

Modelleringsrapport til Oppdrag 45, 26. august 2021

Folkehelseinstituttets COVID-19 modelleringsteam

Sammendrag

I denne rapport presenterer vi resultater basert på modellering som er utført i forbindelse med oppdrag 45 om vurdering av koronavaksinasjon av barn 12-15 år. Vi har brukt en individ-basert modell (IBM) og en metapopulasjonsmodell (MPM) som er tilpasset på kommunenivå. Det er gjort noen endringer i modellene i forhold til tidligere rapporter. Nye antakelser og parametere er dokumentert i slutten av denne rapporten.

Formålet med modelleringen er å belyse mulige scenarioer og helseutfall frem til våren 2022 med og uten antakelse om vaksinasjon av aldersgruppen 12 til 15 år. Det gjøres en vurdering både innen aldersgruppen og i hele befolkningen. I alle scenarioer antas at alle voksne 18 år og oppover som ønsker det er fullvaksinerte med mRNA-vaksiner innen uke 35. Det antas at tiltak avvikles med virkning fra den siste uken i september 2021. Delta-varianten antas å være dominerende i Norge fram til neste sommer. I de ulike scenarioene endres på følgende antakelser for å se hvordan de påvirker utfallet i modellene:

- Variasjon i antakelser om reproduksjonstall etter avvikling av kontaktreduserende tiltak
- Vaksinedekning i aldersgruppene 12-15 år varieres mellom 20 og 90%
- Vaksinedekning i aldersgruppen 16-17 år varieres mellom 50 og 90%, uavhengig av antakelser om vaksinedekning hos 12-15-åringer
- Vaksineeffekt, høy (tilsvarende estimater for Moderna-vaksinen) og lav (tilsvarende estimater for Pfizer-vaksinen)
- Supplerende analyser kjøres med antakelse om 10% reduksjon i smitteraten som følge av fortsatte kontaktreduserende tiltak i samfunnet.

Modelleringen tar utgangspunkt i basis-scenarioer, hvor det antas høy oppslutning om vaksinasjonsprogrammet med minimum 90% vaksinedekning hos voksne 18 år og eldre og vaksineopptak mellom 50-90% i aldersgruppen 16-17 år. Epidemien kontrolleres fram til siste uken i september hvoretter kontaktreduserende tiltak fjernes. Generelle råd om å holde seg hjemme ved symptomer, god håndhygiene etc. antas å fortsette. Det antas et middels scenario for import (se Tabell M1). Basis-scenariene danner grunnlag for sammenlikning med alternativer, hvor aldersgruppen 12-15 år vaksineres. Som noe nytt ser vi på forekomst av multiorgan inflammatorisk syndrom assosiert med COVID-19 (MIS-C) hos barn.

Det er betydelig usikkerhet knyttet til modellene og simuleringen av epidemiens utvikling frem til utgangen av året. Dette skyldes særlig to forhold:

- *Hva er spredningspotensialet – R – for SARS-CoV-2 i Norge uten noen tiltak (TISK og kontaktreduserende tiltak)?* Vi tar utgangspunkt i hva vi beregner at R kan ha vært i tiden før 12. mars 2020. Det var usikre anslag, for da var det lav testkapasitet og dermed mangler vi kunnskap om hvor utbredt smitten var. Ettersom vi nå har nesten bare delta-varianten, antar vi en spredningsevne som er 1.5 ganger så høy som spredningsevnen til alfa-varianten, som dominerte i starten av 2021. Alfa-varianten er tilsvarende estimert til å øke reproduksjonstallet med 50% sammenliknet med mars 2020. Det er fortsatt knyttet en del usikkerhet til begge disse økningene i smittsomhet. Siden R-tallet er avhengig av mange ulike

faktorer som for eksempel kontaktmønster og befolkningstetthet kan man ikke uten videre overføre estimater fra andre land til Norge.

- *Hvordan vil befolkningen oppføre seg etter gjenåpningen?* Det er usikkert om kontakthyppighet og kontakt mellom ulike aldersgrupper vil gå tilbake til pre-pandemiske nivåer, eller om det blir langvarige endringer i adferd som vil påvirke smittespredning, som f.eks. bedre hygiene, holde seg hjemme ved sykdom etc.

På grunn av den store usikkerheten presenterer modellene ulike basis-scenarier med ulike reproduksjonstall mellom $R = 4.5$ og 6.75 , målt i forhold til spredningsevnen i mars måned uten vaksinasjon for å illustrere betydningen av disse faktorene.

Scenariene er ikke prediksjoner om hvordan covid-19 epidemien vil utvikle seg framover. Hensikten med scenariene er å gi bedre forståelse og å utforske handlingsrom som støtte til videre strategisk planlegging. De kvantitative resultater er svært usikre og bør tolkes som usikre anslag på størrelsesorden. Scenariene tar ikke hensyn til virkningen av tiltak som iverksettes dersom det er en negativ utvikling.

Sammendrag av resultater

1. Det er betydelig usikkerhet knyttet til modelleringsresultater om epidemiens videre forløp under og etter gjenåpning.
2. Modelleringen viser at en ny bølge på høsten og vinteren er mulig selv med høy vaksinedekning i aldersgruppen 16 år og oppover. Både størrelsen og tidspunktet for en eventuell vinterbølge er svært usikker; delta-varianten har økt sannsynligheten for en kraftigere epidemi sammenliknet med risikoen ved tidligere varianter. Den største usikkerheten om epidemiens utvikling kommer fra usikkerhet om hva det effektive R-tall vil være i Norge uten noen tiltak, og i hvilken grad det vil være mer varige endringer i smitteverntiltak i befolkningen selv uten forskriftspålagte krav. Tidspunktet for bølgens topp er styrt av antakelser om sesongvariasjon i modellen og tidspunkt for full gjenåpning.
3. Økt smittsomhet gir et høyere antall smittede i basis-scenariene sammenliknet med tidligere dominerende varianter.
4. Scenariene uten vaksinasjon av 12-15-åringene (baseline) viser at det kan komme 0,8-2 millioner nye infeksjoner, 10-20 000 sykehusinnleggelser, og 700-1900 dødsfall med høy vaksineeffekt. Med lav vaksineeffekt, er det mellom 1,3-3,5 millioner infeksjoner, 20-35 000 innleggelser og 1700-3500 dødsfall. Det effektive R-tall rett etter gjenåpningen er mellom 1.2-1.8.
5. Vaksinerings av 12-15-åringene kan gi betydelige befolkningseffekter. Vaksinasjonen senker smittetrykket i samfunnet og vil føre til et lavere antall av smittede, sykehusinnleggelser og dødsfall. Den relative effekten er størst når R-tallet er lavt og vaksinedekningen er høy. Målt i absolutte tall kan et høyt R-tall gi lik eller større effekt, fordi antakelsen fører til en mer alvorlig epidemi. Med en vaksinedekning på 90% hos 12-17-åringene og lav $R=4.5$ reduseres negative konsekvenser for helse med 55-60% (IBM) og 30-35% (MPM), tilsvarende 400-500 000 færre infeksjoner og 300-400 unngåtte dødsfall. For høy $R=6,75$ reduseres antallet av helseutfall med 15-25%, en nedgang på 350-450 000 infeksjoner og 250-300 dødsfall.
6. Vaksinerings av 12-15-åringene kan redusere smitte i aldersgruppen 10-19 år med opptil 60-75% og sykehusinnleggelser med opptil 65-80% ved 90% vaksinedekning hos 12-17-åringene og høyt vaksineeffekt. Fordi risikoen for alvorlig infeksjon og sykehusinnleggelse blant ungdom er lav, er det få unngåtte innleggelser i denne aldersgruppen, rundt 150-300.
7. Modellene viser at det vil være i størrelsesordenen 50-120 MIS-C innleggelser i aldersgruppen 0-15 år i baseline-scenariene. Vaksinasjon av 12-15-åringene kan gi en betydelig

reduksjon av MIS-C-relaterte innleggelser på opptil 70% (IBM) og 40% (MPM) ved høyt vaksineopptak blant 12-15-åringer.

8. Supplerende analyser hvor smittenivået reduseres med 10% minker antallet av negative helseutfall definert som infeksjoner, innleggelser og dødsfall i baselinescenariene og øker den relative effekten av vaksinasjon av aldersgruppen 12-15 år i størrelsesordenen 5-15% sammenliknet med hovedscenariene, gitt samme antakelser om vaksineeffekt og vaksinedekning.

Begrensninger

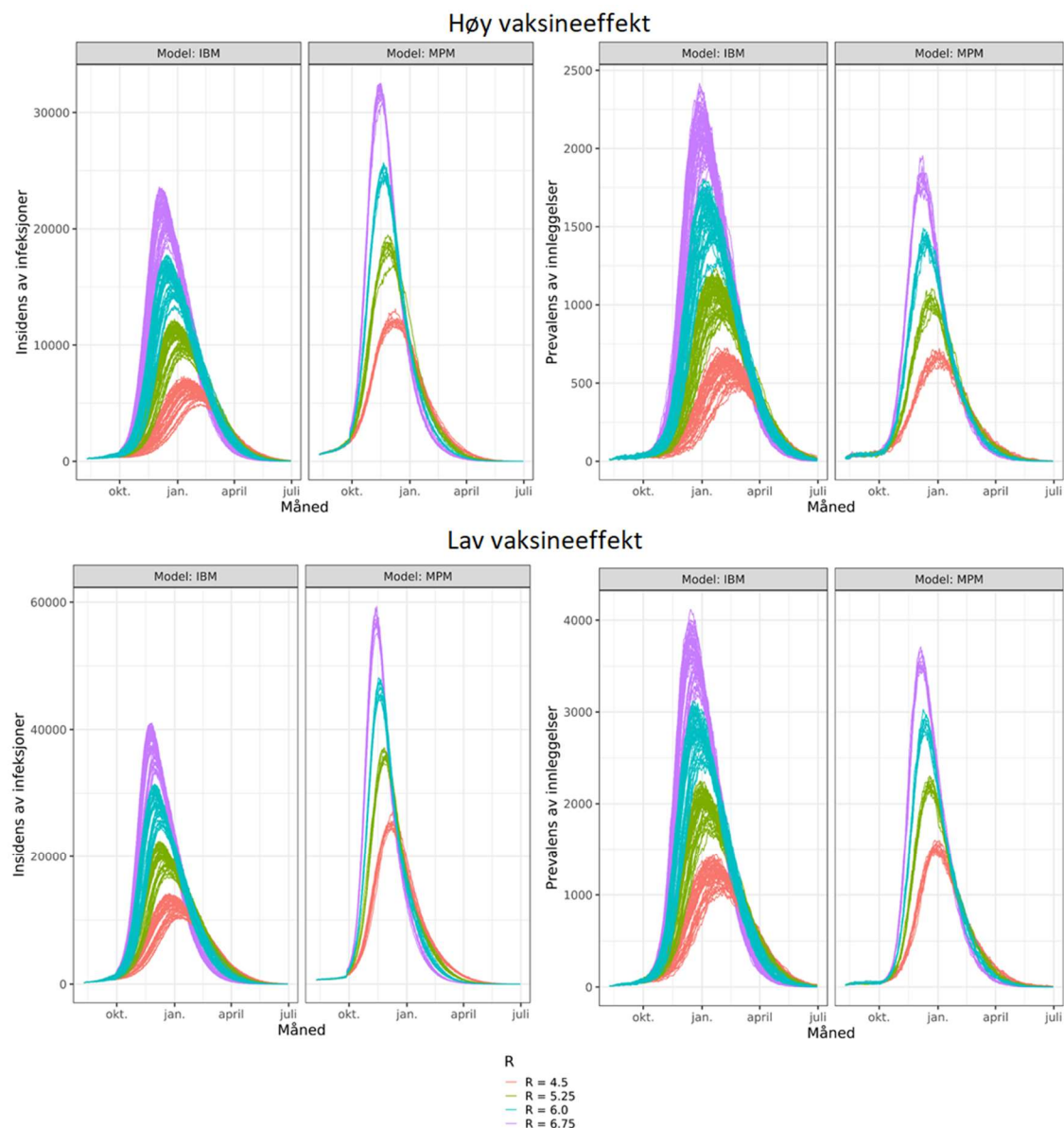
- Den største usikkerheten kommer fra usikkerhet om hva det effektive R-tall vil være i Norge ved gjenåpning.
- Modellenes resultater er basert på nåværende viten og det vil være behov for løpende oppdateringer når ny informasjon og kunnskap blir tilgjengelige. Resultater vil også kunne endres som følge av at modellene fortsatt utvikles.
- Det er manglende kunnskap om effekten av TISK-strategi og hvilken kontaktrate av relevans for spredning av SARS-CoV-2 som tilsvarer en situasjon med "normal" sosial kontakt i samfunnet. Resultatene er sensitive for antakelser om kontaktrate når alle kontaktreduserende tiltak bortfaller. Kontaktraten er i modellene vurdert regionalt basert på den estimerte smitteraten i starten av epidemien samt antakelser om effekten av TISK, det er usikkerhet knyttet til disse estimater og effektmål.
- Metapopulasjonsmodellen inndeler landet i 22 områder, hvor man antar tilfeldig miksing i hvert fylke så ingen kommuner er uten smitte. I modellen antas det at all mobilitet over fylkesgrenser er kortvarig og ikke permanent. Den individbaserte modellen er inndelt i kommuner og bydeler og bruker andre typer mobildata som proxy for mobilitet. Vi ser at antakelser om geografisk inndeling og bevegelsesmønstre kan ha innflytelse på resultatene.
- Reproduksjonstall i landets kommuner og bydeler endrer seg fortløpende under pandemien. Vi har gjort en vurdering av hvor i landet det har vært vedvarende høye og lave smittetall og hvor stor variansen er. I simuleringene bruker vi en konstant skaleringsfaktor for hver kommune/bydeler i hele simuleringperioden. Det betyr at resultatene må fortolkes varsomt fordi de avhenger av at smittenivået i landets regioner er predikerbart i tiden framover og følger den tidligere utvikling. På grunn av tidspress har vi ikke gjennomført sensitivetsanalyser som kan belyse betydningen av variabilitet i smittetrykk mellom regioner.
- Det er antatt en sesongvariasjon på 50% i modellene basert på en internasjonal studie. Det finnes ingen empiriske data for delta-varianten om sesongvariasjon i smitterate.
- Antakelser om vaksineeffekter og vaksineleveranser er usikre.
- Antakelser om relativ risiko for alvorlig infeksjon (innleggelser) er basert på norske data fra oktober 2020, justert opp med 60% etter at alfa-varianten ble dominerende. Det er ikke gjort endringer i innleggelsesrisiko for delta-varianten.
- Risiko for alvorlig sykdom for de yngste aldersgruppene er vanskelig å estimere siden det har vært få tilfeller av alvorlig sykdom hos disse gruppene i Norge.
- Vi antar homogen vaksinasjonsdekning geografisk og i sosiale grupper i samfunnet. Hvis det er mindre grupper i samfunnet med lav vaksinedekning, kan det føre til større, lokale utbrudd.
- Vi antar at virus-varianter som importeres til Norge har likt spredningspotensiale som de dominerende virusvarianter lokalt.

