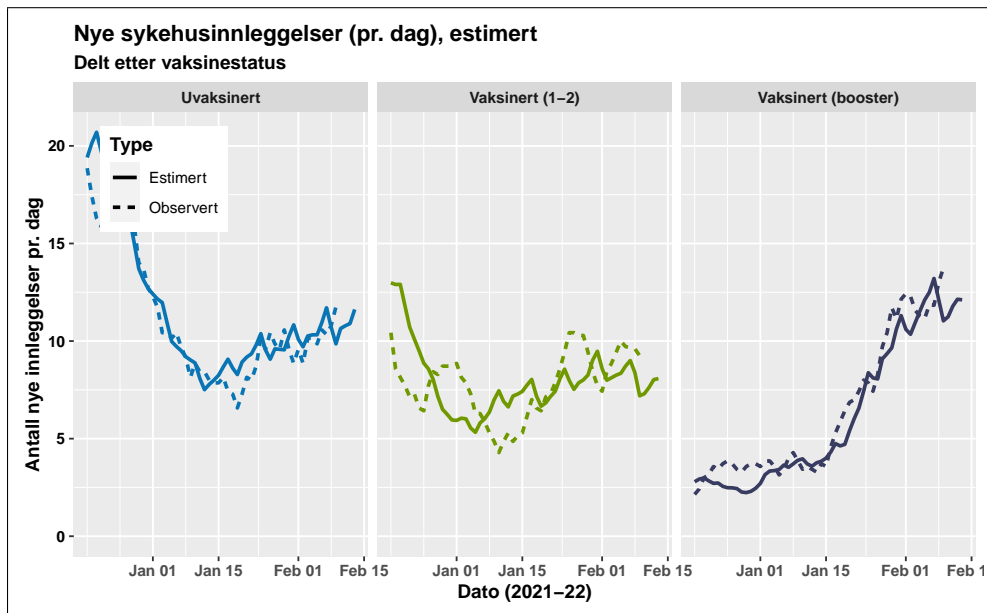
Figur 7: Venstre panel: Antall registrerte nye sykehusinnleggelser pr. dag (7 dagers glidende gjennomsnitt) siste ukene, og tilhørende modellestimerte verdier. Høyre panel: Antall registrerte inneliggende på sykehus hver dag siste ukene, og tilhørende modellestimerte verdier.

Estimert antall innleggelser, etter alder



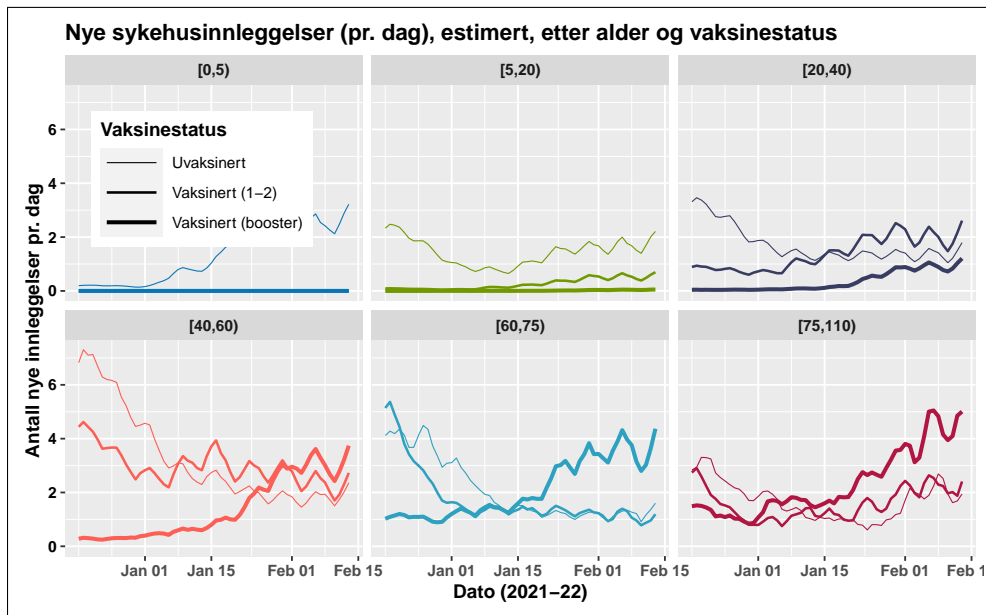
Figur 8: Antall registrerte nye sykehusinnleggelser pr. dag (7 dagers glidende gjennomsnitt) siste ukene, og tilhørende modellestimerte verdier. Delt etter alderskategorier. Selve modellen benytter 5-årskategorier. Grovere kategorier er brukt i figurene.

