

Fördelning av
pandemivaccin mellan
Sveriges landsting
– simuleringsresultat

Artikelnr 2009-126-175

Publicerad 0Hwww.socialstyrelsen.se, juni 2009

Förord

Pandemiberedskapen i Sverige har utvecklats snabbt under senare år inom olika områden. Tidigt i denna process blev det klart att tillgången till ett vaccin skulle innebära stora möjligheter att påverka pandemins förlopp och därmed minska dess effekter, men också att ett sådant vaccin inte skulle finnas tillgängligt förrän pandemin började sprida sig över världen.

Efter genomgång av olika alternativ fick Socialstyrelsen regeringens uppdrag att upphandla en förköpsgaranti som skulle göra det möjligt att så tidigt som möjligt under en pandemi få tillgång till ett vaccin.

Ett sådant avtal slöts och därmed uppkom frågan hur man på bästa sätt skulle använda vaccinet utifrån de förutsättningar om leverans och effekt som nu fanns kända. I denna rapport finns en utredning om man genom olika strategier kan påverka hur snabbt pandemin sprider sig i samhället och rapporten kommer att utgöra en del av grunden för det fortsatta arbetet med att ta fram strategier för hur man ska vaccinera när ett vaccin blir tillgängligt.

Anders Tegnell
Tf Avdelningschef
Tillsynsavdelningen

Innehåll

<i>Förord</i>	3
<i>Sammanfattning</i>	7
<i>Bakgrund</i>	8
Vaccinleveranser och effektivitet	8
<i>Experiment</i>	10
Baseline – ingen vaccination	10
Scenarier	11
Standard	12
Largest	12
Landrisk	12
Agerisk	12
<i>Simuleringsresultat</i>	13
Antal smittade	13
Dödlighet	16
<i>Appendix</i>	22
<i>Modellbeskrivning</i>	23
Introduktion av smitta	23
Kalibrering av smittsamhet	24
Smittsamhetsprofiler	24
Sjukdomsprofiler	25
Dödsrisk	26
Platsval	26
Platser och kontakter	27
Avdelningar	28
Besök på sjukhus	28
Slumpmässiga kontakter	28
Grannskap	29
Resa	29

Sammanfattning

Forskare vid Smittskyddsinstitutet har modellerat effekten av olika sätt att distribuera tillgängliga vaccindoser mellan landstingen i händelse av en influensapandemi. Syftet med dessa experiment är att få kunskap om hur morbiditet och mortalitet påverkas av hur vaccin fördelas när det anländer till Sverige veckovis. Simuleringsmodellen, MikroSim, använder registerdata från Statistiska Centralbyrån så att hela Sveriges befolkning kopplas samman i ett stort socialt nätverk. För varje individ finns uppgifter om arbetsplats, familjetillhörighet, och bostadsplats. Detta möjliggör en detaljerad och geografisk representation av spridningen och analys av resultaten på såväl regional som nationell nivå.

I simuleringsexperimenten undersöks pandemier av olika styrka, en mildare variant med $R_0 = 1.7$ och en allvarlig variant med $R_0 = 2.0$. I experimenten varierar också *startdatum* för vaccinationsprogrammet. I ena scenariot påbörjas vaccination direkt när doserna anlämt till Sverige och i det andra påbörjas vaccination efter sju veckor. Fyra potentiella strategier definierades för hur de tillgängliga vaccindoserna varje vecka fördelas mellan landstingen:

Standard Vaccindoserna fördelas i proportion mot total befolkning mängd per landsting, om 5 % av befolkningen bor i landsting X får de 5 % av doserna.

Largest Vaccindoserna ges först till de tre storstadsregionerna (Stockholm, Göteborg, Malmö), när dessa regioner vaccinerats övergår man till strategi Standard.

Landrisk Antal vaccindoser som levereras beror på aktuell smittrisk i landstinget, landsting med störst andel smittsamma personer får flest doser

Agerisk fördelningen baseras på storleken på riskgrupper (barn och gamla) i landstingen, riskgrupperna vaccineras också först.

De genomförda simuleringsexperimenten visar att en tidig start av vaccination har större betydelse än val av fördelningsstrategi. Vid val mellan olika fördelningsstrategier segrar *standardfördelningen* som är mest robust, det är den bästa eller den näst bästa strategin i samtliga scenarier.

Bakgrund

I samarbete med Socialstyrelsens smittskydds-enhet har forskare vid Smittskydds-institutet modellerat effekten av olika sätt att distribuera tillgängliga vaccindoser mellan landstingen i händelse av en pandemi. Projektet finansieras av Myndigheten för Samhällsberedskap, tidigare krisberedskapsmyndigheten. Syftet med dessa experiment är att få kunskap om hur morbiditet och mortalitet påverkas av hur vaccin fördelas mellan landstingen. Simuleringsmodellen, MikroSim, använder autentisk registerdata från Statistiska Centralbyrån för att koppla samman hela Sveriges befolkning i ett stort socialt nätverk. På det sättet blir det möjligt att simulera smittspridning i befolkningen på ett realistiskt sätt och undersöka effekterna av att tillämpa olika kontrollstrategier.

I nätverket har varje person kopplingar till övriga familjemedlemmar, till sin arbetsplats, till sitt hem och till närmaste vårdinrättning. Personerna i modellen beger sig till jobbet på morgonen och åker hem på kvällen, vissa beger sig på resa och andra uppsöker sjukhus. På de olika platserna kan personerna föra smittan vidare när de träffar andra. Eftersom alla platser är försedda med koordinater kan den geografiska spridningen över riket studeras.

Alla antaganden som är gjorda i modellen är baserade på forskningsartiklar samt information från såväl Socialstyrelsen (SoS) som den expertpanel vi samarbetar med¹. Information rörande leveranser och effektivitet av vaccin är baserade på information från GlaxoSmithKline AB.² Simuleringsmodellen har utvecklats vid Smittskydds-institutet av Kalle Mäkilä, Martin Camitz, Baki Cakici och Lisa Brouwers. Interventionerna har programmerats av Baki Cakici. Analys och rapport ansvarar Lisa Brouwers för.

Vaccinleveranser och effektivitet

Simuleringen är baserad på följande antaganden beträffande leveranser och skyddseffekt. I händelse av en pandemi förutsätts att Sverige får leveranser av vaccin veckovis från vaccintillverkaren. Varje låda innehåller 500 vaccindoser och lådorna är förpackade i transportboxar. Vaccination kan påbörjas 3 dagar efter att lådorna anlant till Sverige och vi beräknar att man maximalt kan vaccinera upp till 1,3 miljoner individer per vecka. Att vaccinera hela svenska befolkningen med två doser beräknas således ta minst 14 veckor.