Modellberegninger

Basis-scenarioer, vaksinasjon av voksne og aldersgruppen 16-17 år

I basis-scenariene antas høyt vaksineopptak (minimum 90% blant voksne 18+ år), høy eller lav vaksineeffekt, et middels importsenario og at delta-varianten vil fortsette å dominere frem til våren 2022.

I figur 1 kan vi se daglig insidens av nye tilfeller og antall personer innlagt på sykehus for baselinescenarioer med ulike R-tall med henholdsvis høy og lav vaksineeffekt. Høstbølgens topp i modellene finnes i slutten av 2021 eller begynnelsen av 2022 og er styrt av antakelse om sesongvariasjon og tidspunktet for gjenåpning i slutningen av september måned..



Figur 1: Daglig insidens (venstre) og prevalens av innleggelses (høyre) i den individbaserte modellen (IBM) og metapopulasjonsmodellen (MPM) for basisscenarioer med 90% vaksinasjonsopptak hos 16-17-åring. Øverst vises resultater for høy vaksineeffekt; nederst vises resultater for lav vaksineeffekt. Det antas full gjenåpning fra siste uken i september.

Grunnet sesongvariasjon, varierer spredningsevnen for virus gjennom året. Merk at R-verdiene $R=4,5-6,75$ her refererer til hva R vill ha vært i mars måned 2020 ved full gjenåpning hvis ingen hadde vært vaksinert. Tabell 1 viser effektive reproduksjonstall rundt 1. november 2021 rett etter gjenåpningen. modellene. R-tallene er i størrelsesordenen 1.2 og 1.8 for høy vaksineeffekt, og mellom 1.2 og 1.9 for lave vaksineeffekt.

Tabell 1: Effektive reproduksjonstall rundt 1. november 2021 for scenarier med 90 % vaksineopptak i alle aldersgrupper.

VE	R0*	Effektiv R, IBM		Effektiv R, MPM	
		Vaksin. 16+	Vaksin. 12+	Vaksin. 16+	Vaksin. 12+
Høy	4,50	1,3	1,2	1,2	1,2
	5,25	1,4	1,2	1,4	1,2
	6,00	1,6	1,4	1,5	1,3
	6,75	1,7	1,4	1,7	1,4
Lav	4,50	1,3	1,2	1,4	1,3
	5,25	1,5	1,3	1,6	1,4
	6,00	1,6	1,5	1,7	1,5
	6,75	1,8	1,6	1,9	1,6

Tabell 2 og Tabell 3 viser antallet av helseutfall i hele simuleringsperioden med antakelse om henholdsvis høy og lav vaksineeffekt. Antallet av infeksjoner ved høy vaksineeffekt varierer mellom 0,8-2 millioner; antallet av innleggelser varierer mellom 9-23 000, og antallet av dødsfall varierer mellom 800-1900. I scenarier med lav vaksineeffekt viser modellene mellom 1,3-3,5 millioner infeksjoner, mens antallet av innleggelser og dødsfall varierer mellom henholdsvis 17-35 000 og 1700-3500.

Tabell 2: Baseline scenarier, høy vaksineeffekt

Antall hendelser (median; 90% CI) uten vaksinasjon av 12-15-åringer, 08.09-2021 - 30.06, 2022

Modell	Opptak 16-17 år (%)	R*	Totale antall hendelser, høy vaksineeffekt			
			Infeksjon (1e6)	Innleggelser	Respiratorbeh.	Dødsfall
IBM	50	4,5	0,8 (0,639 -0,875)	9 283 (7 381 - 10 241)	1 253 (983 - 1 380)	790 (616 - 905)
		5,25	1,192 (1,042 -1,275)	14 306 (12 278 - 15 413)	1 955 (1 618 - 2 113)	1 238 (1 062 - 1 344)
		6	1,546 (1,391 -1,616)	18 901 (16 936 - 19 985)	2 572 (2 312 - 2 789)	1 635 (1 445 - 1 749)
		6,75	1,835 (1,694 -1,905)	22 986 (21 040 - 23 960)	3 131 (2 891 - 3 339)	1 958 (1 812 - 2 072)
MPM		4,5	1,281 (1,274 -1,286)	10 013 (9 862 - 10 096)	1 176 (1 120 - 1 205)	764 (732 - 826)
		5,25	1,583 (1,58 -1,59)	12 792 (12 610 - 12 860)	1 529 (1 495 - 1 575)	1 049 (995 - 1 084)
		6	1,845 (1,839 -1,855)	15 462 (15 337 - 15 553)	1 862 (1 808 - 1 910)	1 332 (1 295 - 1 362)
		6,75	2,08 (2,075 -2,088)	17 907 (17 644 - 18 023)	2 175 (2 115 - 2 262)	1 590 (1 519 - 1 649)
IBM	90	4,5	0,727 (0,577 -0,798)	8 504 (6 727 - 9 418)	1 157 (894 - 1 272)	724 (571 - 840)
		5,25	1,12 (0,968 -1,203)	13 646 (11 624 - 14 693)	1 847 (1 576 - 2 027)	1 169 (973 - 1 282)
		6	1,475 (1,322 -1,547)	18 182 (16 254 - 19 370)	2 469 (2 214 - 2 691)	1 572 (1 386 - 1 679)
		6,75	1,774 (1,628 -1,844)	22 322 (20 373 - 23 493)	3 039 (2 786 - 3 245)	1 900 (1 743 - 2 020)
MPM		4,5	1,228 (1,22 -1,234)	9 656 (9 396 - 9 753)	1 129 (1 095 - 1 184)	759 (716 - 777)
		5,25	1,544 (1,534 -1,547)	12 534 (12 395 - 12 630)	1 481 (1 441 - 1 510)	1 036 (995 - 1 080)
		6	1,811 (1,807 -1,817)	15 281 (15 105 - 15 384)	1 841 (1 786 - 1 890)	1 307 (1 253 - 1 339)
		6,75	2,052 (2,041 -2,058)	17 761 (17 627 - 17 935)	2 160 (2 098 - 2 259)	1 580 (1 492 - 1 637)

Tabell 3: Baseline scenarier, lav vaksineeffekt

Antall hendelser (median; 90% CI) uten vaksinasjon av 12-15-åring, 08.09-2021 - 30.06, 2022

Modell	Opptak 16-17 år (%)		Totale antall hendelser, lav vaksineeffekt			
	16-17 år (%)	R*	Infeksjon (1e6)	Innleggelser	Respiratorbeh.	Dødsfall
IBM	50	4,5	1,479 (1,27 - 1,579)	17509 (14964 - 18856)	2430 (2069 - 2592)	1713 (1430 - 1877)
		5,25	2,024 (1,826 - 2,116)	24594 (22042 - 25803)	3419 (3026 - 3596)	2386 (2190 - 2562)
		6	2,452 (2,274 - 2,532)	30282 (27890 - 31435)	4201 (3887 - 4387)	3010 (2765 - 3151)
		6,75	2,792 (2,632 - 2,865)	34990 (32652 - 36102)	4876 (4525 - 5050)	3503 (3296 - 3655)
MPM		4,5	2,14 (2,131 - 2,148)	18412 (18330 - 18749)	2342 (2272 - 2387)	1696 (1661 - 1792)
		5,25	2,553 (2,538 - 2,562)	22829 (22736 - 23271)	2921 (2842 - 3008)	2218 (2135 - 2299)
		6	2,888 (2,883 - 2,896)	26900 (26679 - 27087)	3449 (3421 - 3566)	2685 (2626 - 2721)
		6,75	3,172 (3,162 - 3,179)	30382 (30143 - 30727)	3946 (3873 - 4060)	3157 (3074 - 3227)
IBM	90	4,5	1,408 (1,202 - 1,501)	16822 (14291 - 18085)	2348 (1967 - 2520)	1653 (1399 - 1793)
		5,25	1,954 (1,754 - 2,052)	23947 (21236 - 25185)	3299 (2956 - 3543)	2369 (2081 - 2537)
		6	2,39 (2,21 - 2,475)	29738 (27235 - 30875)	4122 (3780 - 4364)	2959 (2706 - 3129)
		6,75	2,739 (2,581 - 2,816)	34598 (32223 - 35546)	4820 (4502 - 5026)	3461 (3206 - 3601)
MPM		4,5	2,087 (2,078 - 2,097)	17901 (17774 - 18126)	2250 (2207 - 2319)	1665 (1570 - 1705)
		5,25	2,522 (2,511 - 2,529)	22612 (22499 - 22777)	2897 (2859 - 2957)	2185 (2096 - 2251)
		6	2,867 (2,862 - 2,878)	26725 (26608 - 26962)	3458 (3391 - 3536)	2700 (2622 - 2766)
		6,75	3,151 (3,143 - 3,161)	30380 (30147 - 30552)	3977 (3844 - 4045)	3133 (3074 - 3188)

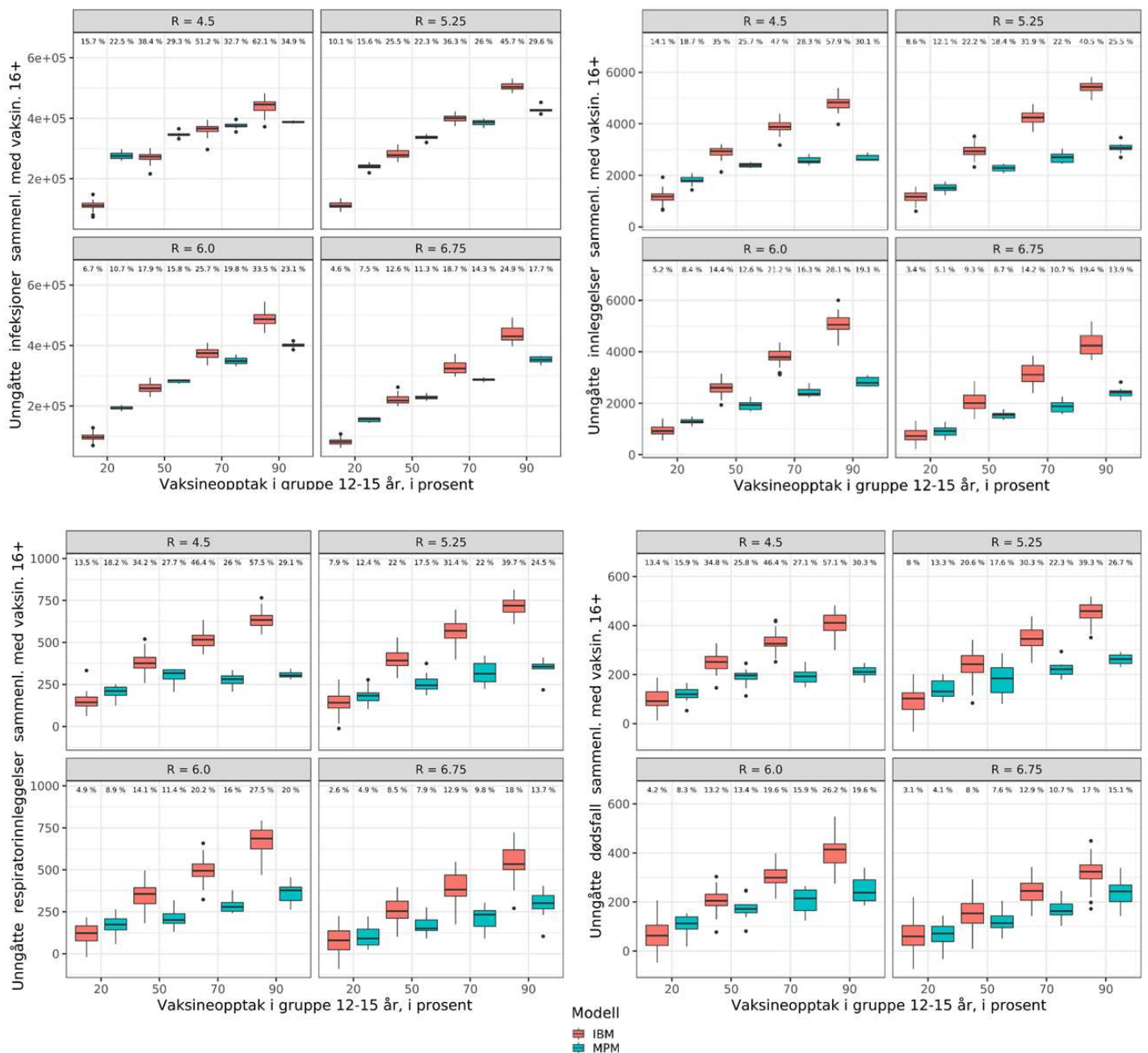
Befolkningseffekter av vaksinerings av 12-15-åring

Tabell 4-7 viser både antallet av unngåtte hendelser (infeksjoner, innleggelser, respiratorbehandlinger, dødsfall) og relativ reduksjon ved vaksinerings av 12-15-åring i ulike scenariene hvor vaksineeffekt, R-tall og vaksinedekning varieres. Tallene er målt i forhold til baseline, hvor kun aldersgruppen 16 år og oppover tilbys vaksinasjon. I Figur 2 viser vi betydningen av vaksineopptak hos 12-15-åring for antall unngåtte covid-19 helseutfall. Som eksempel, illustrerer figuren resultater hvor det er antatt høy vaksineeffekt og høy vaksinedekning på 90% hos 16-17-åring.