Estimert antall innleggelser, etter vaksinasjonsstatus



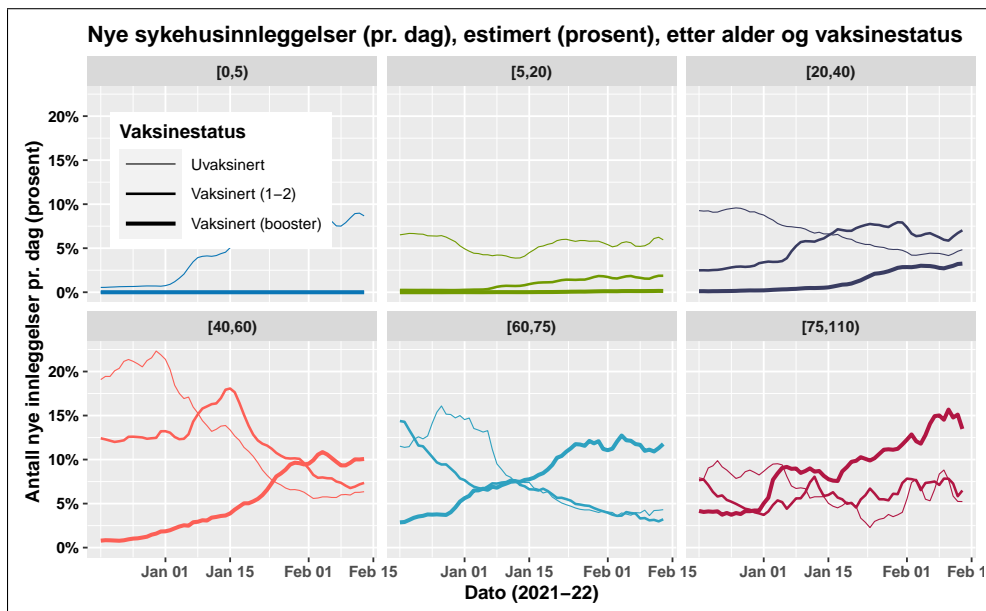
Figur 9: Antall registrerte nye sykehusinnleggelser pr. dag (7 dagers glidende gjennomsnitt) siste ukene, og tilhørende modellestimerte verdier. Delt etter vaksinasjonsstatus.

Estimert antall nye innleggelser, etter alder og vaksinasjonsstatus



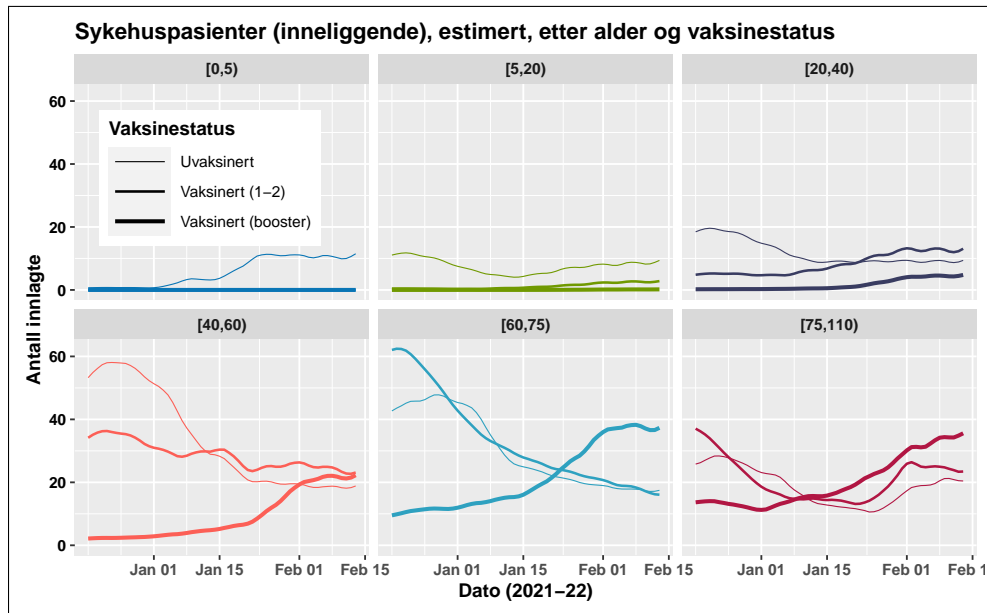
Figur 10: Estimert antall nye sykehusinnleggelser pr. dag, etter alder og vaksinasjonsstatus.