Personer ges först en dos, sedan dröjer det två veckor tills immunitet uppkommer. Ungefär 40 % skyddseffekt beräknas att man uppnår efter första dosen. Tidigast två veckor efter första dosen kan en andra dos ges. Immuni-

¹ Annika Linde, Åke Örtqvist, Anders Tegnell och Fredrik Elgh

² Hillar Kangro

tet efter andra dosen uppkommer efter en vecka och antas ge 80% skyddseffekt, se tabell 1.

Tabell 1. Tidsschema för vaccination och skyddseffekt från dos 1 och 2.

Vecka	1	2	3	4	5
Händelse					
Vaccination	Dos 1			Dos 2	
Immunitet			40%		80%

Vi antar en **täckningsgrad** på 90 %, d.v.s. 10 % av alla personer kan *inte* vaccineras (på grund av allergi eller annan sjukdom).

Experiment

Vi simulerar två grundscenarier med olika *startdatum* för vaccinationsprogrammet. I scenario A påbörjas vaccination direkt när doserna anlät till Sverige, 2 dagar efter simuleringens start. I scenario B påbörjas vaccination efter sju veckor, 49 dagar.

I experimenten undersöks utbrott av olika *styrka*, en mildare variant med $R_0 = 1.7$ och en allvarlig variant med $R_0 = 2.0$. R_0 är ett epidemiologiskt mått som anger hur många personer som smittas av en smittsam person i genomsnitt. Om R_0 är mindre än 1 dör utbrottet ut. För pandemisk influensa antas R_0 -värdet ligga mellan 1.7 och 2.3.

Olika strategier för fördelning av vaccindoser mellan landstingen undersöks. För vart och ett av scenario A och B med $R_0 = 1.7$ samt $R_0 = 2.0$ undersöks följande fyra metoder:

- Standard** Doserna fördelas i proportion mot total befolkningsmängd per landsting.
- Largest** Doserna ges till de tre storstadsregionerna först.
- Landrisk** Antal doser baseras på smittrisk i landstinget
- Agerisk** Fördelningen baseras på storleken på riskgrupper i landstingen

I tabell 2 visas vilka simuleringsexperiment som genomförts. Eftersom modellen är stokastisk upprepades experimenten 10 gånger för att säkerställa att skillnaderna var stabila och inte ett resultat av slumpmässig variation.

Tabell 2. Simuleringsexperiment som genomförts.

Baseline
10 x 150 dagar med $R_0 = 1.7$
10 x 150 dagar med $R_0 = 2.0$
För vart och ett av de fyra distributionsalternativen (A - D)
10 x 150 dagar med start dag 2 och $R_0 = 1.7$
10 x 150 dagar med start dag 49 och $R_0 = 1.7$
10 x 150 dagar med start dag 2 och $R_0 = 2.0$
10 x 150 dagar med start dag 49 och $R_0 = 2.0$

Baseline – ingen vaccination

Vid simuleringar utan motåtgärder blir en mycket stor del av befolkningen smittade. I den mildare versionen blev i genomsnitt 5,3 miljoner personer smittade (59 %) och i den allvarligare versionen blev 6,2 miljoner personer smittade (69 %). I bild 1 visas antal smittade över tiden. Den övre kurvan

visar antalet smittade vid ett allvarligare utbrott och den lägre visar antalet smittade vid en mildare variant.

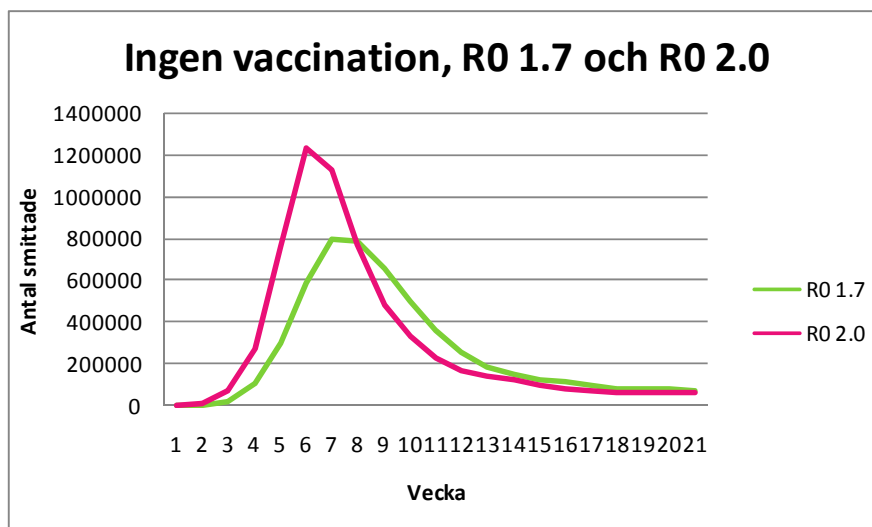


Bild 1. Smittade över tiden, ingen vaccination.

Åldersfördelningen hos de som smittats skiljer sig mot den underliggande populationen, se bild 2.

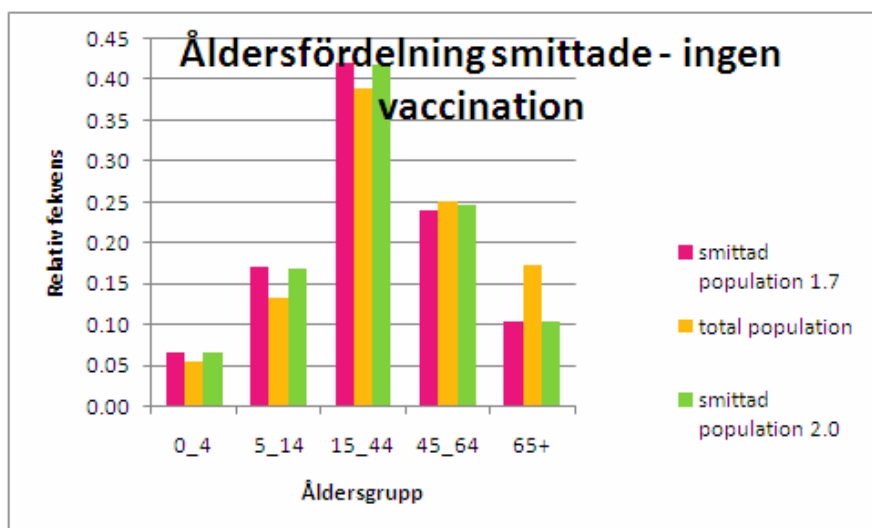


Bild 2. Åldersfördelningen bland smittade jämfört med fördelningen i den underliggande populationen. R_0 1.7 och R_0 2.0. Äldre personer är underrepresenterade bland de smittade medan yngre personer är överrepresenterade.

Scenarier

Vi jämför interventionerna utifrån antal smittade och antal döda, morbiditet och mortalitet. Följande fördelningsalternativ jämfördes: **Standard** (doserna fördelas relativt till landstingets befolkningsandel), **Largest** (doserna ges till de tre storstadsregionerna först), **Landrisk** (antal doser baseras på aktuell

smittrisk i landstinget (antalet smittsamma/antalet mottagliga)), **Agerisk** (fördelningen baseras på storleken på riskgrupper i landstinget: 0 – 2 år och 70 +).