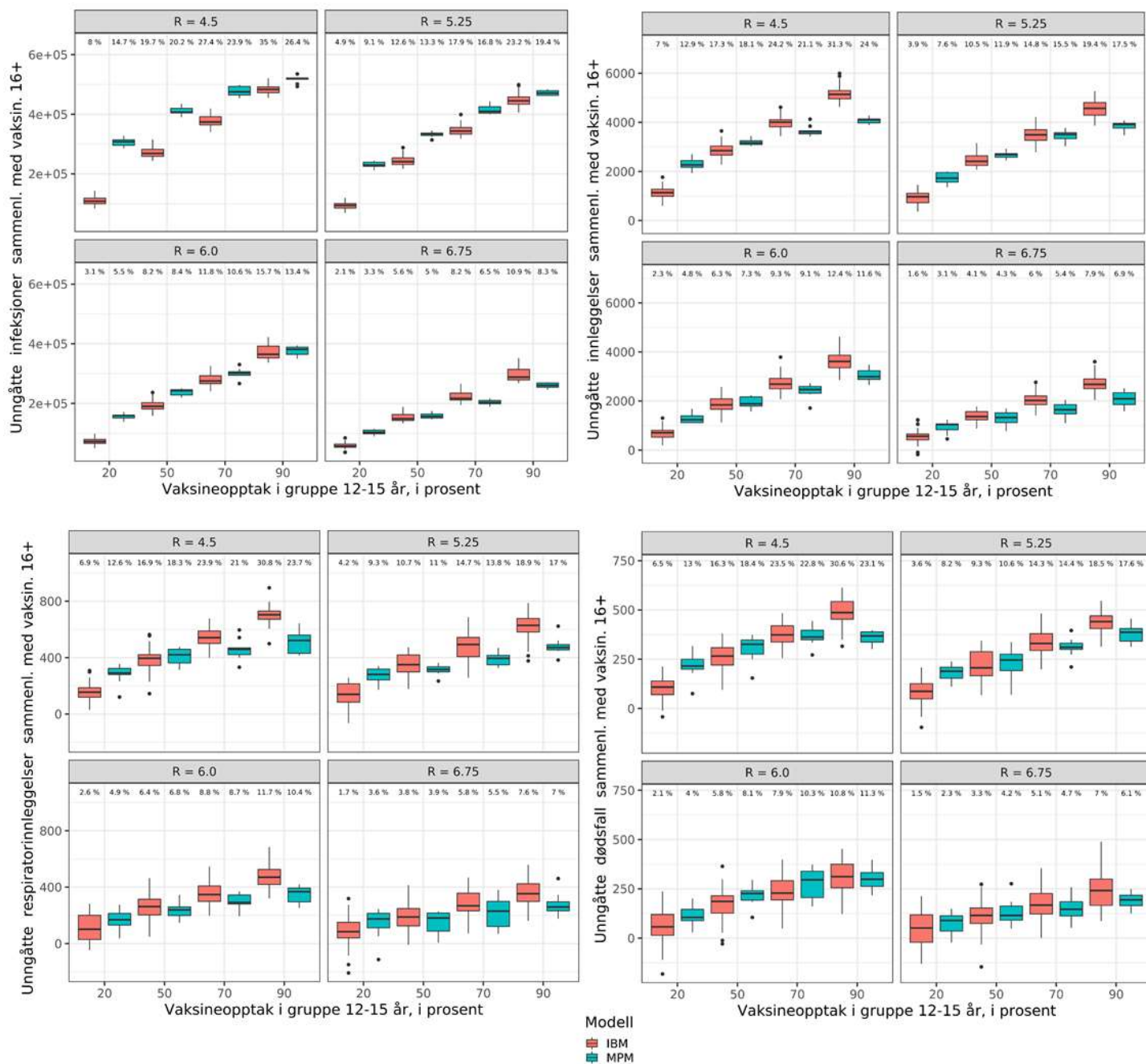
Modellene viser, at det kan være en betydelig befolkningseffekt på antallet av infeksjoner og alvorlige hendelser ved å vaksinere 12-15-åring. I scenarier med høy vaksineeffekt, 90% vaksinedekning hos 12-17-åring og lav R=4.5 (Tabell 5), kan sykdomsbyrden reduseres med 55-60% (IBM) og 30-35% (MPM), tilsvarende 400-500 tusener færre infeksjoner og 300-400 færre dødsfall. Hvis reproduksjonstallet et høyt R=6,75, vil vaksinerings av 12-15-åring redusere sykdomsbyrden mindre, henholdsvis 15-25% (IBM) og rundt 15% (MPM), tilsvarende 350-450 000 færre infeksjoner og 250-300 færre dødsfall. I scenariene hvor vaksinedekningen hos 16-17-åring er lav, 50% (Tabell 4), minkes effekten av vaksinerings av 12-15-åring med rundt 5%, sammenliknet med effekten ved 90% vaksinedekning i denne aldersgruppen.

I scenarier med lav vaksineeffekt (Tabell 6-7) viser modellene en lavere relativ effekt av å vaksinere 12-15-åring. Målt i absolutte tall, vil effekten være i samme størrelsesorden, og i noen tilfeller

høyere. I scenariene med 90% vaksinedekning hos 12-17-åringer og lav R=4,75 (Tabell 7), vil sykdomsbyrden reduseres med 25-35% i modellene; ved høy R=6,74 unngås i størrelsesordenen 5-10% av covid-19 tilfellene.



Figur 2: Antall unngåtte infeksjoner, innleggelse, respiratorbehandling og dødsfall i befolkningen med vaksinasjon av aldersgruppe 12-15 år sammenlignet med basisscenarier- 90% vaksinedekning i aldersgruppen 16-17 år, høy vaksineeffekt. Varierende vaksinasjonsdekning i aldersgruppen 12-15 år er vist på x-aksen. Panelene viser ulike R-tall. Prosent-tallene i toppen av hvert panel angir den gjennomsnittlige prosentvise reduksjonen i antallet av hendelser i perioden 8.9.2021-30.6.2022.



Figur 3: Antall unngåtte infeksjoner, innleggelser, respiratorbehandlinger og dødsfall i befolkningen med vaksinasjon av aldersgruppe 12-15 år sammenlignet med basisscenarier- 90% vaksinedekning i aldersgruppen 16-17 år, lav vaksineeffekt. Varierende vaksinasjonsdekning i aldersgruppen 12-15 år er vist på x-aksen. Panelene viser ulike R-tall. Prosent-tallene i toppen av hvert panel angir den gjennomsnittlige prosentvise reduksjonen i antallet av hendelser i perioden 8.9.2021-30.6.2022.

Tabell 4: Unngåtte hendelser, høy vaksineeffekt 50% vaksinedekning 16-17 år

Antall hendelser (median) og relativ reduksjon sammenliknet med baseline, 8.9.2021-30.6.2022

Modell	R	Opptak 12-15 (%)	Unngåtte hendelser				Relativ reduksjon			
			Inf.	Innlegg.	Resp.	Dødsf	Inf.	Innlegg.	Resp.	Dødsf
IBM	4,5	20	118 229	1 228	178	103	14,8 %	13,2 %	13 %	14,2 %
		50	276 998	2 909	394	251	34,6 %	31,3 %	31,7 %	31,4 %
		70	378 970	4 040	562	337	47,4 %	43,5 %	42,7 %	44,9 %
		90	469 682	5 049	673	412	58,7 %	54,4 %	52,2 %	53,7 %
	5,25	20	100 237	1 028	164	96	8,4 %	7,2 %	7,8 %	8,4 %
		50	273 151	2 828	389	237	22,9 %	19,8 %	19,2 %	19,9 %
		70	390 373	4 061	554	341	32,7 %	28,4 %	27,6 %	28,3 %
		90	502 736	5 254	696	458	42,2 %	36,7 %	37 %	35,6 %
	6	20	91 144	878	113	63	5,9 %	4,6 %	3,9 %	4,4 %
		50	248 686	2 224	319	193	16,1 %	11,8 %	11,8 %	12,4 %
		70	358 055	3 342	454	300	23,2 %	17,7 %	18,3 %	17,7 %
		90	473 397	4 587	589	378	30,6 %	24,3 %	23,1 %	22,9 %
	6,75	20	71 542	695	67	37	3,9 %	3 %	1,9 %	2,1 %
		50	201 375	1 762	208	134	11 %	7,7 %	6,8 %	6,6 %
		70	300 950	2 789	378	206	16,4 %	12,1 %	10,5 %	12,1 %
		90	411 413	3 857	498	297	22,4 %	16,8 %	15,2 %	15,9 %
MPM	4,5	20	178 603	1 173	155	68	13,9 %	11,7 %	9 %	13,2 %
		50	251 045	1 578	186	156	20,2 %	16,4 %	20,4 %	16,4 %
		70	290 644	1 996	249	166	24 %	21 %	22,1 %	22,2 %
		90	351 361	2 419	306	182	29,8 %	25,9 %	24,9 %	27,8 %
	5,25	20	142 512	866	70	67	9 %	6,8 %	6,3 %	4,6 %
		50	217 188	1 415	157	110	14 %	11,2 %	10,7 %	10,5 %
		70	270 419	1 798	245	167	17,7 %	14,5 %	15,9 %	16,4 %
		90	333 129	2 304	274	163	22,1 %	18,7 %	16,2 %	18,7 %
	6	20	108 165	736	81	80	5,9 %	4,8 %	6 %	4,3 %
		50	170 646	1 083	129	95	9,4 %	7,1 %	7,2 %	7 %
		70	227 418	1 581	208	128	12,6 %	10,4 %	9,8 %	11,3 %
		90	287 329	1 921	200	195	16,1 %	12,7 %	15 %	11 %
	6,75	20	90 867	434	40	31	4,4 %	2,4 %	1,9 %	1,9 %
		50	133 499	699	45	52	6,5 %	3,9 %	3,3 %	2,1 %
		70	174 954	921	129	106	8,6 %	5,2 %	6,6 %	6 %
		90	227 879	1 454	200	159	11,2 %	8,3 %	9,9 %	9,1 %

Tabell 5: Unngåtte hendelser, høy vaksineeffekt 90% vaksinedekning 16-17 år

Antall hendelser (median) og relativ reduksjon sammenliknet med baseline, 8.9.2021-30.6.2022

Modell	R	Opptak 12-15 (%)	Unngåtte hendelser				Relativ reduksjon			
			Inf.	Innlegg.	Resp.	Dødsf	Inf.	Innlegg.	Resp.	Dødsf
IBM	4,5	20	124 962	1 234	184	78	17,2 %	14,5 %	10,8 %	15,9 %
		50	273 890	2 887	410	251	37,7 %	33,9 %	34,7 %	35,4 %
		70	375 178	3 983	553	329	51,6 %	46,8 %	45,4 %	47,8 %
		90	445 307	4 766	657	408	61,3 %	56 %	56,4 %	56,7 %
	5,25	20	110 826	1 197	133	82	9,9 %	8,8 %	7 %	7,2 %
		50	274 727	2 919	387	206	24,5 %	21,4 %	17,6 %	21 %
		70	398 069	4 306	537	333	35,5 %	31,6 %	28,4 %	29,1 %
		90	500 716	5 345	715	453	44,7 %	39,2 %	38,8 %	38,7 %
	6	20	86 914	697	88	72	5,9 %	3,8 %	4,5 %	3,5 %
		50	265 937	2 566	339	207	18 %	14,1 %	13,2 %	13,7 %
		70	374 636	3 759	446	288	25,4 %	20,7 %	18,3 %	18 %
		90	485 715	4 912	649	401	32,9 %	27 %	25,5 %	26,3 %
	6,75	20	80 131	616	67	60	4,5 %	2,8 %	3,2 %	2,2 %
		50	214 561	1 871	242	138	12,1 %	8,4 %	7,3 %	7,9 %
		70	325 183	2 913	376	232	18,3 %	13 %	12,2 %	12,4 %
		90	430 565	4 095	532	309	24,3 %	18,3 %	16,3 %	17,5 %
MPM	4,5	20	277 204	1 830	209	144	22,6 %	19 %	19 %	18,5 %
		50	347 156	2 386	298	191	29,4 %	25,7 %	26,2 %	27,3 %
		70	374 252	2 569	285	192	32,6 %	28,1 %	27 %	27 %
		90	387 177	2 651	308	215	34,9 %	29,9 %	30,8 %	29,2 %
	5,25	20	242 938	1 538	183	138	15,7 %	12,3 %	13,3 %	12,4 %
		50	335 471	2 226	258	196	22,2 %	18 %	18,9 %	17,6 %
		70	386 028	2 678	344	221	26,1 %	22 %	22,1 %	23,3 %
		90	425 041	3 044	351	260	29,4 %	25,3 %	26,4 %	24,5 %
	6	20	193 874	1 329	171	111	10,7 %	8,7 %	8,5 %	9,3 %
		50	282 637	1 941	205	172	15,9 %	12,8 %	13,2 %	11,2 %
		70	352 725	2 455	273	205	20 %	16,4 %	16,1 %	15,2 %
		90	400 951	2 821	382	249	23,1 %	19 %	19,4 %	20,9 %
	6,75	20	158 097	871	105	73	7,7 %	4,9 %	4,6 %	4,9 %
		50	230 670	1 477	162	105	11,4 %	8,4 %	6,7 %	7,5 %
		70	286 449	1 881	210	165	14,2 %	10,7 %	10,5 %	9,9 %
		90	353 394	2 376	288	251	17,7 %	13,6 %	15,9 %	13,5 %