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



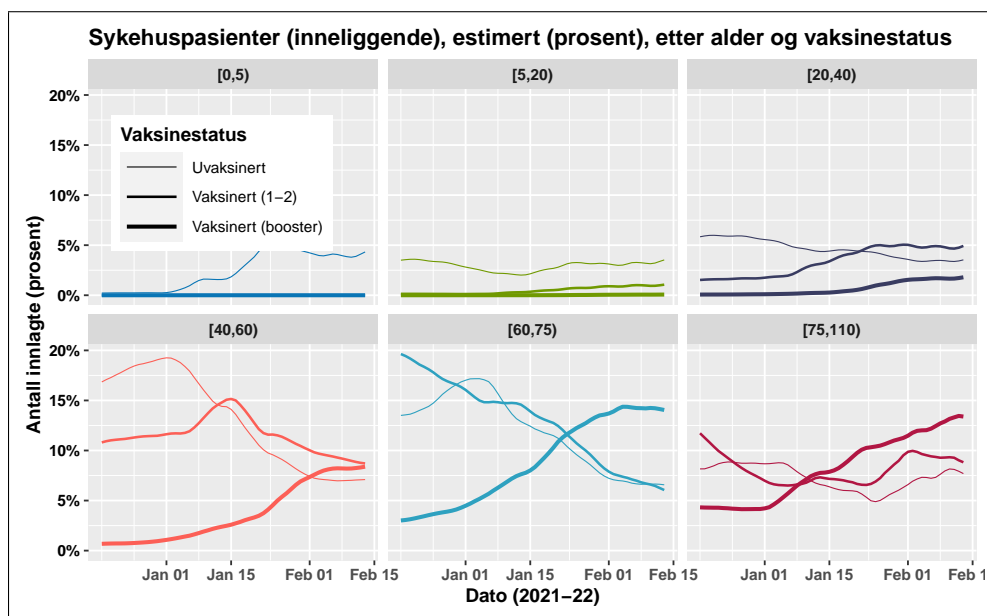
Figur 11: Estimert antall nye sykehusinnleggelser pr. dag, etter alder og vaksinasjonsstatus. Verdier er regnet som prosent av totalt estimert antall nye innleggelser pr. dag.