Simuleringsmodellen innehåller en vaccinationsfunktion som används för vaccination av slumpmässigt valda personer från ett givet landsting. Om funktionen anropas under simuleringens tre första veckor väljs endast personer som inte tidigare fått någon dos. Om funktionen anropas efter den tredje veckan kan alla personer som fått mindre än två doser väljas. Detta innebär att i den första vaccinationsfasen (tre veckor) kan ingen bli vaccinerad två gånger samt att ingen kan bli vaccinerad mer än två gånger under hela simuleringen.

När 90 % av befolkningen i ett landsting är vaccinerade skickas inga fler doser.

Standard

Strategi ”Standard” baseras på landstingens populationsstorlek. För varje landsting bestäms dess befolkningsandel genom att dividera landstingets befolkning med den totala befolkningen. När doserna fördelas mellan landstingen multipliceras landstingets befolkningsandel med antalet tillgängliga lådor L (som innehåller 500 doser) för att avgöra hur många doser som skickas till varje landsting. Landsting vars kalkylerade antal lådor blir mindre än ett får ändå en låda, alltså 500 doser. Alla andra resultat avrundas nedåt till närmaste heltal. Denna procedur upprepas varje vecka tills dess att minst 90 % av landstingets befolkning är vaccinerad.

Largest

De tre storstadsregionerna är Stockholm, Göteborg och Malmö. I denna strategi utgör befolkningsandelen landstingets befolkningsstorlek i relation till den sammanlagda befolkningen i de tre landstingen. När 75 % eller fler är vaccinerade i något av dessa tre landsting upphör vaccinleveranserna tills dess att alla tre storstadsregioner uppnått 75 %. När detta inträffat sker fördelningen till samtliga landsting enligt alternativ ”Standard”.

Landrisk

Innan doserna fördelas mellan landstingen beräknas den aktuella smittrisen i varje landsting. Denna erhålls genom att dividera antal smittade med antal mottagliga i landstinget.

Agerisk

Fördelningen baseras på alternativet ”Standard”. Inom landstinget prioriteras personer tillhörande riskgrupperna 0 – 2 år samt 70 +. När en person i landstinget slumpmässigt väljs för att vaccineras kontrolleras först dess ålder. Om personen inte tillhör riskgrupperna väljs en ny person. Om ingen person tillhörande riskgrupperna hittas under 100 försök vaccineras den 100:e personen oavsett dess ålder.

Simuleringsresultat

Eftersom simuleringarna innehåller slumpmässiga händelser på individnivå kan förloppen skilja sig åt trots att alla smittrisker etc. är konstanta. Vi upprepade därför simuleringarna ett antal gånger och redovisar oftast de genomsnittliga utfallen. I vissa fall visar vi på skillnader på enskilda experiment, i dessa fall har vi använt samma slumpvalsfrön vid jämförelsen, vilket innebär att spridningsförloppen varit identiska fram till den tidpunkt då interventionsåtgärderna gjort att simuleringarna fått olika utveckling. Slumpvalsfröet styr de slumpmässiga händelserna vid simuleringen. Vid analys av simuleringsresultaten visade det sig att variationskoefficienten gällande antal smittade personer alltid var lägre än 2 %. Den högsta koefficient som genererades i experimenten (1.69 %) innebär en standardavvikelse på 35000 individer (av totalt 2 miljoner smittade individer). Detta visar att resultaten är stabila och att 10 upprepningar var tillräckligt för att erhålla robusta resultat.

Antal smittade

De fyra olika distributionsalternativen jämfördes för en allvarlig och en mild form av pandemisk influensa. Vidare jämfördes effekten av en snabb kontra en långsammare start av vaccinationsprogrammet; start dag 2 eller start dag 49. Se totalt antal smittade vid de olika scenarierna i bild 3. I bild 3 visas totalt antal smittade för de olika experimenten när vaccination påbörjades dag 2.

Tabell 3. Antal smittade vid de olika scenarierna.

	R0 1.7 d2	R0 1.7 d49	R0 2.0 d2	R0 2.0 d49
No Int	5,383,046	5,383,046	6,210,540	6,210,540
Standard	436,817	3,725,257	1,159,722	5,034,281
Largest	950,000	3,897,471	2,187,723	5,097,745
Landrisk	859,280	3,700,020	1,819,349	4,988,302
Agerisk	881,527	3,973,859	1,874,711	5,159,235

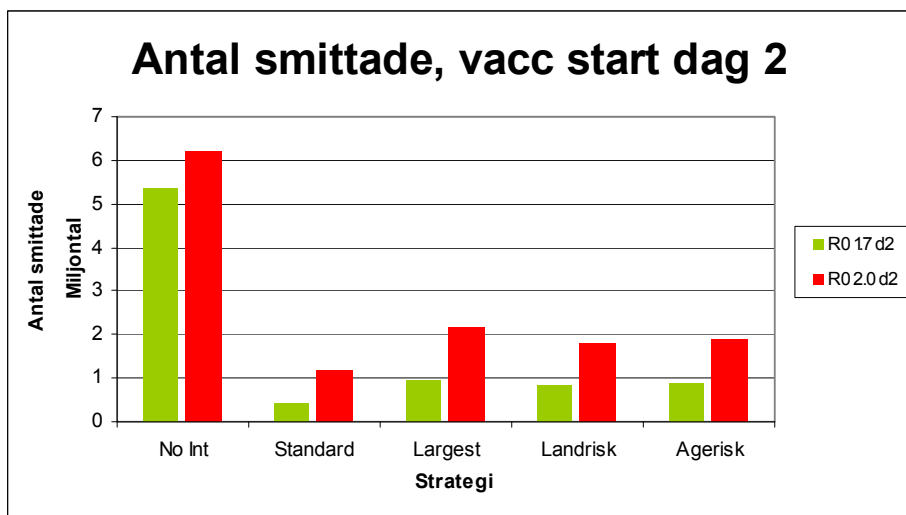


Bild 3. Totalt antal smittade (genomsnitt) vid mild och allvarlig form av pandemi. Vaccination startade dag 2. Längst till vänster visas antal smittade utan vaccination.

I bild 4 visas antal smittade när vaccinationen påbörjats efter 7 veckor (dag 49).