Tabell 6: Unngåtte hendelser, lav vaksineeffekt 50% vaksinedekning 16-17 år

Antall hendelser (median) og relativ reduksjon sammenliknet med baseline, 8.9.2021-30.6.2022

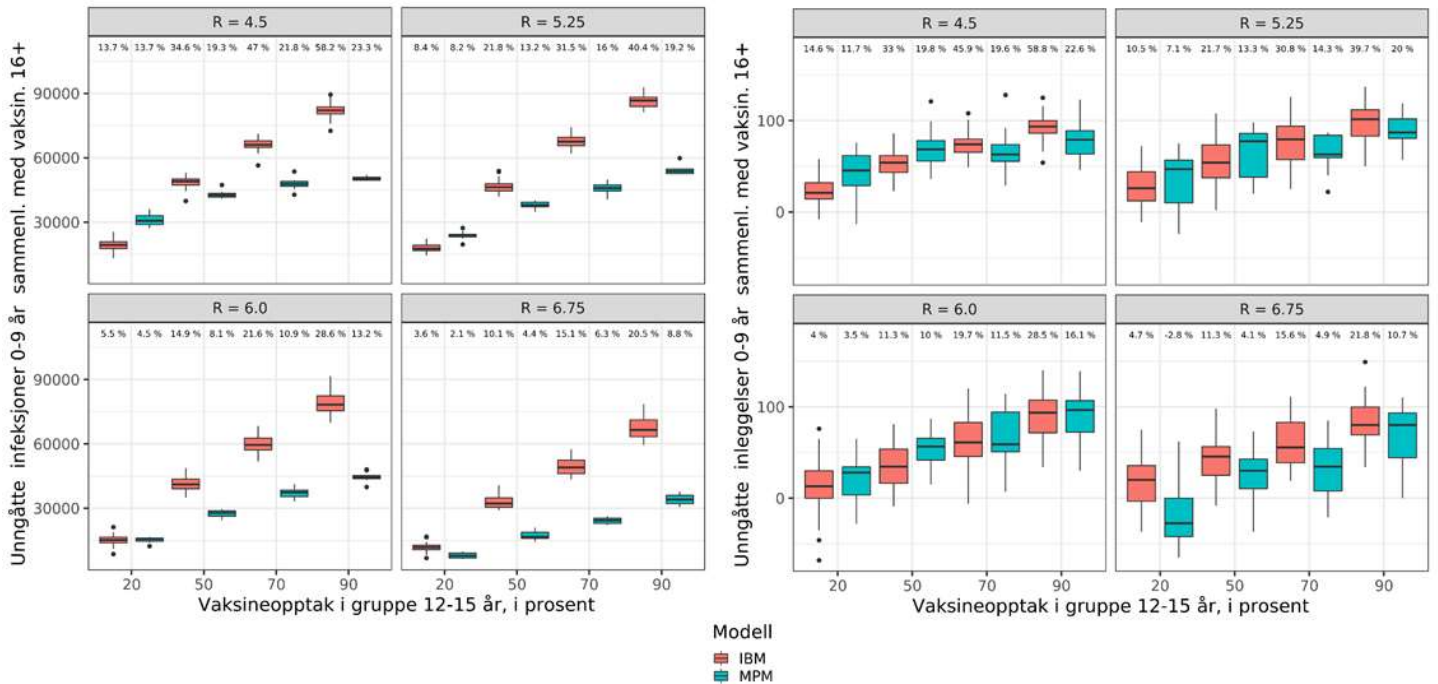
Modell	R	Opptak 12-15 (%)	Unngåtte hendelser				Relativ reduksjon			
			Inf.	Innlegg.	Resp.	Dødsf	Inf.	Innlegg.	Resp.	Dødsf
IBM	4,5	20	108 700	983	157	98	7,3 %	5,6 %	5,7 %	6,5 %
		50	260 246	2 652	380	242	17,6 %	15,1 %	14,1 %	15,7 %
		70	375 474	3 833	573	377	25,4 %	21,9 %	22 %	23,6 %
		90	474 241	4 899	645	457	32 %	28 %	26,7 %	26,5 %
	5,25	20	88 104	872	109	61	4,4 %	3,5 %	2,5 %	3,2 %
		50	228 550	2 310	332	161	11,3 %	9,4 %	6,7 %	9,7 %
		70	325 519	3 295	444	248	16,1 %	13,4 %	10,4 %	13 %
		90	420 219	4 341	574	369	20,8 %	17,7 %	15,5 %	16,8 %
	6	20	67 692	642	61	61	2,8 %	2,1 %	2 %	1,5 %
		50	179 363	1 701	222	154	7,3 %	5,6 %	5,1 %	5,3 %
		70	264 730	2 459	298	238	10,8 %	8,1 %	7,9 %	7,1 %
		90	347 712	3 358	431	301	14,2 %	11,1 %	10 %	10,2 %
6,75	20	48 922	442	33	36	1,8 %	1,3 %	1 %	0,7 %	
	50	142 889	1 211	181	101	5,1 %	3,5 %	2,9 %	3,7 %	
	70	205 426	1 911	262	162	7,4 %	5,5 %	4,6 %	5,4 %	
	90	273 715	2 434	305	216	9,8 %	7 %	6,2 %	6,3 %	
MPM	4,5	20	189 012	1 473	222	100	8,8 %	8 %	5,9 %	9,5 %
		50	272 513	1 951	266	210	12,9 %	10,8 %	12,4 %	11,7 %
		70	341 309	2 830	383	253	16,5 %	15,7 %	15,2 %	16,8 %
		90	421 360	3 253	432	306	20,7 %	18,4 %	18,6 %	19,2 %
	5,25	20	122 114	955	128	73	4,8 %	4,2 %	3,3 %	4,4 %
		50	200 251	1 633	188	125	7,9 %	7,2 %	5,7 %	6,5 %
		70	268 597	2 191	267	217	10,7 %	9,7 %	10 %	9,2 %
		90	332 719	2 807	298	281	13,4 %	12,5 %	12,8 %	10,6 %
	6	20	82 338	709	36	52	2,9 %	2,6 %	1,9 %	1,1 %
		50	130 587	926	115	99	4,5 %	3,5 %	3,7 %	3,3 %
		70	177 642	1 292	110	158	6,2 %	4,9 %	5,8 %	3,2 %
		90	239 786	2 183	256	244	8,4 %	8,1 %	9 %	7,5 %
6,75	20	58 675	477	81	53	1,8 %	1,6 %	1,7 %	2 %	
	50	92 189	665	70	61	2,9 %	2,2 %	1,9 %	1,8 %	
	70	122 637	926	152	128	3,9 %	3,1 %	4,1 %	3,8 %	
	90	155 297	1 163	147	121	5 %	3,9 %	3,9 %	3,8 %	

Tabell 7: Unngåtte hendelser, lav vaksineeffekt 90% vaksinedekning 16-17 år

Antall hendelser (median) og relativ reduksjon sammenliknet med baseline, 8.9.2021-30.6.2022

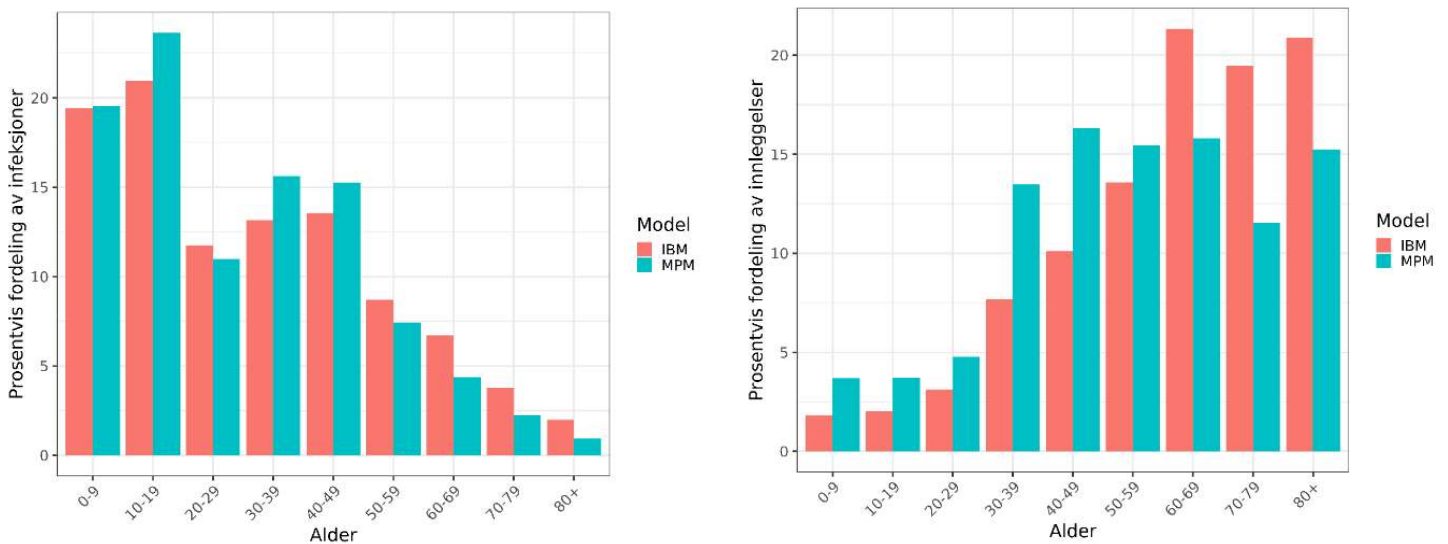
Modell	R	Opptak 12-15 (%)	Unngåtte hendelser				Relativ reduksjon			
			Inf.	Innlegg.	Resp.	Dødsf	Inf.	Innlegg.	Resp.	Dødsf
IBM	4,5	20	117 704	1 097	194	109	8,4 %	6,5 %	6,6 %	8,2 %
		50	270 078	2 798	418	281	19,2 %	16,6 %	17 %	17,8 %
		70	378 238	3 878	563	357	26,8 %	23,1 %	21,6 %	24 %
		90	482 850	5 146	702	509	34,3 %	30,6 %	30,8 %	29,9 %
	5,25	20	92 490	949	98	93	4,7 %	4 %	3,9 %	3 %
		50	237 136	2 533	311	227	12,1 %	10,6 %	9,6 %	9,4 %
		70	343 649	3 510	473	325	17,6 %	14,7 %	13,7 %	14,3 %
		90	449 821	4 678	612	438	23 %	19,5 %	18,5 %	18,6 %
	6	20	67 799	637	85	59	2,8 %	2,1 %	2 %	2,1 %
		50	188 267	1 829	237	171	7,9 %	6,2 %	5,8 %	5,7 %
		70	271 681	2 626	348	227	11,4 %	8,8 %	7,7 %	8,4 %
		90	365 224	3 597	450	285	15,3 %	12,1 %	9,6 %	10,9 %
	6,75	20	54 102	735	72	55	2 %	2,1 %	1,6 %	1,5 %
		50	144 216	1 332	213	121	5,3 %	3,8 %	3,5 %	4,4 %
		70	214 542	2 081	262	173	7,8 %	6 %	5 %	5,4 %
		90	284 182	2 652	344	224	10,4 %	7,7 %	6,5 %	7,1 %
MPM	4,5	20	304 377	2 260	274	225	14,6 %	12,6 %	13,5 %	12,2 %
		50	409 047	3 180	396	326	20,1 %	18,1 %	19,6 %	17,8 %
		70	479 052	3 638	450	367	23,9 %	21 %	22,8 %	20,7 %
		90	517 352	4 107	524	362	26,5 %	24,1 %	23,1 %	24,3 %
	5,25	20	231 242	1 614	266	181	9,2 %	7,1 %	8,3 %	9,2 %
		50	335 341	2 647	332	227	13,5 %	11,9 %	10,5 %	11,6 %
		70	411 714	3 418	386	323	16,7 %	15,3 %	15,1 %	13,7 %
		90	471 911	3 861	475	367	19,4 %	17,5 %	17 %	16,9 %
	6	20	155 287	1 228	165	108	5,4 %	4,6 %	4 %	4,8 %
		50	240 399	1 975	242	225	8,4 %	7,4 %	8,3 %	7 %
		70	297 277	2 438	302	302	10,5 %	9,3 %	11,2 %	8,9 %
		90	378 913	3 033	360	313	13,5 %	11,5 %	11,7 %	10,6 %
	6,75	20	100 065	939	176	65	3,2 %	3,1 %	2,1 %	4,4 %
		50	156 836	1 310	133	146	5 %	4,4 %	4,7 %	3,4 %
		70	203 066	1 666	232	128	6,5 %	5,5 %	4,1 %	5,9 %
		90	260 330	2 135	282	184	8,4 %	7,1 %	5,9 %	7,2 %

Vaksinering av 12-15-åringer har indirekte effekt på smitte hos yngre barn under 12. Figur 4 viser reduksjon i infeksjoner og innleggelses i aldersgruppe 0-9 år.



Figur 4: Antall unngåtte infeksjoner (venstre) og innleggelses (høyre) i aldersgruppe 0-9 år med vaksinasjon av aldersgruppe 12-15 år sammenlignet med basisscenario 90% vaksinedekning i aldersgruppen 16-17 år, høy vaksineeffekt i perioden 8.9.2021-30.6.2022.

Figur 5 viser aldersfordelingen av infeksjoner og sykehusinnleggelses i IBM og MPM. Vi ser, at epidemien framover i større grad vil ramme yngre befolkningsgrupper, mens eldre vil utgjøre hovedparten av innleggelses, særlig i den individbaserte modellen.