Estimert antall inneliggende pasienter, etter alder og vaksinasjonsstatus



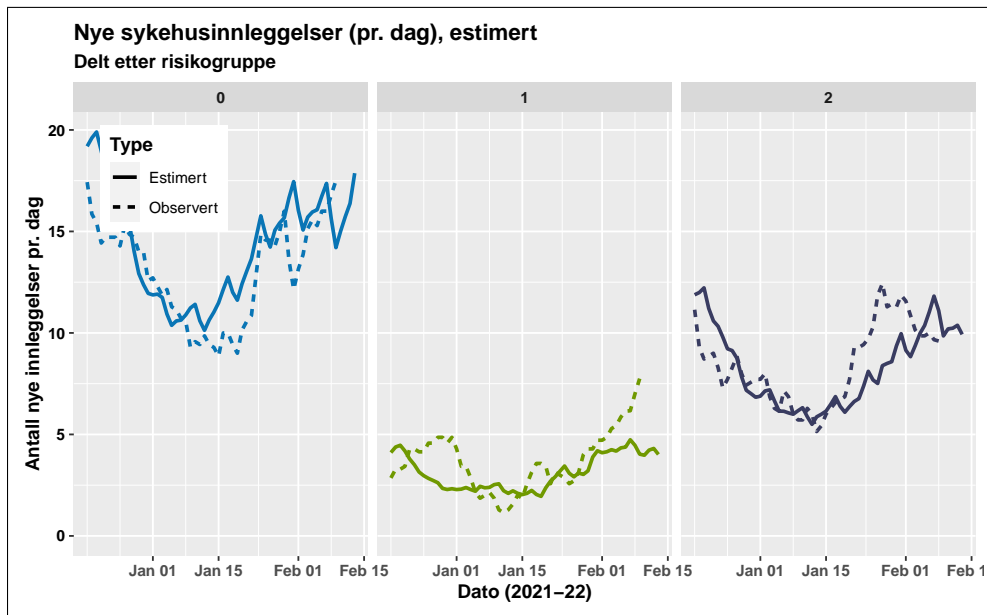
Figur 12: Estimert antall inneliggende pasienter, etter alder og vaksinasjonsstatus.

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



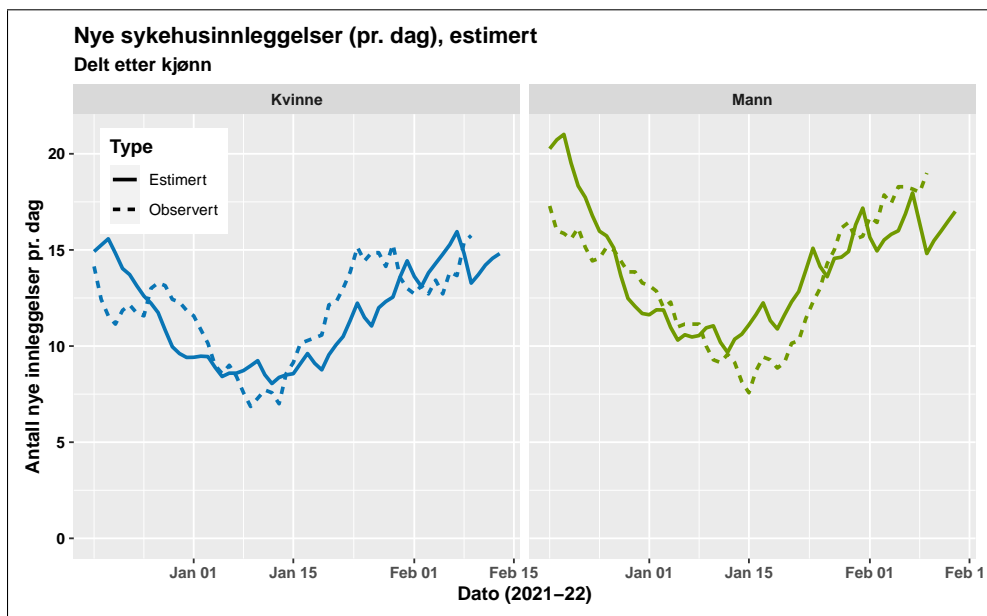
Figur 13: Estimert antall inneliggende pasienter, etter alder og vaksinasjonsstatus. Verdier er regnet som prosent av totalt estimert antall inneliggende pasienter.

Estimert antall innleggelser, etter risikogruppe



Figur 14: Antall registrerte nye sykehusinnleggelser pr. dag (7 dagers glidende gjennomsnitt) siste ukene, og tilhørende modellestimerte verdier. Delt etter risikogruppe.