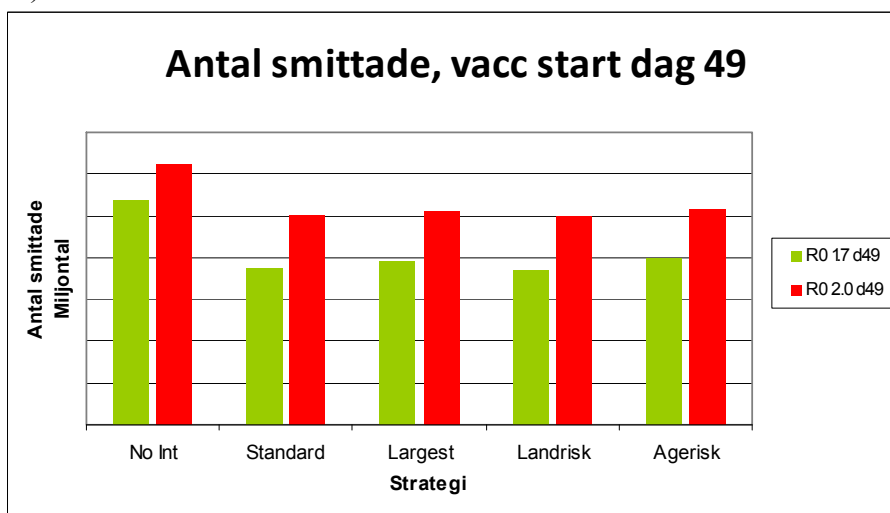


Bild 4. Totalt antal smittade (genomsnitt) vid mild och allvarlig form av pandemi. Vaccination startade dag 49. Längst till vänster visas antal smittade utan vaccination.

I bild 5 visas hur effektiva vaccinationsalternativen var mätt i minskat antal smittade med vaccination jämfört med utbrott utan vaccination.

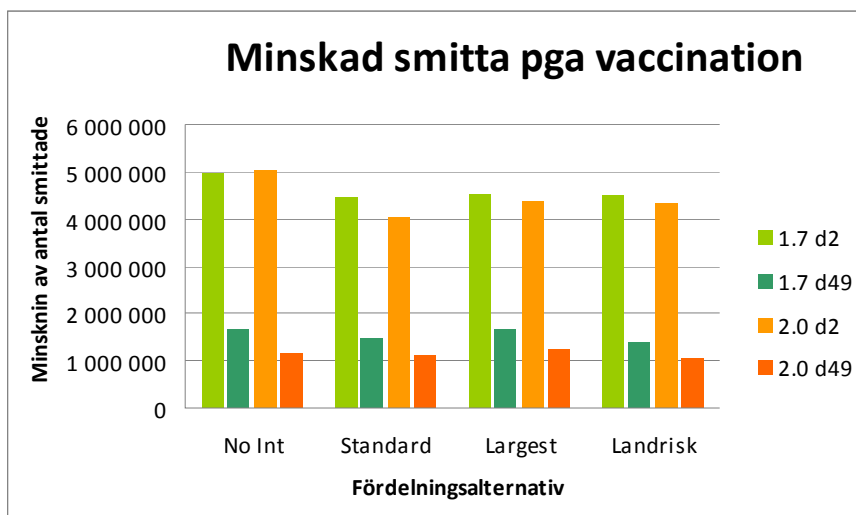


Bild 5. Reduktion i antal smittade vid de olika fördelningsalternativen.

Det framgår av bilderna att den viktigaste faktorn är starttiden. Om vaccination inleds snabbt kan minskningen av smitta bli stor, se bild 6.

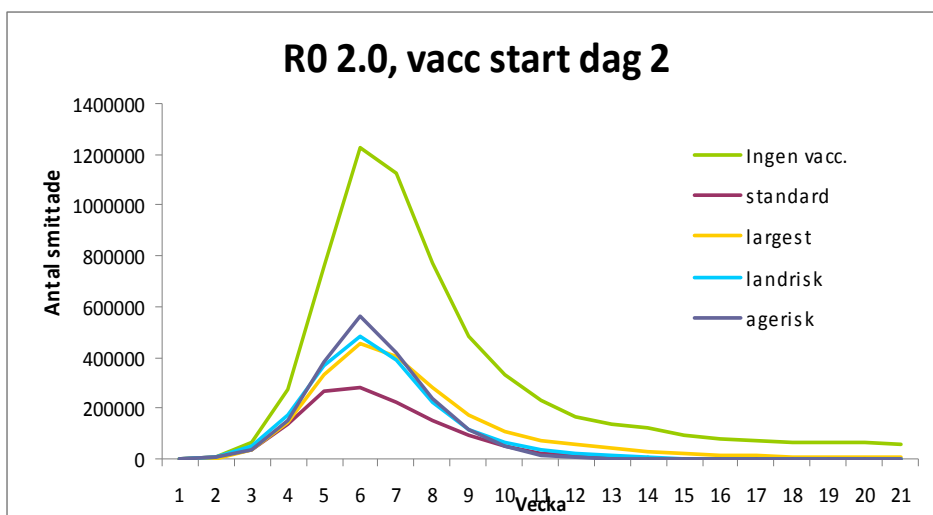


Bild 6. Jämförelse av utbrott över tiden när olika fördelningsstrategier tillämpas, vaccinationsstart dag 2, R_0 2.0.

När vaccination påbörjas dag 49, efter sju veckor, blir skillnaden mellan de olika alternativen betydligt mindre. I bild 7 visas antal smittade över tiden från vecka sju och framåt, eftersom antal smittade är identiskt för alla olika scenarios under tiden fram till dess.

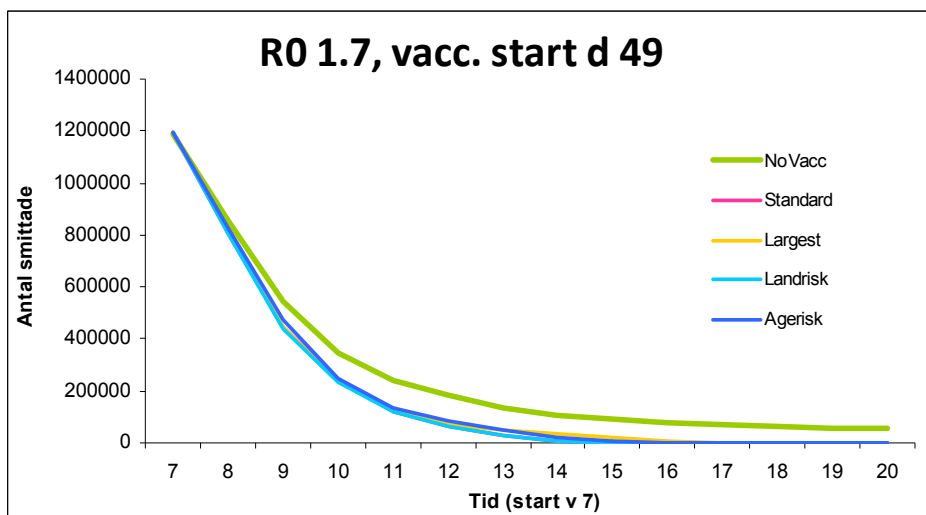


Bild 7. Antal smittade vid olika fördelningsalternativ från och med vecka sju. Vaccinationsstart dag 49, R_0 2.0.