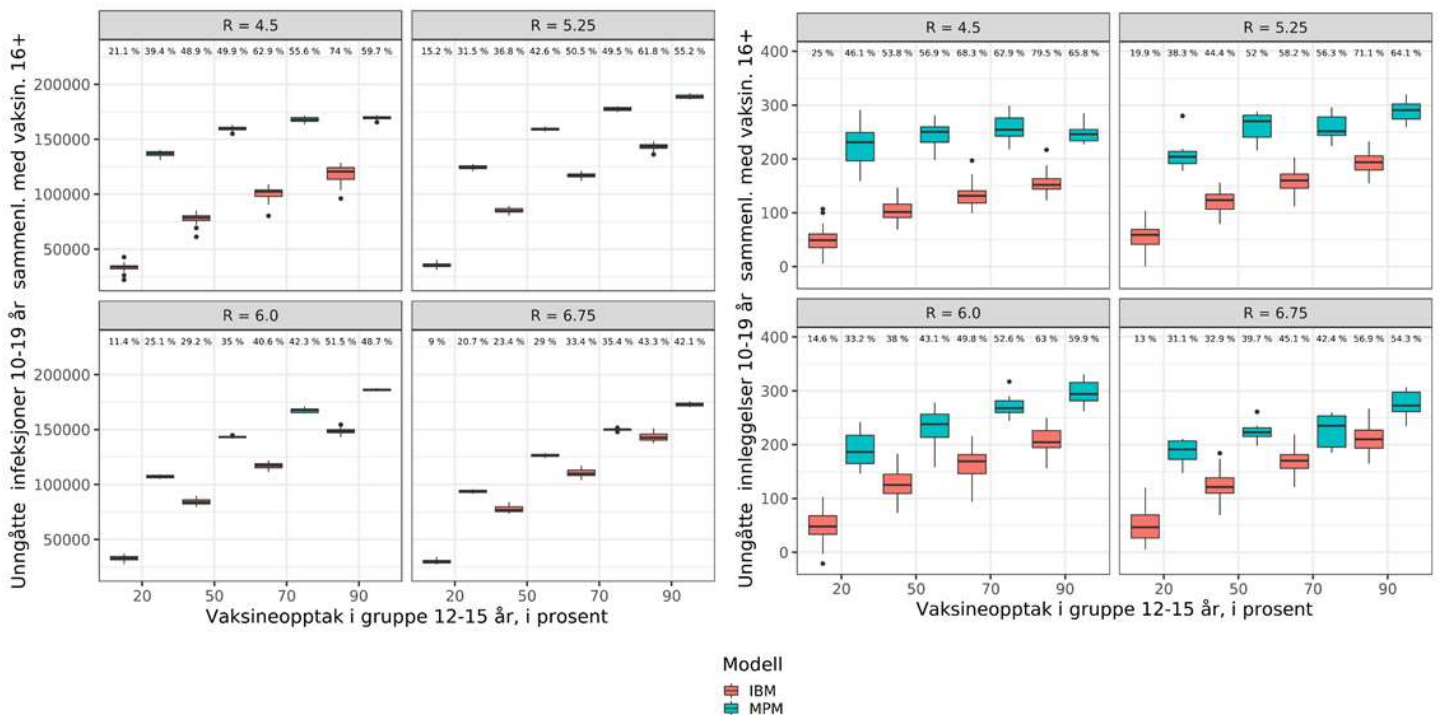


Figur 4: Aldersfordeling av infeksjoner(venstre) og sykehusinnleggelses(høyre) fra 08.09-2021 - 30.06, 2022 for IBM og MPM modellene.

Effekt på aldersgruppen 12-15 år

I dette avsnittet diskuteres den direkte effekten av vaksinasjon på aldersgruppen 12-15 år. Modellene har ulik aldersoppløsning. IBM-modellen har 1-årige aldersgrupper mens MPM-modellen deler befolkningen inn i 10-årige aldersgrupper. Av den årsak, viser vi i Figur 5 reduksjon i infeksjoner og sykehusinnleggelses i aldersgruppen 10-19 år i begge modeller. Figuren illustrerer effekten med antakelse om høy vaksineeffekt og 90% vaksinedekning hos 16-17-åringene.

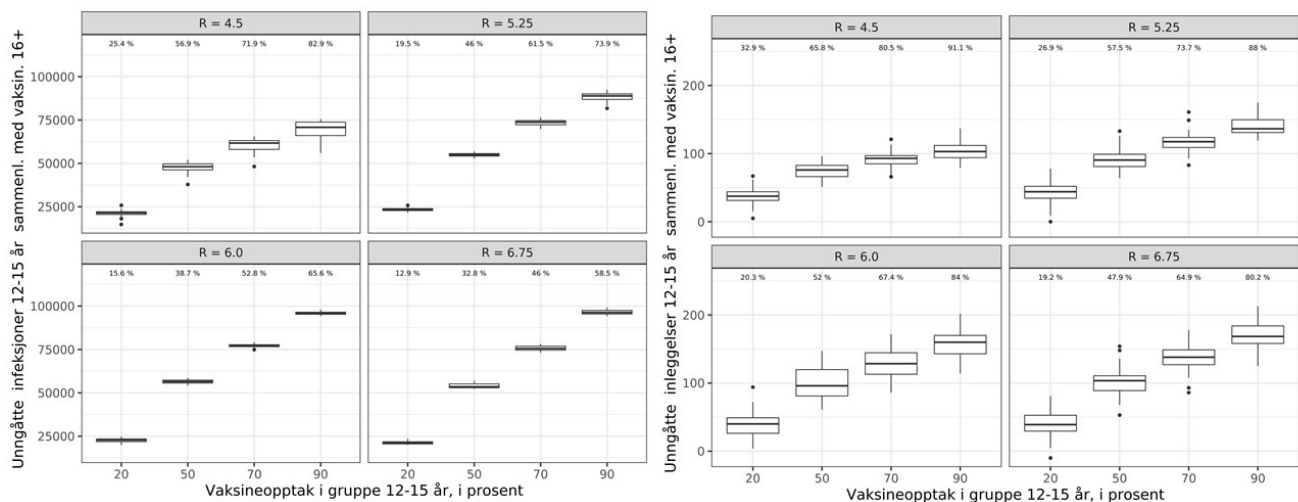
Vi ser, at det er en betydelig prosentvis reduksjon, både i antall infeksjoner og innleggelses i aldersgruppen 10-19 år, over 50% i mange scenarier. Vaksinerings av 12-15-åringene vil kunne gi i størrelsesordenen 100-300 færre innleggelses i denne aldersgruppen. Det er forventet få eller ingen dødsfall i denne aldersgruppen. Ved antakelse om lav vaksineeffekt blir reduksjonen en smule mindre.



Figur 5: Antall unngåtte infeksjoner (venstre) og sykehusinnleggelses (høyre) i aldersgruppe 10-19 år med vaksinasjon av aldersgruppe 12-15 år i scenarier hvor det er antatt høy vaksineeffekt og 90% vaksinedekning hos 16-17-åringene.

IBM-modellen har 1-årig aldersoppløsning som gjør det mulig å se på effekten på helseutfall i aldersgruppen 12-15 år. Som man vil forvente så blir effekten av vaksinasjon tydeligere når man kun ser på aldersgruppa som får vaksine, se Figur 6.

I scenariene med høy vaksineeffekt, høy vaksinedekning på 90% hos 12-17-åringene og lav $R=4,5$ oppnås en reduksjon av infeksjoner på rundt 80%, og rundt 90% av innleggelses. Hvis R -tallet er høyt, $R=6,75$ unngås 60% av infeksjoner og 80% av sykehusinnleggelses. I absolutte tall er reduksjonene på opp mot et par hundre innleggelses i de mest optimistiske opptakssceniene.



Figur 6: Antall unngåtte infeksjoner (venstre) og sykehusinnleggelser (høyre) i aldersgruppe 12-15 år i IBM-modellen sammenliknet med basisscenario med høy vaksineeffekt og høyt vaksineopptak hos 16-17-åringene.

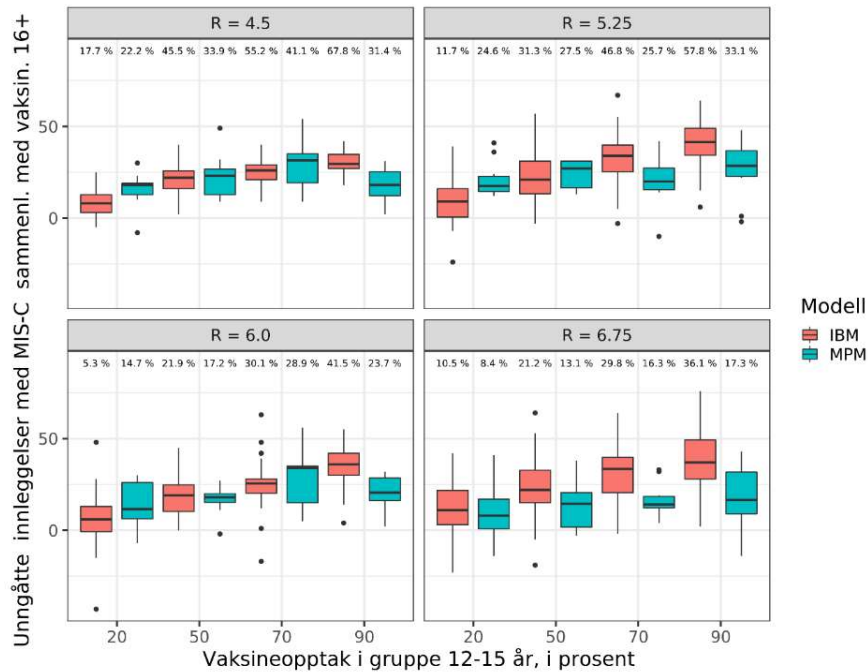
Effekt på MIS-C hos barn

Vi har inkludert en modell for MIS-C hos barn 0-15 år i modellene, hvor det antas at barn under 16 år har en 1/3200 sannsynlighet for å bli syke med MIS-C, dersom de utvikler symptomatisk covid-19 sykdom [1]. Vaksinerne antas å redusere risikoen for sykehusinnleggelse med MIS-C tilsvarende som for covid-19. Vi modellerer antallet som til enhver tid er innlagt med MIS-C, og totalt antall tilfeller.

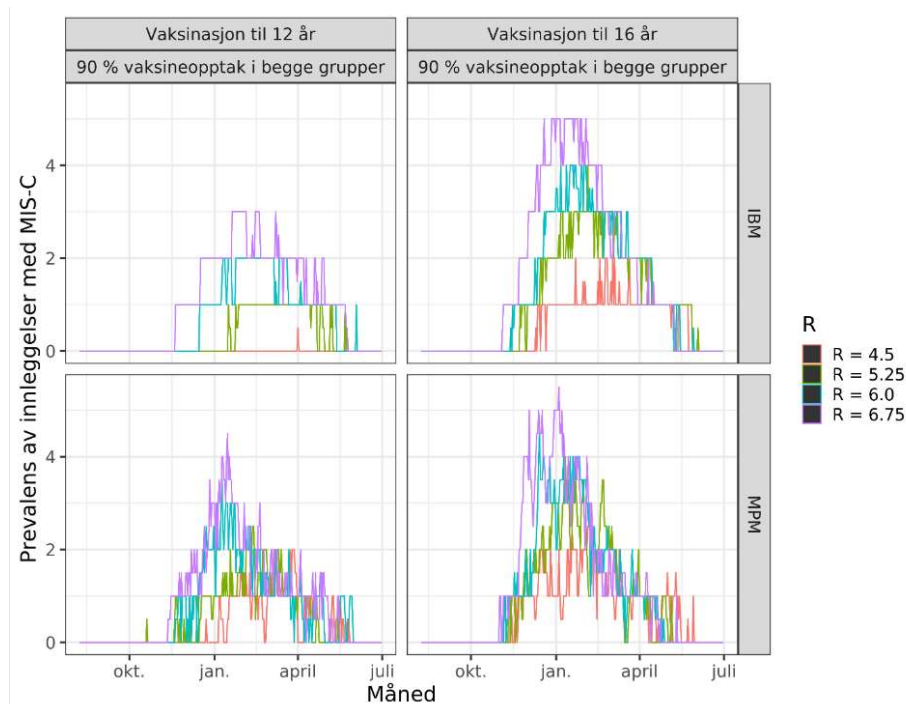
Tabell 8: Antall innlagte barn med MIS-C i utvalgte baseline scenarier 8.9.2021-30.6.2022 og relativ reduksjon ved vaksinasjon av 12-15-åringene med henholdsvis 20% og 90% vaksinasjonsdekning.

Modell	VE	Vaksinedekning 16-17år (%)	R*	Baseline	Unngåtte MIS-C innleggelser (relativ reduksjon %)	
				MIS-C innleggelser 0-15 år	20% vaksinedekning 12-15 år	90% vaksinedekning 12-15 år
IBM	Høy	50	4,5	51	10 (20%)	34 (66%)
			6,75	101	8 (8%)	36 (36%)
MPM			4,5	69	5 (8%)	29 (43%)
			6,75	111	9 (8%)	9 (9%)
IBM		90	4,5	45	9 (19%)	31 (69%)
			6,75	104	14 (14%)	39 (38%)
MPM			4,5	69	19 (27%)	23 (34%)
			6,75	104	6 (6%)	17 (17%)
IBM	Lav	50	4,5	65	8 (12%)	32 (49%)
			6,75	111	7 (6%)	28 (25%)
MPM			4,5	81	11 (14%)	23 (28%)
			6,75	116	7 (6%)	19 (17%)
IBM		90	4,5	60	11 (18%)	31 (52%)
			6,75	107	5 (5%)	26 (25%)
MPM			4,5	78	15 (19%)	26 (33%)
			6,75	114	14 (13%)	29 (25%)

Antallet av MIS-C tilfeller hos barn under 16 år som krever sykehusinnleggelse uten vaksinasjon av 12-15-åringer er i størrelsesordenen 50-100 tilfeller (Tabell 8). Vaksinasjon av 12-15-åringer kan ved lave ved lavt $R=4.5$ redusere innleggelser med henholdsvis 50-70% (IBM) og 30-45% (MPM). For høyt $R=6.75$ er effekten lavere, her vil vaksinasjon føre til en reduksjon på 25-40% (IBM) og 10-25% (MPM). Det er stor spredning i resultatene, noe som skyldes det lave antallet av tilfeller, se Figur 7. Modellene viser, at det ved en høstbølgen vil være få innlagte barn med MIS-C, se Figur 8.