Estimert antall innleggelser, etter kjønn



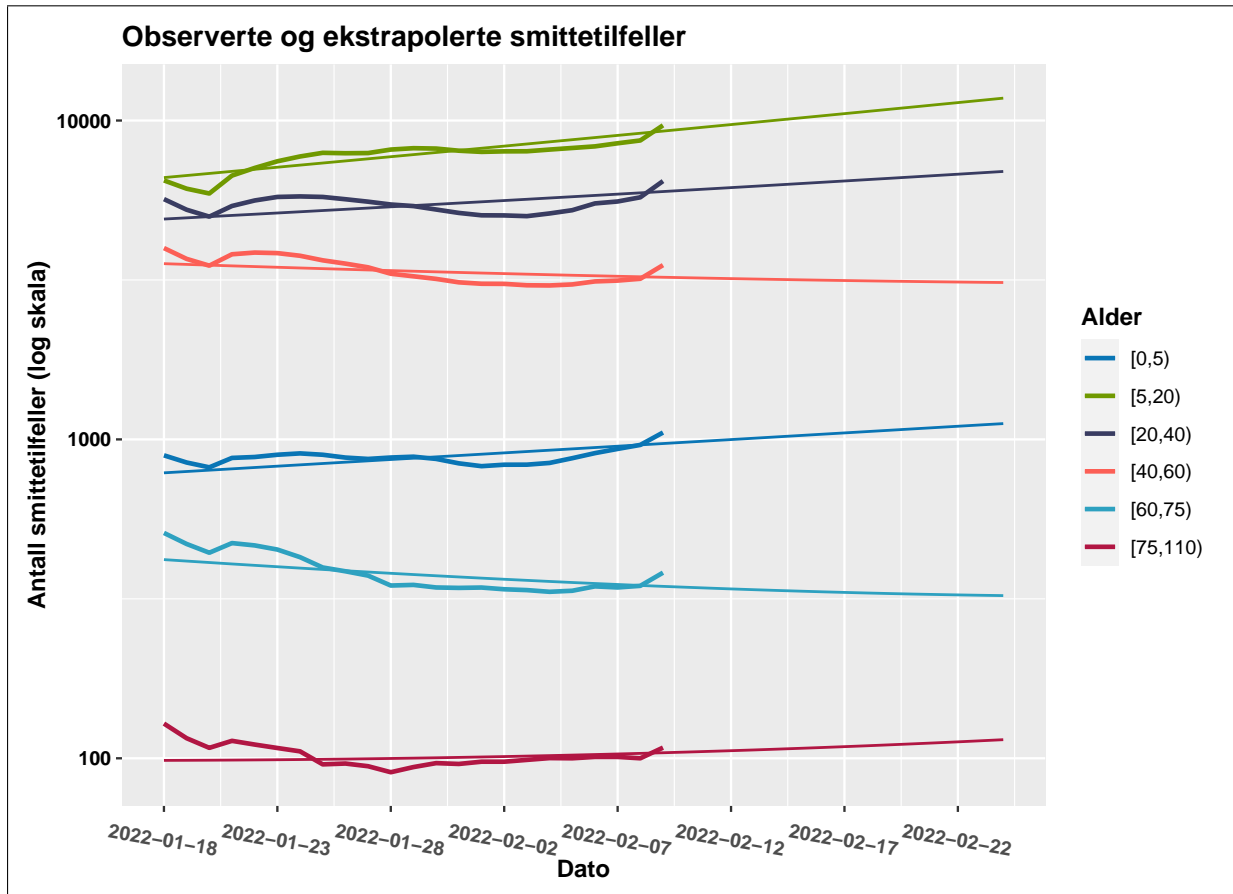
Figur 15: Antall registrerte nye sykehusinnleggelser pr. dag (7 dagers glidende gjennomsnitt) siste ukene, og tilhørende modellestimerte verdier. Delt etter kjønn.