Dödlighet

Vi har också jämfört den influensarelaterade dödligheten för de olika scenarierna. Utan motåtgärder var mortaliteten 0.75% för både R_0 1.7 och R_0 2.0.

Mortaliteten sköck när vaccinations infördes. Störst skillnad blev det när vaccinationen initierades snabbt, se bild 8 .

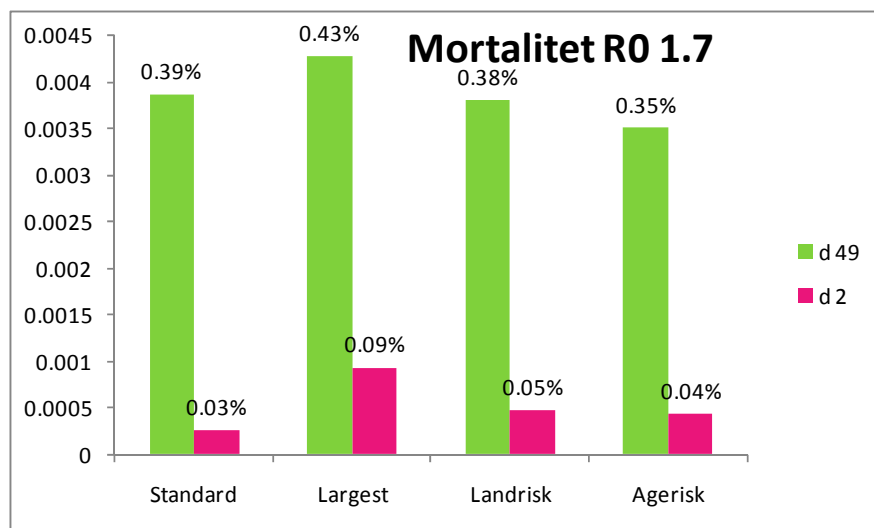


Bild 8. Mortalitet med vaccination. Jämförelse mellan olika fördelningsstrategier och R_0 -värden.

I bild 9, 10, 11 och 12 visas mortalitet i antal för de olika scenarierna, för olika R_0 -värden och för olika start för vaccination.

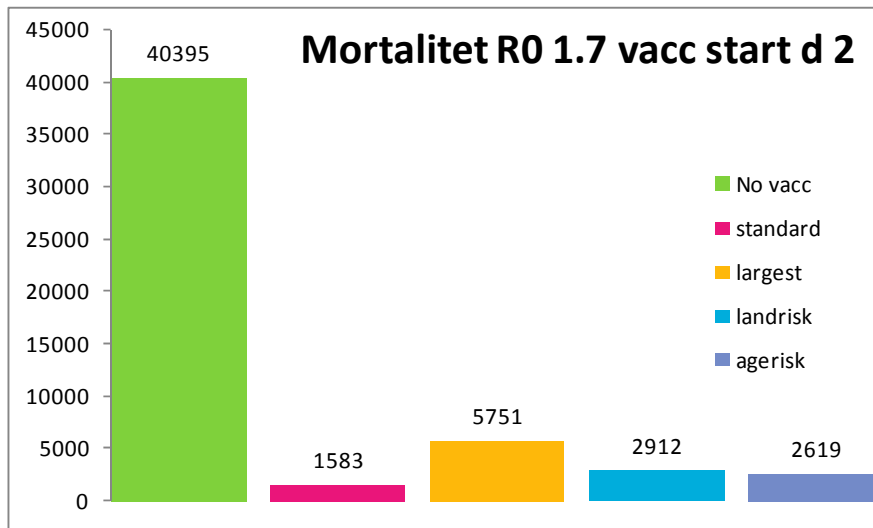


Bild 9. Mortalitet vid utbrott med R_0 1.7, start av vaccination dag 2.

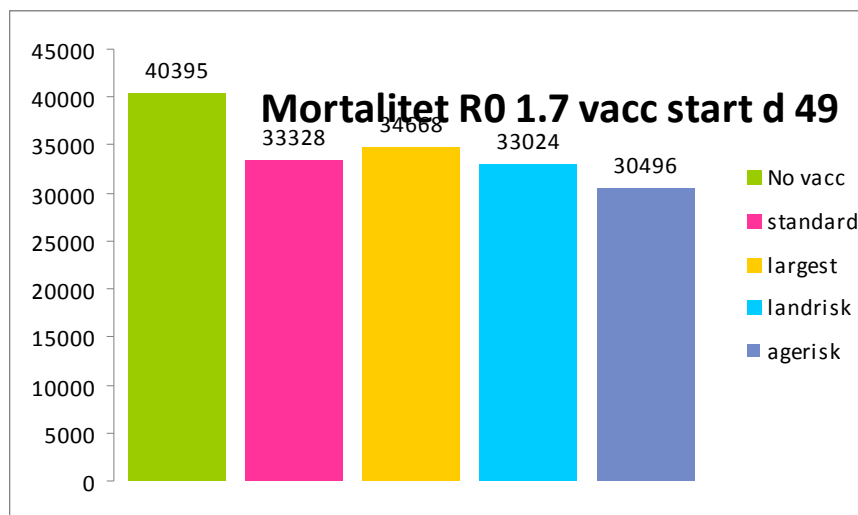


Bild 10. Mortalitet vid utbrott med R_0 1.7, start av vaccination dag 49.

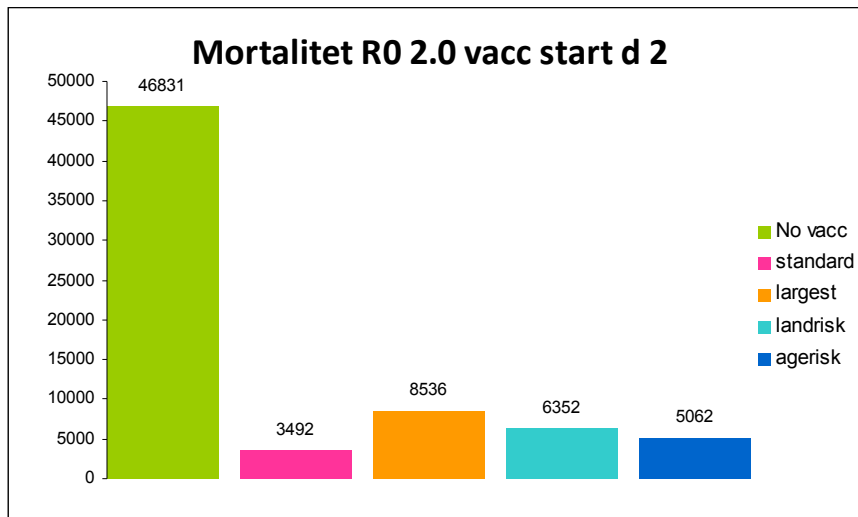


Bild 11. Mortalitet vid utbrott med R_0 2.0, start av vaccination dag 2.