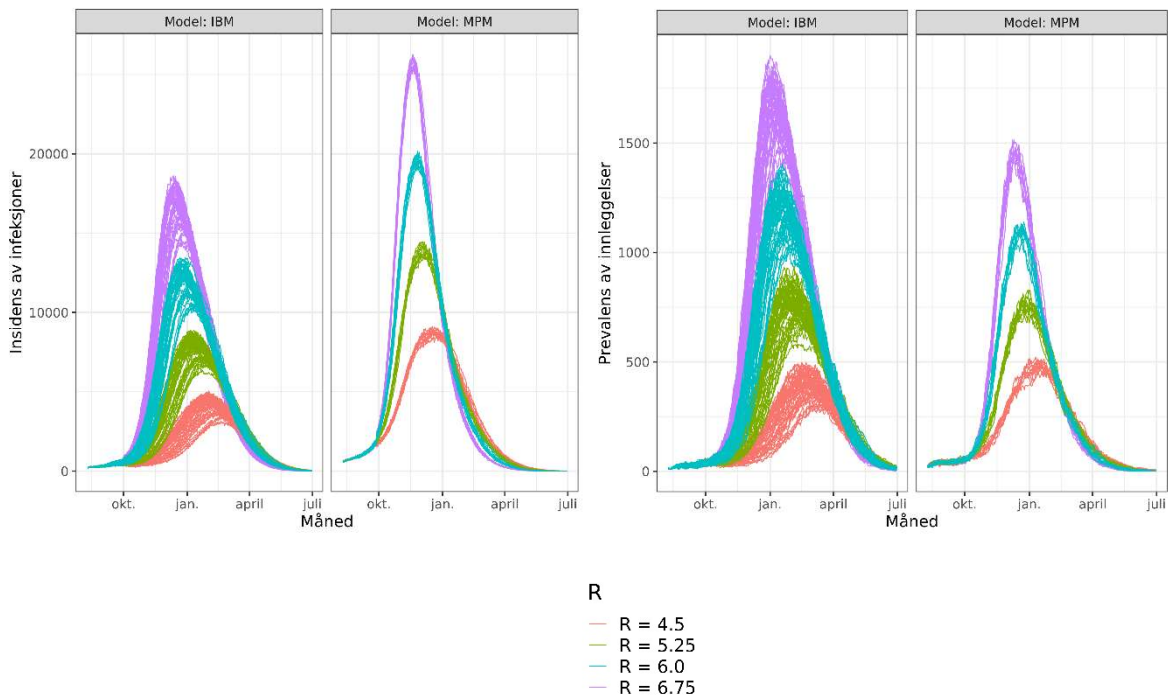
Figur 7: Antall unngåtte MIS-C-innleggelser hos barn under 16 år med vaksinasjon av aldersgruppe 12-15 år sammenlignet i basisscenarier- 90 % vaksinedekning i aldersgruppen 16-17år, høy vaksineeffekt.



Figur 8: Daglig prevalens av innlagte barn med MIS-C med og uten vaksinasjon av aldersgruppe 12-15 år. 90 % vaksineopptak i alle aldersgrupper, høy vaksineeffekt.

Effekten av fortsatte smitteverntiltak/kontaktreduserende tiltak

I dette avsnittet ser vi på alternative scenarier der visse tiltak gjennom simuleringsperioden antas å redusere den gjennomsnittlige smitteraten med 10% i alle scenarier.



Figur 9: Daglig insidens (venstre) og prevalens av innleggelseser (høyre) i den individbaserte modellen (IBM) og metapopulasjonsmodellen (MPM) for basisscenarier -90% vaksinasjonsdekning 16-17 år, høy vaksineeffekt. Det antas full gjenåpning fra siste uken i september, men noen kontaktreduserende tiltak.

Tabell 9: Antall hendelser (median; 90% CI) for utvalgte baselinescenarier med fortsatt smitteverntiltak og 90% vaksinedekning hos 16-17-åringer i perioden 8.9.2021-30.6.2022

Modell	VE	R**	Totale antall hendelser, 90% vaksinedekning hos 16-17-åringer			
			Infeksjon (1e6)	Innleggelseser	Respiratorbeh.	Dødsfall
IBM	Høy	4,5*	0,507 (0,378 - 0,581)	5 894 (4 230 - 6 700)	780 (561 - 912)	503 (361 - 591)
		6,75*	1,534 (1,377 - 1,606)	18 988 (17 010 - 20 121)	2 585 (2 330 - 2 802)	1 640 (1 441 - 1 731)
MPM	Høy	4,5*	1,014 (1,008 - 1,02)	7 741 (7 654 - 7 841)	887 (854 - 916)	583 (549 - 612)
		6,75*	1,837 (1,827 - 1,842)	15 447 (15 299 - 15 622)	1 866 (1 842 - 1 947)	1 314 (1 282 - 1 394)
IBM	Lav	4,5*	1,08 (0,882 - 1,187)	12 671 (10 223 - 13 981)	1 751 (1 388 - 1 983)	1 223 (978 - 1 383)
		6,75*	2,461 (2,28 - 2,541)	30 621 (28 257 - 31 888)	4 253 (3 977 - 4 425)	3 066 (2 831 - 3 194)
MPM	Lav	4,5*	1,774 (1,761 - 1,781)	15 012 (14 799 - 15 242)	1 875 (1 809 - 1 934)	1 319 (1 268 - 1 374)
		6,75*	2,9 (2,895 - 2,91)	27 127 (26 898 - 27 279)	3 505 (3 429 - 3 570)	2 753 (2 691 - 2 806)

*Smitteraten redusert med 10%

Tabell 10: Antall unngåtte hendelser (median) og relativ reduksjon med fortsatte smitteverntiltak for utvalgte scenarier med 90% vaksinedekning hos 16-17-åringer i perioden 8.9.2021-30.6.2022.

Modell	VE	Vaksinedekning 12-15 år		Unngåtte hendelser				Relativ reduksjon			
			R**	Inf.	Innlegg.	Resp.	Dødsf.	Inf.	Innlegg.	Resp.	Dødsf.
IBM	Høy	20	4,5*	104 541	1 134	131	94	20,6 %	19,2 %	18,8 %	16,8 %
			6,75*	96 539	832	88	87	6,3 %	4,4 %	5,3 %	3,4 %
MPM			4,5*	273 839	1 756	187	128	27 %	22,7 %	21,9 %	21,1 %
			6,75*	187 665	1 086	160	71	10,2 %	7 %	5,4 %	8,5 %
IBM		90	4,5*	361 711	4 032	526	337	71,4 %	68,4 %	66,9 %	67,4 %
			6,75*	485 110	4 891	638	385	31,6 %	25,8 %	23,5 %	24,7 %
MPM			4,5*	349 820	2 349	284	179	39,5 %	33,8 %	34,6 %	35,3 %
			6,75*	398 084	2 836	328	215	22,6 %	18,8 %	16,4 %	18,1 %
IBM	Lav	20	4,5*	104 620	990	134	89	9,7 %	7,8 %	7,3 %	7,6 %
			6,75*	72 124	716	97	70	2,9 %	2,3 %	2,3 %	2,3 %
MPM			4,5*	339 439	2 727	329	227	19,1 %	18,2 %	17,2 %	17,5 %
			6,75*	148 016	1 269	152	125	5,1 %	4,7 %	4,6 %	4,3 %
IBM		90	4,5*	467 576	5 033	688	489	43,3 %	39,7 %	40 %	39,3 %
			6,75*	351 809	3 397	493	310	14,3 %	11,1 %	10,1 %	11,6 %
MPM			4,5*	482 719	3 670	454	336	29,6 %	26,6 %	27,3 %	26,4 %
			6,75*	355 211	2 927	327	251	12,5 %	10,9 %	9,3 %	9,5 %

*Smittetaten redusert med 10%

Diskusjon

Modelleringsresultatene med den nye delta-varianten viser at det kan komme en betydelig høstbølge dersom samfunnet gjenåpnes--selv med høy vaksinedekning i aldersgruppen 16 år og oppover. Det er stor usikkerhet knyttet til hvor alvorlig høstbølgen vil bli. Dette skyldes at det er usikkerhet om virusets spredningsevne, befolkningen atferd og kontaktmønstre og effekten av smitteverntiltak i tiden framover.

Våre simuleringer viser at vaksinasjon av 12-15-åringer kan gi en vesentlig reduksjon i smittetrykket blant ungdommer og barn. Fordi barn og unge har en lav risiko for å utvikle alvorlig covid-9 sykdom, er det få sykehusinnleggelse som kan unngås i den aldersgruppen, selv med utstrakt vaksinasjon. Som noe nytt har vi vurdert antallet av MIS-C tilfeller hos barn under 16 år som krever sykehusinnleggelse. Modellene viser, at det i baseline-scenariene uten vaksinasjon av 12-15-åringer vil være i størrelsesordenen 50-100 innleggelse. Vaksinasjon av 12-15-åringer kan ved lave ved lave R-tall redusere innleggelse betraktelig, opptil 45-70% i modellene. Den individbaserte modellen finner generelt en høyere effekt sammenliknet med metapopulasjonsmodellen.

Resultatene peker på at vaksinasjon av 12-15-åringer vil kunne gi en betydelig effekt og hindre videre smittespredning i befolkningen. Den indirekte effekten er sensitiv til antakelse om R-tall og vaksinedekning blant de 12-15-åringer. Som forventet er den indirekte størst ved antakelse om lavt R-tall og høyt vaksineopptak i denne aldersgruppen. Effekten er mindre følsom til alternativene med høy og lav vaksinedekning hos 16-17-åringer.

Et lavt R-tall henger sammen med en høy vaksinedekning i hele befolkningen, som bør prioriteres. Alternativt, viser modellene at fortsatte kontaktreduserende tiltak på 10% bidra til å redusere den

forventede sykdomsbyrden i form av infeksjoner, innleggelser og dødsfall betydelig, særlig hvis R-tallet i forveien er lavt. I de mest positive hovedscenariene har modellene et effektivt reproduksjonstall på rundt 1.2 til høsten, tilsvarende spredningsevnen av en alvorlig sesonginfluensa. I scenarier med en antatt lav vaksineeffekt, vil den indirekte effekten være mindre. Målt i absolutte tall på unngåtte helseutfall, kan effekten være av samme størrelsesorden, eller høyere. Den store indirekte beskyttelse henger blant annet sammen med at hovedparten av infeksjoner framover vil ramme barn og unge, som ikke vaksineres. Det skyldes også modellenes antakelser om et høyt generelt nivå av sosiale kontakter blant ungdommer. Antakelsene bygger norske data for sosiale kontakter fra 2017. Resultatene understøttes av nye studier på sosiale kontaktmønstre under pandemien fra april til september 2020, som nettopp analyseres.

Vi har antatt at delta-varianten har en høyere smitteevne på 50% enn alfavarianten. Denne forutsetningen er i samsvar med internasjonale estimater. Det er konsensus i modelleringsmiljøet om at deltavarianten vil kreve en meget høy vaksinasjonsdekning i hele befolkningen for at kunne bremse smittespredningen, inkludert vaksinasjon av barn og tenåringer under 18 år. Imidlertid er det få publiserte modelleringsstudier, som eksplisitt vurderer effekten av å vaksinere barn. For eksempel, er kost-nytte evalueringen, som anbefaler vaksinasjon av barn, fra CDC basert på en statistisk modell, ikke en matematisk modell [2]. ECDC-veiledningen er heller ikke basert på modelleringsstudier [3]. Vi klarte imidlertid å identifisere nasjonale anbefalinger om covid-19 vaksinasjon, som bygger på modelleringsstudier, fra Spania [4], Frankrike [5], Australia [6], Storbritannia [7] og Tyskland [8]. Sistnevnte rapport har blitt sitert som en av grunnene til at Tyskland nå anbefaler vaksinasjon av 12-15-åringer [9], og er den eneste som diskuterer effekten på barn separat. Det skal bemerkes, at rapporten fra RKI ble utført før delta-varianten ble dominerende. Den tyske modelleringsstudien viser at vaksinasjon av ungdom fører til en kraftig nedgang i antallet av infeksjoner hos barn under 12 år, mens nedgangen i intensiv-innleggelser er lille; i Tyskland rapporteres ikke sykehusinnleggelser, kun intensivinnleggelser.

Om modellene

Modellene er beskrevet i tidligere rapporter [10-13]. Begge modellene er stokastiske og resultatene er basert på 100 simuleringer (IBM) og 10 simuleringer (MPM). Nedenfor beskrives de nye endringer som er gjort i modellene og deres antakelser.

Gjenåpning

I scenariene med full gjenåpning åpner vi opp samfunnet slik at hvis ingen var vaksinert ville reproduksjonstallet i mars måned 2020 ha vært 4,5-6,75. Det er antatt en sesongvariasjon på 50% i reproduksjonstallene [14-15], basert på gjennomsnittlig daglig temperatur for Norge. Reproduksjonstallene er valgt med utgangspunkt i estimater for det basale reproduksjonstallet i mars 2020 fra situasjonsforståelsesmodellen i de ukentlige modelleringsrapporter. Det er antatt at smitteevnen av alfa-varianten er 50% høyere enn de tidlige sirkulerende varianter, og at delta-varianten har økt smittsomheten med 50% relativt til alfa-varianten. Det betyr, at vi bruker R-tall i intervallet 4,5-6,75. Vi presenterer simuleringer med bruk av 4 ulike R-tall i modellene siden det er stor usikkerhet rundt hva smitteraten vil være ved full gjenåpning. I supplerende analyser, reduserer vi smittsomheten med 10% for å simulere effekten av fortsatte smitteverntiltak. Reproduksjonstallet i landets kommuner etter gjenåpningen er antatt å variere dermed at områder med mye smitte antas å ha et høyere lokalt R-tall enn områder med lite smitte. På samme måte som tidligere beregnes en skaleringsfaktor for hver kommune basert på andelen av tilfeller lokalt i forhold til andelen av tilfeller nasjonalt i perioden før 1. september 2020 der det var lite lokale tiltak, se Tabell M.7.