Modeller utarbeidet av
Håkon K. Gjessing
Forskningsleder/Professor II
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)

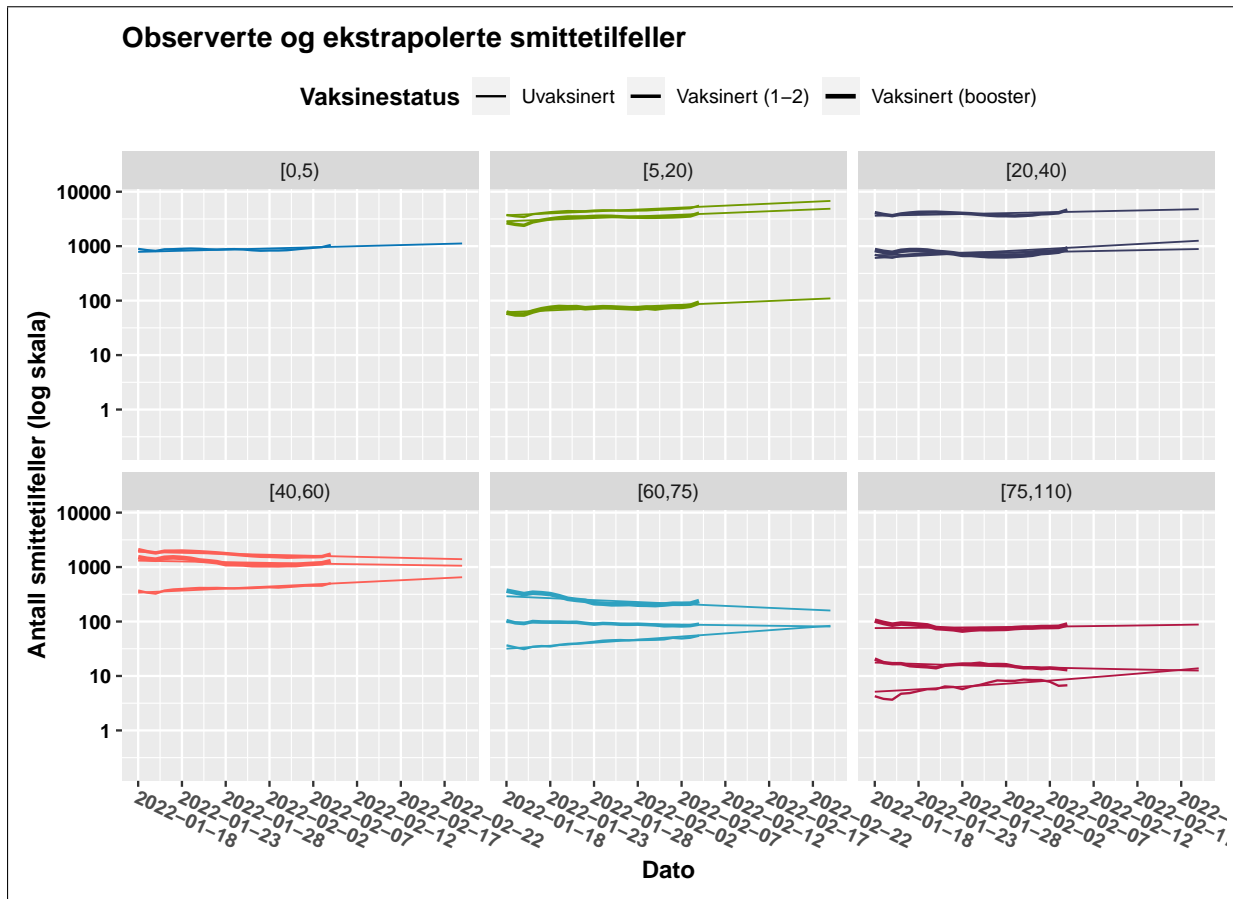
4 Øvrige resultater

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



Figur 16: Registrerte smittetilfeller i aldersgrupper, med modellekstrapolerte verdier. Merk at lineært økende eller synkende smittetrender på log skala tilsvare hhv. eksponensiell vekst eller fall av smittetall.

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



Figur 17: 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% gjennom første delene av pandemien, men langt lavere) 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 vaksinert (med én, to eller tre doser)
- 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, f.eks. ved

økt bruk av egentesting. Denne endringen blir fanget opp av flere “smooth spline”-komponenter 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 og ved senere anledninger, hvor det f.eks. innføres skoletesting.