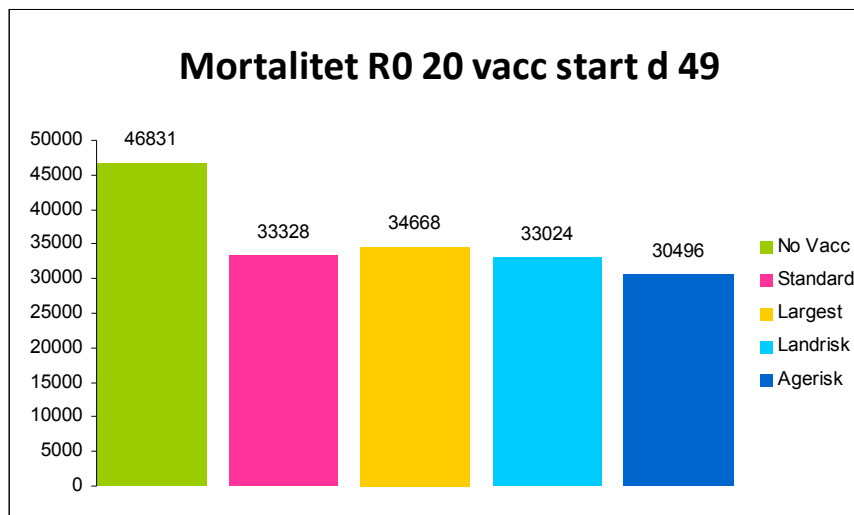


Bild 12. Mortalitet vid utbrott med R_0 2.0, start av vaccination dag 2.

Åldersfördelningen för de som dör av influensa följer i princip riskprofilen för överdödlighet, illustrerad på bild 18 i modellbeskrivningen. På bild 13 visas ett histogram av åldersfördelningen på de döda vid ett utbrott av styrka 2.0 utan vaccination.

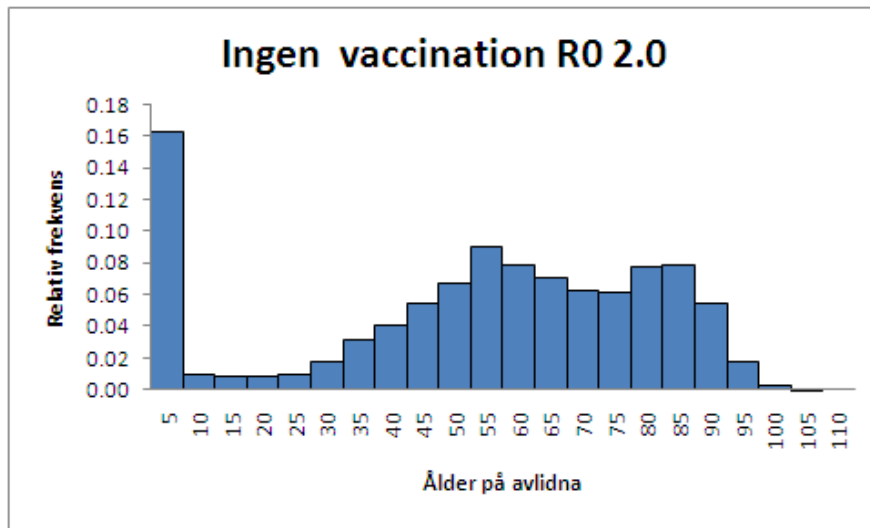


Bild 13. Histogram över åldersfördelning för döda, R_0 2.0, ingen vaccination.

Bilderna 14 och 15 visar åldersfördelningen för de döda vid de olika fördelningsalternativen. Endast fördelningsalternativet ”agerisk” visar en annorlunda profil, som ett resultat av att riskgrupperna med åldrar 0 – 2 och 70+ vaccineras först i denna strategi.

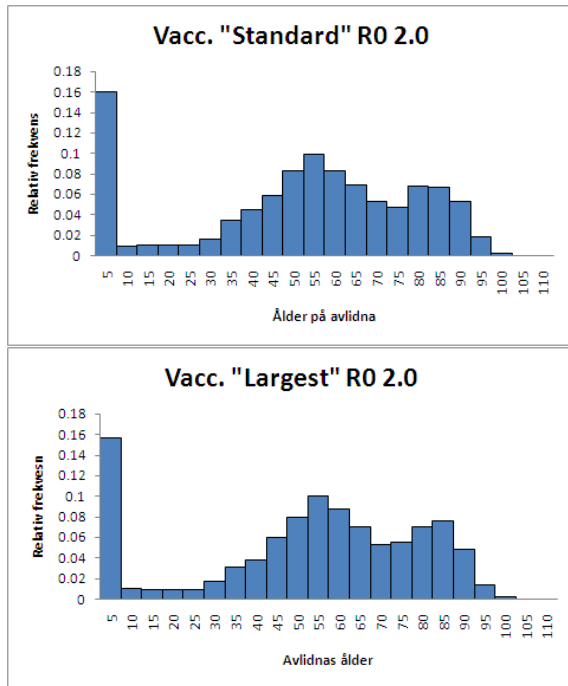


Bild 14. Histogram över åldersfördelning för döda, $R_0 2.0$, vaccination standard och largest.

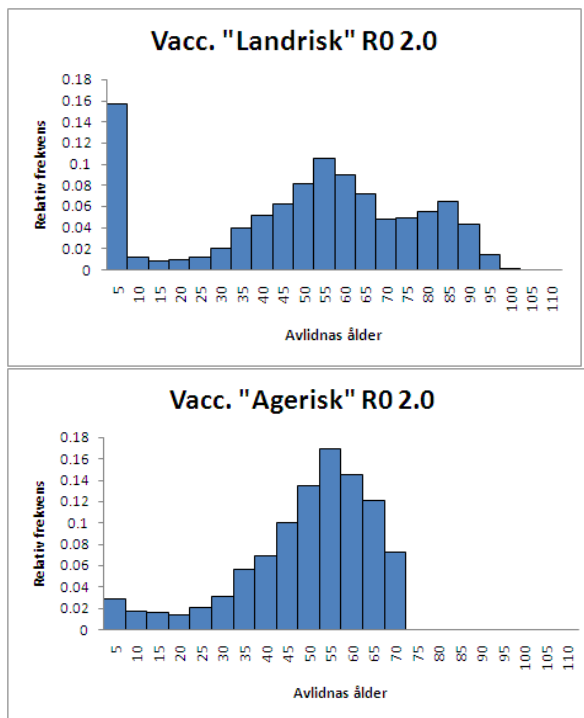


Bild 15. Histogram över åldersfördelning för döda, $R_0 2.0$, vaccination landrisk och agerisk.

De genomförda simuleringsexperimenten visar att en tidig start av vaccination har större betydelse än val av fördelningsstrategi.