Import

M.1: Antall importerte tilfeller per måned

Måned	Middels innreisetiltak M
	<i>Ingen reiserestriksjoner, ikke reiseråd, ingen tiltak for beskyttede og barn under 12, test og forkortet karantene for ubeskyttede og barn 12-18 fra områder med 14.dagers insidens > 25/100 000</i>
September 2021	205
Oktober 2021	152
November 2021	91
Desember 2021 tom Juni 2022	72

*Tallene er basert på ekspertvurderinger og lik middelscenariet brukt i Oppdrag 346.

Vaksineeffekt

I modellene antas at en asymptomatisk infeksjon er 10% så smittsom som en symptomatisk infeksjon og varer i 5 dager. En symptomatisk infisert person er smittsom i 7 dager, herav er 2 dager pre-symptomatisk med relativ 125% smittsomhet, og 5 dager med symptomatisk infeksjon. Denne dynamikken betyr at en person med asymptomatisk infeksjon totalt sett er 15 ganger mindre smittsom enn en person som får symptomer. I modellen antas at 60% får symptomatisk infeksjon og 40% får asymptomatisk infeksjon.

Vaksinene antas å redusere risikoen for at en vaksinert person smittes sammenliknet med en ikke-vaksinert person gitt samme eksponering.

M.2: Høy vaksineeffekt – (Moderna) [16-21]

mRNA vaksiner			
Parameter	Vaksineeffekt VE	Dose 1	Dose 2
Smittsomhet (beskyttelse mot videre smitte)	Alternativ 0 (høy)		65%
Asymptomatisk infeksjon	-	57%	80%
Symptomatisk infeksjon	-	75%	80%
Innleggelse	-	90%	95%
Dødsfall	-	95%	99%
Varighet	-		Ingen tap av immunitet

M.3: Lav vaksineeffekt – (Pfizer) [16-21]

mRNA vaksiner			
Parameter	Vaksineeffekt VE	Dose 1	Dose 2
Smittsomhet (beskyttelse mot videre smitte)	Alternativ 1 (lav)		65%
Asymptomatisk infeksjon	-	25%	45%
Symptomatisk infeksjon	-	50%	65%
Innleggelse	-	80%	90%
Dødsfall	-	85%	95%
Varighet	-		Ingen tap av immunitet

Det er antatt at alle vaksinerte får effekt av vaksinen («lekkende» vaksine); dvs. om vaksineeffekten (VE) er 90%, så vil alle vaksinerte oppnå denne beskyttelse. Motsatt vil en dikotom vaksineeffekt anta at 90% vil oppnå full beskyttelse, mens 10% ikke får noen beskyttelse ved vaksinasjon. I den individbaserte modellen antas vaksineeffekten å bygges opp lineært i perioden frem til full beskyttelse. I metapopulasjonsmodellen antas en gjennomsnittlig periode inntil full beskyttelse. Vaksineeffekten etter 1. dose holdes konstant i perioden fra full beskyttelse oppnås og inntil 2. dose. Det antas at alle vaksinerte med 2-dose vaksiner takker ja til begge vaksiner.

Intervallene mellom 1. og 2. dose har variert i løpet av vaksinasjonsprogrammet, fra 3 uker på det korteste til 12 uker på det lengste. Vi antar som et gjennomsnitt i modellene at alle over 18 år mottar 2. dose 6 uker etter 1. dose. For personer under 18 år antas 10 uker mellom 1. og 2. dose.

Vaksineleveranser

Antallet av vaksinerte personer fram til 9. september er antatt med bruk av data fra SYSVAK-registret. Vi antar at alle over 18 år som ikke ennå har fått 1. dose ifølge SYSVAK, får tilbud om det i løpet av uke 32 (første uke i simuleringsperioden). Vi antar så at alle under 18 år som tilbys vaksine i modellen (ned til henholdsvis 16 eller 12 år, i ulike scenarier) får sin første dose i uke 36.

Vaksinestrategi og regional prioritering

Modellen antar en forenklet versjon av den nasjonale vaksinestrategi⁹. I modellen prioriteres vaksiner i følgende rekkefølge scenarier for geografisk målretta vaksinering:

1. Eldre 85+ år
2. Eldre 75-84 år
3. Eldre 65-74 år
4. Helsearbeidere
5. Risikogrupper 55-64 år
6. Risikogrupper 45-55 år
7. Risikogrupper 18-44 år
8. Befolkning uten risikogrupper 55-64 år
9. Befolkning uten risikogrupper 45-54 år
10. Befolkning uten risikogrupper 18-24 år og 40-45 år
11. Befolkning uten risikogrupper 25-39 år

Det tas ikke høyde for logistiske utfordringer og leveranser til mindre befolkede kommuner vil være ujevn grunnet små populasjonsstørrelser. Ettersom alle over 18 år antas vaksinert i løpet av første uke i simuleringsperioden, er ikke den geografiske prioriteringen av vaksiner inkludert i modelleringen. Den geografiske prioriteringen er implisitt fordi modellene bruker SYSVAK data på kommunenivå.

Innleggelsesrisiko og dødelighet

Antakelser om aldersspesifikk dødelighet i modellen er basert på analyser av norske data fra Beredt-C19 samt internasjonal meta-analyse for covid-19 infeksjons-fatalitetsrate (IFR) [21].

M.4: Aldersspesifikk risiko for innleggelse og død

Alders- og risikogrupper	Innleggelsesrisiko per symptomatisk tilfelle	Mortalitetsrisiko per symptomatisk tilfelle
[0, 9]	0,0024	0,00000061
[10, 19]	0,0024	0,0000029
[20, 29]	0,012	0,000014
[30, 39]	0,0258667	0,00007
[40, 49]	0,032	0,00033
[50, 59]	0,0586667	0,0016
[60, 69]	0,1013333	0,0068
[70, 79]	0,136	0,03
[80+]	0,2933333	0,13
Risikogruppe [0, 9]	0,0064	0,0000011
Risikogruppe [10, 19]	0,0064	0,0000053
Risikogruppe [20, 29]	0,032	0,000026
Risikogruppe [30, 39]	0,0693333	0,00013
Risikogruppe [40, 49]	0,0826667	0,00059

Risikogruppe [50, 59]	0,1546667	0,0028
Risikogruppe [60, 69]	0,2666667	0,012
Risikogruppe [70, 79]	0,3733333	0,055
Risikogruppe [80+]	0,8	0,24

Mobilitet

I metapopulasjonsmodellen er det gjort en endring dermed at individer ikke forflyttes mellom fylker i landet. I stedet brukes mobildata til å estimere hvor stor en andel av befolkningen i de ulike fylker som forflytter seg mellom områdene. I stedet antas denne dagen halvdelen av kontaktene å skje i bostedsfylket og halvdelen av kontaktene i fylkene som besøkes. Dette gir en mer kontrollert interaksjon mellom de ulike fylkene og en bedre beskrivelse av mobiliteten i modellen.

I den individbaserte modellen brukes mobilitetsdata på kommunenivå i form av gjennomsnittlig reiseavstand fra hjemmet i et 24-timers intervall estimert fra Telenor mobiltelefoner på en ukedag i slutten av januar måned.

Startbetingelser

Begynnelsesbetingelsene er bestemt ut fra resultater fra den regionale metapopulasjonsmodell, (situasjonsforståelsesmodell som brukes i de ukentlige modelleringsrapporter), uke 32 2021¹⁴. Fordelingen av personer som har gjennomgått infeksjon og personer som er infiserte (latente, asymptomatiske, pre-symptomatiske, eller symptomatiske) i de enkelte kommuner er utregnet ved å bruke insidensen av bekreftede tilfeller de siste 14 dagene til å fordele infiserte i hvert fylke.

M.5: Startbetingelser i modellene, nasjonalt per 8. august 2021

Gruppe	Antall
Mottakelige, S (uten vaksine)	1 915 044
Vaksinerte	3 413 180
Latent, E1	732
Latent, E2	262
Symptomatisk smittsomme, I	532
Asymptomatisk smittsomme, Ia	404
Gjennomgått sykdom, R	189 348

MIS-C antakelser

M.6 Parametere for MIS-C [1]

Parameter	Verdi
Sannsynlighet for utvikling av MIS-C, barn < 16 år med symptomatisk covid-19 infeksjon	1/3200
Varighet fra smitte til innleggelse	35 dager (gjennomsnitt; eksponentiell fordeling)
Oppholdstid sykehus (uten ICU)	8 dager (gjennomsnitt; eksponentiell fordeling)
Andel av innlagte barn som trenger ICU	0,5%
Oppholdstid på ICU	4 dager (gjennomsnitt; eksponentiell fordeling)

Kommunale skaleringsfaktorer

I modellene brukes ulike skaleringsfaktorer. Når vi begynner simuleringen, har kommunene ulike smitterater basert på antall tilfeller til uke 32 2021 som beskrevet i modelleringsrapporten til oppdrag 16.

I denne rapporten bruker vi i tillegg andre skaleringsfaktorer når vi gjenåpner samfunnet. Disse er estimert for hver kommune ved å sammenligne andelen av befolkningen som har testet positivt i kommunen med andelen som har testet positivt nasjonalt. Sammenlikningen gjøres i perioden inntil september 2020 hvor det var nasjonale tiltak. Vi antar her at andelen smittede som blir oppdaget er lik i hele landet.

Siden det er enkelte små kommuner i Norge uten noen tilfeller og noen små kommuner med veldig høy andel smittede, så bruker vi en modell som vekter disse andelene i små kommuner mot landsgjennomsnittet. Tabellen under viser skaleringsfaktoren for samtlige kommuner.

M.7: Kommunale skaleringsfaktorer

Kommune	Fylke	Skaleringsfaktor
Eigersund	Rogaland	0,658
Stavanger	Rogaland	0,606
Haugesund	Rogaland	0,803
Sandnes	Rogaland	0,486
Sokndal	Rogaland	0,801
Lund	Rogaland	0,449
Bjerkreim	Rogaland	0,253
Hå	Rogaland	0,391
Klepp	Rogaland	0,455
Time	Rogaland	0,543
Gjesdal	Rogaland	0,630
Sola	Rogaland	0,497
Randaberg	Rogaland	0,609
Strand	Rogaland	0,608
Hjelmeland	Rogaland	0,278
Suldal	Rogaland	0,396
Sauda	Rogaland	0,559
Kvitsøy	Rogaland	0,688
Bokn	Rogaland	0,822
Tysvær	Rogaland	0,789
Karmøy	Rogaland	0,791
Utsira	Rogaland	0,772
Vindafjord	Rogaland	0,691
Kristiansund	Møre og Romsdal	0,546
Molde	Møre og Romsdal	0,423
Ålesund	Møre og Romsdal	0,407
Vanylven	Møre og Romsdal	0,816
Sande	Møre og Romsdal	0,923
Herøy	Møre og Romsdal	0,351
Ulstein	Møre og Romsdal	0,723
Hareid	Møre og Romsdal	0,515
Ørsta	Møre og Romsdal	0,487
Stranda	Møre og Romsdal	0,154
Sykkylven	Møre og Romsdal	0,213
Sula	Møre og Romsdal	0,815
Giske	Møre og Romsdal	0,528
Vestnes	Møre og Romsdal	0,254
Rauma	Møre og Romsdal	0,718
Aukra	Møre og Romsdal	0,198
Averøy	Møre og Romsdal	0,116
Gjemnes	Møre og Romsdal	0,520
Tingvoll	Møre og Romsdal	0,476
Sunnadal	Møre og Romsdal	0,337
Surnadal	Møre og Romsdal	0,472
Smøla	Møre og Romsdal	0,335
Aure	Møre og Romsdal	0,643
Volda	Møre og Romsdal	0,456
Fjord	Møre og Romsdal	0,675
Hustadvika	Møre og Romsdal	0,306
Bodø	Nordland	0,580
Narvik	Nordland	0,299
Bindal	Nordland	0,451
Sømna	Nordland	0,749
Brønnøy	Nordland	0,549
Vega	Nordland	0,933
Vevelstad	Nordland	0,695
Herøy	Nordland	0,386
Alstahaug	Nordland	0,402

Leirfjord	Nordland	0,846
Vefsn	Nordland	0,250
Grane	Nordland	0,709
Hattfjelldal	Nordland	0,482
Dønna	Nordland	0,995
Nesna	Nordland	0,381
Hemnes	Nordland	0,345
Rana	Nordland	0,257
Lurøy	Nordland	0,377
Træna	Nordland	0,913
Rødøy	Nordland	0,491
Meløy	Nordland	0,626
Gildeskål	Nordland	0,357
Beiarn	Nordland	0,548
Saltidal	Nordland	0,332
Fauske	Nordland	0,441
Sjørfold	Nordland	0,629
Steigen	Nordland	0,751
Lødingen	Nordland	0,345
Evenes	Nordland	0,453
Røst	Nordland	0,677
Værøy	Nordland	0,618
Flakstad	Nordland	1,050
Vestvågøy	Nordland	0,944
Vågan	Nordland	0,334
Hadsel	Nordland	0,496
Bø	Nordland	0,271
Øksnes	Nordland	0,479
Sortland	Nordland	0,570
Andøy	Nordland	0,547
Moskenes	Nordland	1,085
Hamarøy	Nordland	0,508
Halden	Viken	0,784
Moss	Viken	0,931
Sarpsborg	Viken	0,828
Fredrikstad	Viken	0,881
Drammen	Viken	0,817
Kongsberg	Viken	0,666
Ringerike	Viken	0,605
Hvaler	Viken	0,616
Aremark	Viken	0,915
Marker	Viken	0,715
Indre Østfold	Viken	0,988
Skiptvet	Viken	0,755
Rakkestad	Viken	0,538
Råde	Viken	0,765
Våler	Viken	0,773
Vestby	Viken	0,805
Nordre Follo	Viken	0,830
Ås	Viken	0,739
Frogn	Viken	0,925
Nesodden	Viken	0,900
Bærum	Viken	0,974
Asker	Viken	0,874
Aurskog-Høland	Viken	0,513
Rælingen	Viken	0,910
Enebakk	Viken	1,109
Lørenskog	Viken	1,006
Lillestrøm	Viken	0,947
Nittedal	Viken	0,848
Gjerdrum	Viken	0,711
Ullensaker	Viken	0,847
Nes	Viken	0,658
Eidsvoll	Viken	0,796
Nannestad	Viken	0,747
Hurdal	Viken	0,628
Hole	Viken	0,744
Flå	Viken	0,776
Nesbyen	Viken	0,878
Gol	Viken	0,873
Hemsedal	Viken	0,978
Ål	Viken	0,917
Hol	Viken	1,203
Sigdal	Viken	0,200
Krødsherad	Viken	0,314
Modum	Viken	0,505
Øvre Eiker	Viken	0,408
Lier	Viken	0,838
Flesberg	Viken	0,801
Rollag	Viken	0,723

Nore og Uvdal	Viken	0,767
Jevnaker	Viken	0,647
Lunner	Viken	0,727
Kongsvinger	Innlandet	0,505
Hamar	Innlandet	0,974
Lillehammer	Innlandet	0,780
Gjøvik	Innlandet	0,577
Ringsaker	Innlandet	0,814
Løten	Innlandet	0,784
Stange	Innlandet	0,772
Nord-Odal	Innlandet	0,654
Sør-Odal	Innlandet	1,082
Eidskog	Innlandet	0,640
Grue	Innlandet	0,736
Åsnes	Innlandet	0,328
Våler	Innlandet	0,635
Elverum	Innlandet	0,570
Trysil	Innlandet	0,849
Åmot	Innlandet	0,755
Stor-Elvdal	Innlandet	0,291
Rendalen	Innlandet	0,374
Engerdal	Innlandet	1,037
Tolga	Innlandet	0,422
Tynset	Innlandet	0,128
Alvdal	Innlandet	0,550
Folldal	Innlandet	0,437
Os	Innlandet	0,626
Dovre	Innlandet	0,869
Lesja	Innlandet	0,753
Skjåk	Innlandet	0,709
Lom	Innlandet	0,797
Vågå	Innlandet	0,548
Nord-Fron	Innlandet	0,882
Sel	Innlandet	1,135
Sør-Fron	Innlandet	0,759
Ringebu	Innlandet	0,860
Øyer	Innlandet	0,425
Gausdal	Innlandet	0,637
Østre-Toten	Innlandet	0,394
Vestre-Toten	Innlandet	0,636
Gran	Innlandet	0,684
Søndre Land	Innlandet	0,669
Nordre Land	Innlandet	0,240
Sør-Aurdal	Innlandet	0,242
Etnedal	Innlandet	0,477
Nord-Aurdal	Innlandet	0,763
Vestre-Slidle	Innlandet	0,593
Øystre-Slidle	Innlandet	0,220
Vang	Innlandet	0,426
Horten	Vestfold og Telemark	0,633
Holmestrand	Vestfold og Telemark	0,636
Tønsberg	Vestfold og Telemark	0,653
Sandefjord	Vestfold og Telemark	0,530
Larvik	Vestfold og Telemark	0,570
Porsgrunn	Vestfold og Telemark	0,311
Skien	Vestfold og Telemark	0,565
Notodden	Vestfold og Telemark	0,308
Færder	Vestfold og Telemark	0,630
Siljan	Vestfold og Telemark	0,687
Bamble	Vestfold og Telemark	0,411
Kragerø	Vestfold og Telemark	0,240
Drangedal	Vestfold og Telemark	0,371
Nome	Vestfold og Telemark	0,693
Midt-Telemark	Vestfold og Telemark	0,160
Tinn	Vestfold og Telemark	0,275
Hjartdal	Vestfold og Telemark	0,686
Seljord	Vestfold og Telemark	0,483
Kviteseid	Vestfold og Telemark	0,295
Nissedal	Vestfold og Telemark	0,451
Fyresdal	Vestfold og Telemark	0,487
Tokke	Vestfold og Telemark	0,323
Vinje	Vestfold og Telemark	0,626
Risør	Agder	0,097
Grimstad	Agder	0,155
Arendal	Agder	0,527
Kristiansand	Agder	0,840
Lindesnes	Agder	0,648
Farsund	Agder	0,625
Flekkefjord	Agder	0,072
Gjerstad	Agder	0,683

Vegårshei	Agder	0,327
Tvedestrand	Agder	0,376
Froland	Agder	0,471
Lillesand	Agder	0,606
Birkenes	Agder	0,585
Åmli	Agder	0,638
Iveland	Agder	0,846
Evje og Hornnes	Agder	0,542
Bygland	Agder	0,865
Valle	Agder	0,510
Bykle	Agder	1,048
Vennesla	Agder	0,705
Åseral	Agder	0,578
Lyngdal	Agder	0,416
Hægebostad	Agder	0,665
Kvinesdal	Agder	0,265
Sirdal	Agder	0,640
Bergen	Vestland	0,884
Kinn	Vestland	0,516
Etne	Vestland	0,672
Sveio	Vestland	1,001
Bømlo	Vestland	0,421
Stord	Vestland	0,391
Fitjar	Vestland	0,924
Tysnes	Vestland	0,254
Kvinnherad	Vestland	0,353
Ullensvang	Vestland	0,059
Eidfjord	Vestland	0,573
Ulvik	Vestland	0,886
Voss herad	Vestland	0,844
Kvam	Vestland	0,641
Samnanger	Vestland	0,280
Bjørnafjorden	Vestland	0,553
Austevoll	Vestland	0,949
Øygarden	Vestland	0,765
Askøy	Vestland	0,726
Vaksdal	Vestland	0,516
Modalen	Vestland	0,721
Osterøy	Vestland	1,078
Alver	Vestland	0,602
Austrheim	Vestland	0,247
Fedje	Vestland	0,668
Masfjorden	Vestland	0,669
Gulen	Vestland	0,309
Solund	Vestland	0,995
Hyllestad	Vestland	0,480
Høyanger	Vestland	0,594
Vik	Vestland	0,519
Sogndal	Vestland	0,423
Aurland	Vestland	0,387
Lærdal	Vestland	0,322
Årdal	Vestland	0,301
Luster	Vestland	0,585
Askvoll	Vestland	0,241
Fjaler	Vestland	0,249
Sunnfjord	Vestland	0,576
Bremanger	Vestland	0,411
Stad	Vestland	0,066
Gloppen	Vestland	0,601
Stryn	Vestland	0,807
Trondheim	Trøndelag	0,785
Steinkjer	Trøndelag	0,545
Namsos	Trøndelag	0,354
Frøya	Trøndelag	0,131
Osen	Trøndelag	0,804
Oppdal	Trøndelag	0,638
Rennebu	Trøndelag	0,881
Røros	Trøndelag	0,116
Holtålen	Trøndelag	0,620
Midtre-Gauldal	Trøndelag	0,710
Melhus	Trøndelag	0,254
Skaun	Trøndelag	0,481
Malvik	Trøndelag	0,529
Selbu	Trøndelag	0,775
Tydal	Trøndelag	0,622
Meråker	Trøndelag	0,542
Stjørdal	Trøndelag	0,396
Frosta	Trøndelag	1,198
Levanger	Trøndelag	0,668
Verdal	Trøndelag	0,618

Snåase-Snåsa	Trøndelag	0,596
Lierne	Trøndelag	0,471
Røyrvik	Trøndelag	0,691
Namsskogan	Trøndelag	0,575
Grong	Trøndelag	0,782
Høylandet	Trøndelag	0,744
Overhalla	Trøndelag	0,696
Flatanger	Trøndelag	0,525
Leka	Trøndelag	0,663
Inderøy	Trøndelag	0,648
Indre-Fosen	Trøndelag	0,319
Heim	Trøndelag	0,379
Hitra	Trøndelag	0,433
Ørland	Trøndelag	0,659
Åfjord	Trøndelag	0,360
Orkland	Trøndelag	0,537
Nærøysund	Trøndelag	0,068
Rindal	Trøndelag	0,350
Tromsø	Troms og Finnmark	0,853
Harstad	Troms og Finnmark	0,369
Alta	Troms og Finnmark	0,311
Vardø	Troms og Finnmark	0,602
Vadsø	Troms og Finnmark	0,481
Hammerfest	Troms og Finnmark	0,668
Kvæfjord	Troms og Finnmark	0,629
Tjeldsund	Troms og Finnmark	0,361
Ibestad	Troms og Finnmark	0,723
Gratangen	Troms og Finnmark	0,520
Lavangen	Troms og Finnmark	0,957
Bardu	Troms og Finnmark	0,510
Salangen	Troms og Finnmark	0,714
Målselv	Troms og Finnmark	0,242
Sørreisa	Troms og Finnmark	0,428
Dyrøy	Troms og Finnmark	0,527
Senja	Troms og Finnmark	0,637
Balsfjord	Troms og Finnmark	0,408
Karlsøy	Troms og Finnmark	0,712
Lyngen	Troms og Finnmark	0,620
Storfjord	Troms og Finnmark	0,374
Kåfjord	Troms og Finnmark	0,343
Skjervøy	Troms og Finnmark	0,487
Nordreisa	Troms og Finnmark	0,442
Kvænangen	Troms og Finnmark	0,507
Kautokeino	Troms og Finnmark	0,474
Loppa	Troms og Finnmark	0,577
Hasvik	Troms og Finnmark	0,541
Måsøy	Troms og Finnmark	0,927
Nordkapp	Troms og Finnmark	0,592
Porsanger	Troms og Finnmark	0,675
Karasjok	Troms og Finnmark	0,522
Lebesby	Troms og Finnmark	0,477
Gamvik	Troms og Finnmark	0,520
Berlevåg	Troms og Finnmark	0,555
Tana	Troms og Finnmark	0,480
Nesseby	Troms og Finnmark	0,810
Båtsfjord	Troms og Finnmark	0,573
Varanger	Troms og Finnmark	0,377
Gamle Oslo	Oslo	1,093
Grünerløkka	Oslo	1,014
Sagene	Oslo	1,022
St. Hanshaugen	Oslo	0,967
Frogner	Oslo	1,024
Ullern	Oslo	1,037
Vestre Aker	Oslo	1,019
Nordre Aker	Oslo	0,965
Bjerke	Oslo	1,057
Grorud	Oslo	1,146
Stovner	Oslo	1,198
Alna	Oslo	1,183
Østernsjø	Oslo	1,053
Nordstrand	Oslo	0,985
Søndre Nordstrand	Oslo	1,142

Referanser

1. Payne AB, Gilani Z, Godfred-Cato S, et al. Incidence of Multisystem Inflammatory Syndrome in Children Among US Persons Infected With SARS-CoV-2. *JAMA Netw Open*. 2021;4(6):e2116420. doi:10.1001/jamanetworkopen.2021.16420
2. <https://www.cdc.gov/vaccines/acip/meetings/downloads/slides-2021-06/05-COVID-Wallace-508.pdf>
3. <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Interim-public-health-considerations-for-COVID-19-vaccination-of-adolescents.pdf>
4. <https://www.isglobal.org/documents/10179/8761301/Comunicado+GCMSC+Agosto+2021+ES/c0e0eb1b-4be4-409d-9b68-6f1d93434671>
5. <https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-03292745/document>
6. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.07.16.21260642v1>
7. <https://www.gov.uk/government/publications/jcvi-statement-august-2021-covid-19-vaccination-of-children-and-young-people-aged-12-to-17-years/jcvi-statement-on-covid-19-vaccination-of-children-and-young-people-aged-12-to-17-years-4-august-2021>
8. https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2021/Ausgaben/27_21.pdf?__blob=publicationFile
9. https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/STIKO/Empfehlungen/PM_2021-08-16.html
10. Folkehelseinstituttet: Modelleringsrapport til oppdrag 346 <https://www.fhi.no/contentassets/e6b5660fc35740c8bb2a32bfe0cc45d1/vedlegg/nasjonale-og-regionale-rapporter/2021-04-07-modelleringsrapport-til-oppdrag-346.pdf>
11. Folkehelseinstituttet: Modelleringsrapport, delleveranse Oppdrag 8: Effekt av regional prioritering av covid-19 vaksiner til Oslo eller Oslo-Viken samt vaksinenes effekt på transmisjon for epidemiens videre utvikling https://www.fhi.no/contentassets/1af4c6e655014a738055c79b72396de8/modelleringsrapport-delleveranse-oppdrag8_2402.pdf
12. Folkehelseinstituttet: Modelleringsrapport til Oppdrag 8 https://www.fhi.no/contentassets/e6b5660fc35740c8bb2a32bfe0cc45d1/vedlegg/nasjonale-og-regionale-rapporter/oppdrag_8_2303_bfdblasio.pdf
13. Folkehelseinstituttets modelleringsrapport til Oppdrag 37 https://www.fhi.no/contentassets/3596efb4a1064c9f9c7c9e3f68ec481f/2021-07-05-oppdrag-37_vaksinasjon-av-16-17-aringer.pdf
14. Liu et al. The role of seasonality in the spread of COVID-19 pandemic, *Environ Res*. 2021 Apr; 195: 110874.
15. SSI: Teknisk baggrundsrapport den 26. marts 2021 <https://www.ssi.dk/-/media/arkiv/subsites/covid19/modelberegninger/teknisk-baggrundsrapport-26032021.pdf?la=da>
16. Elliott et al. https://spiral.imperial.ac.uk/bitstream/10044/1/90800/2/react1_r13_final_preprint_final.pdf
17. Bernal et al. <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2108891>
18. Nasreen et al. <https://www.medrxiv.org/content/medrxiv/early/2021/07/16/2021.06.28.21259420.full.pdf>
19. Tang et al. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.21261885v1>
20. Puranik et al. <https://www.medrxiv.org/content/medrxiv/early/2021/08/09/2021.08.06.21261707.full.pdf>
21. Sheik <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2821%2901358-1>
22. Meyerowitz-Katz et al: A systematic review and meta-analysis of published research data on COVID-19 infection fatality rates. *International Journal of Infectious Diseases* 101,138-148 2020.