Vid val mellan olika fördelningsstrategier är standardfördelningen mest robust, det är den bästa eller den näst bästa strategin i samtliga scenarier.

Appendix

Modellbeskrivning

Här beskrivs de delar av modellen som skräddarsyttts för dessa vaccinations-experiment; sjukdomsrepresentation, smittspridning, och till viss del personers beteende.

En detaljerad och teknisk beskrivning av simuleringsmodellen och de data den innehåller finns på <http://arxiv.org/abs/0902.0901>.

Introduktion av smitta

På simuleringens första dag väljs 10 personer slumpmässigt ut som de initialt infekterade.

Varje vecka (efter den första veckan) infekteras dessutom 10 slumpmässigt valda (mottagliga) personer från befolkningen. Detta skall efterlikna ”importfall”, personer som för in smitta till Sverige från utlandet.

Definitionen av R_0 säger att måttet anger det genomsnittliga antalet infektioner en godtycklig person ger upphov till under hela sin smittsamma period under ett utbrott, i en totalt mottaglig population. Vad är en genomsnittlig person? Vi kan särskilja två populationer: (1) hela populationen där nästan 9 miljoner personer ingår samt (2) populationen av personer som smittats under ett utbrott. I genomsnitt har personer i population 2 fler kontakter än i population 1, eftersom risken att bli smittad ökar med antalet kontakter. Den ensamma pensionären har således mindre risk att smittas än ungdomen på gymnasieskolan.

I en serie simuleringsexperiment undersöker vi skillnaden på R_0 värden när de 10 initialt infekterade väljs ur population 1 (hela populationen) respektive population 2 (bestående av första generationen smittade). Endast smittöverföringar från de initialt infekterade personerna registrerades, eftersom måttet gäller en totalt mottaglig population.

Tabell 4. R_0 -experiment. När de smittade valts ur en population av hela populationen erhöles ett lägre R_0 värde än när de valdes ur populationen av tidigare smittade.

Population som de 10 initialt infekterade plockas ur	R_0 -värde (genomsnitt av 100 simuleringar)
Population 1	2.67
Population 2	3.55

Innan experimentet skapade vi en lång lista med personer som i tidigare simuleringar smittats direkt av en initialt infekterad person, för att skapa en

population av smittade personer. Vi kallar listan ”first_gen_list”. Experimentet visar att det har stor betydelse från vilken population de initialt infekterade väljs, se tabell 4.

När vi kalibrerar smittriskerna i modellen för att de ska generera ett önskat R_0 -värde har detta stor betydelse. Vi väljer därför alltid slumpmässiga individer från den smittade populationen, dvs. från ”first_gen_list”.

Kalibrering av smittsamhet

I experimenten använder vi smittrisker som i genomsnitt ger upphov till utbrott med R_0 -värde 2.0 (allvarlig) respektive 1.7 (mild). Genom att förändra amplituden på den ursprungliga smittsamhetsprofilen (bild 1), kan vi variera smittriskerna. Genom att multiplicera den med 1,03 erhåller vi önskat R_0 -värde för den milda varianten (1,7) och genom att multiplicera med 1,04 kommer vi upp till önskat R_0 -värde för den allvarliga varianten (2,0).

Smittsamhetsprofiler

Vi använder olika smittsamhetsprofiler för olika sjukdomsprofiler, se bild 16. Asymptomatiskt (utan symptom) sjuka smittar enligt den nedersta profilen medan allvarligt sjuka smittar enligt den översta. Smittsamheten som anges är risken för smittöverföring vid kontakt, det vill säga när en smittsam och en mottaglig person möts. Förhållandet mellan den översta smittsamhetsprofilen och de övriga är 1/2:1/4:1/10. Riskprofilen är anpassad efter kontaktens period, smittriskerna är den totala risken för en period på åtta timmar.

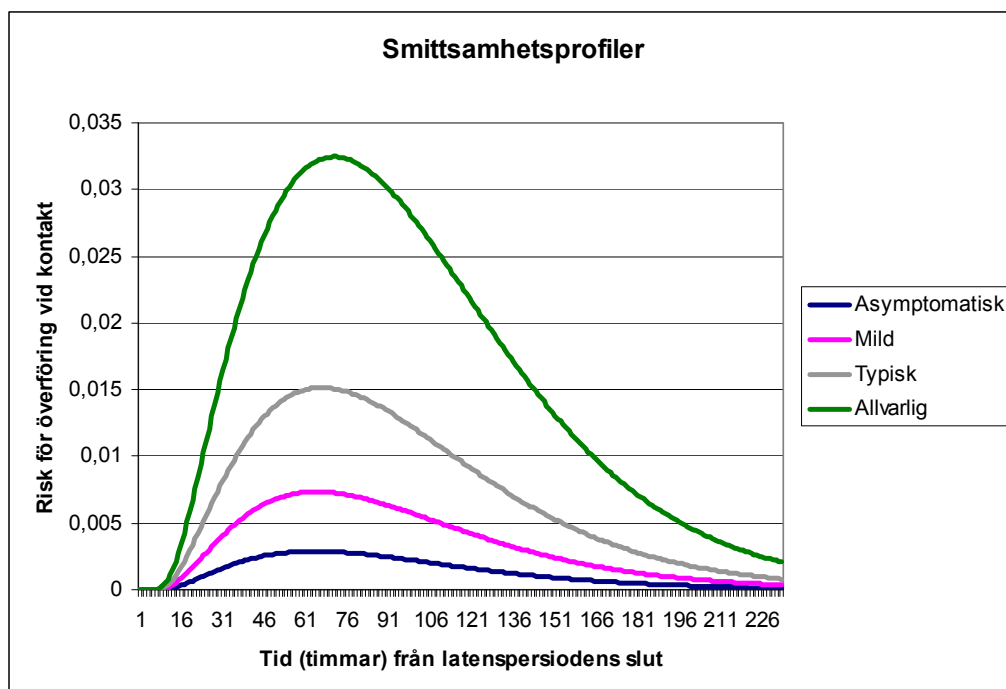


Bild 16. Smittsamhetsprofiler för de fyra olika sjukdomsprofilerna.

Barn och vuxna antas vara lika smittsamma och lika mottagliga. Smittsamhetsprofilerna har hämtats från artikeln *A small-world-like model for comparing interventions aimed at preventing and controlling influenza pandemi*, av F. Carrat et al.³

h innehåller en latensperiod. I Carrats artikel är inte latensperioden varierad utan lika lång för alla individer. Vi har valt att klippa bort latensperioden från Carrats profil och istället införa en varierad latensperiod (12 – 60 timmar) från en diskretiserad och normaliserad Weibulldistribution med skalparametrar 1.1 och 2.21.⁴

Sjukdomsprofiler

I modellen har alla åldrar samma sannolikhet för att få en viss sjukdomsprofil: asymptotisk (5 %), mild (40 %), typisk (45 %) samt allvarlig (10 %). De smittade personerna blir olika sjuka beroende på vilken sjukdomsprofil de har och hur många dagar som gått sedan infektionen, se bild 17.

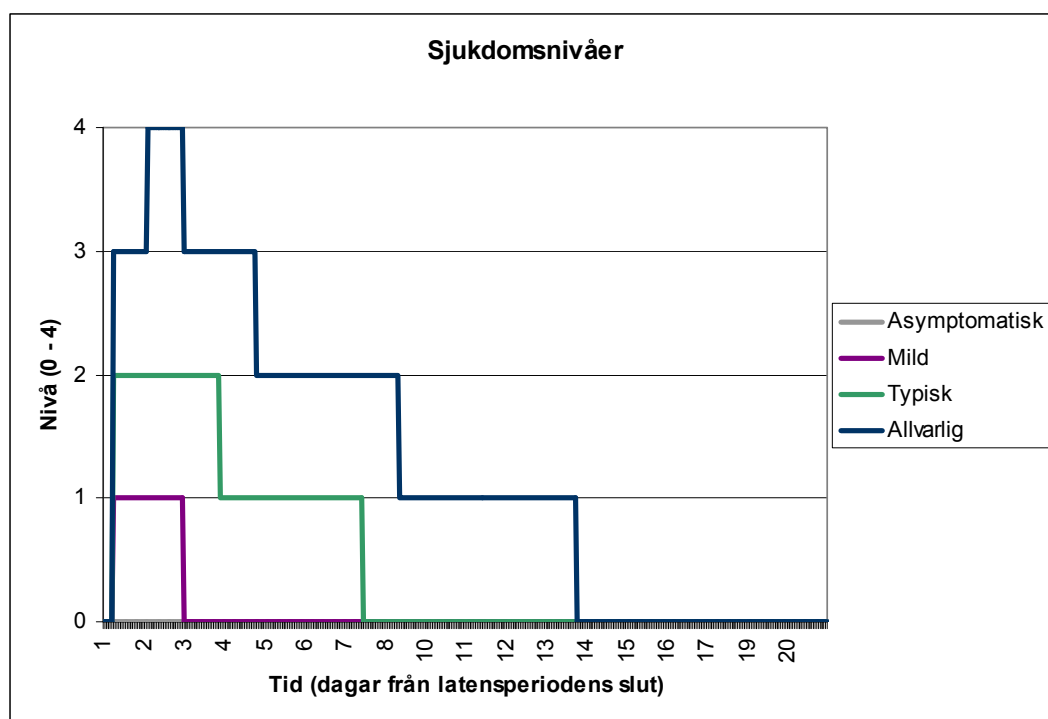


Bild 17. Sjukdomsnivå för de olika sjukdomsprofilerna.

³ F. Carrat, et al. (2006). "A "small-world-like" model for comparing interventions aimed at preventing and controlling influenza pandemics". *BMC Medicine* 4:26+.

⁴ Enligt Ferguson et al. ("Strategies for containing an emerging influenza pandemic in Southeast Asia") är detta den bästa modellen för att passa data från en fransk flygplansstudie från 1979 "An outbreak aboard a commercial airliner" av Moser, MR.

Dödsrisk

Modellen antar att små barn och gamla människor har förhöjd dödsrisk, vidare är dödsrisken högre för personer med allvarlig sjukdomsprofil, se bild 18. Riskerna är kalibrerade för att uppnå en total överdödlighet på 0.75 %.

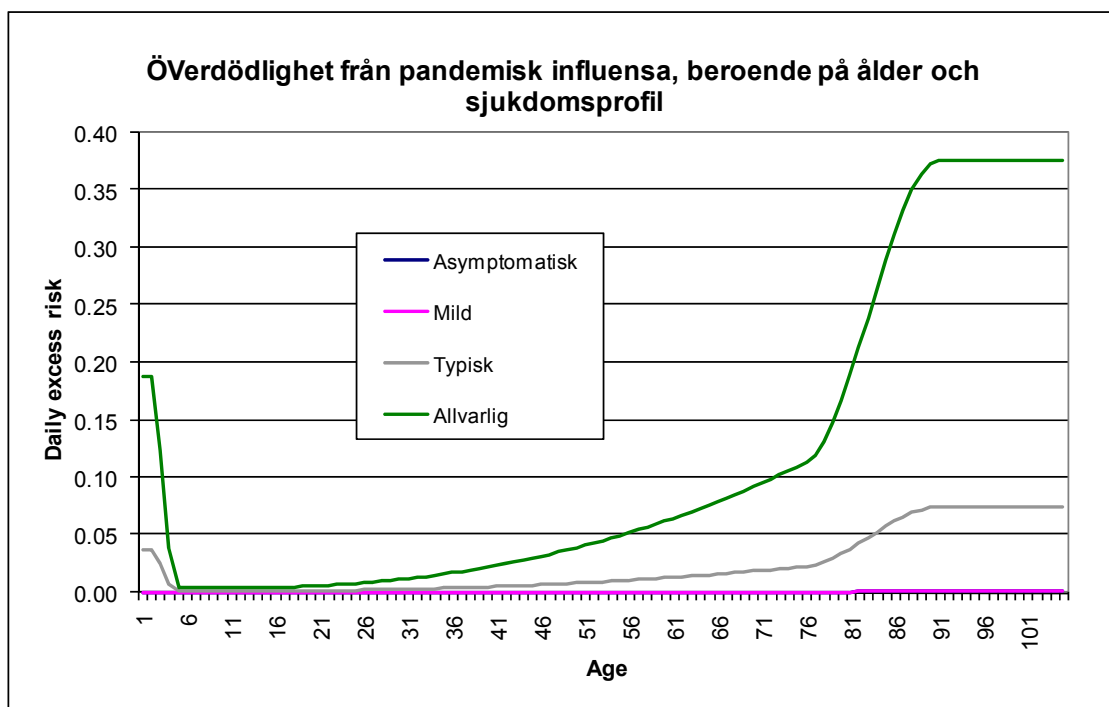


Bild 18. Daglig dödsrisk för influensasjuka personer, beroende på ålder och sjukdomsprofil. Dödsrisken representerar överdödligheten för pandemisk influensa, i modellen ingår inga andra dödsfall.

Platsval

Beroende på aktuell sjukdomsnivå tillbringar individerna dagen på olika platser, bild 19. Platsvalet är inte deterministiskt, istället dras för varje person och för varje dag ett slumpantal i intervallet 0 – 1 som jämförs mot på förhand angivna tröskelvärden som utgör sannolikheterna för en individ att tillbringa dagen på den platstypen. Personer med samma sjukdomsnivå kan alltså tillbringa dagen på olika platser, en stannar hemma från jobbet medan en annan går till jobbet och en tredje besöker akuten.

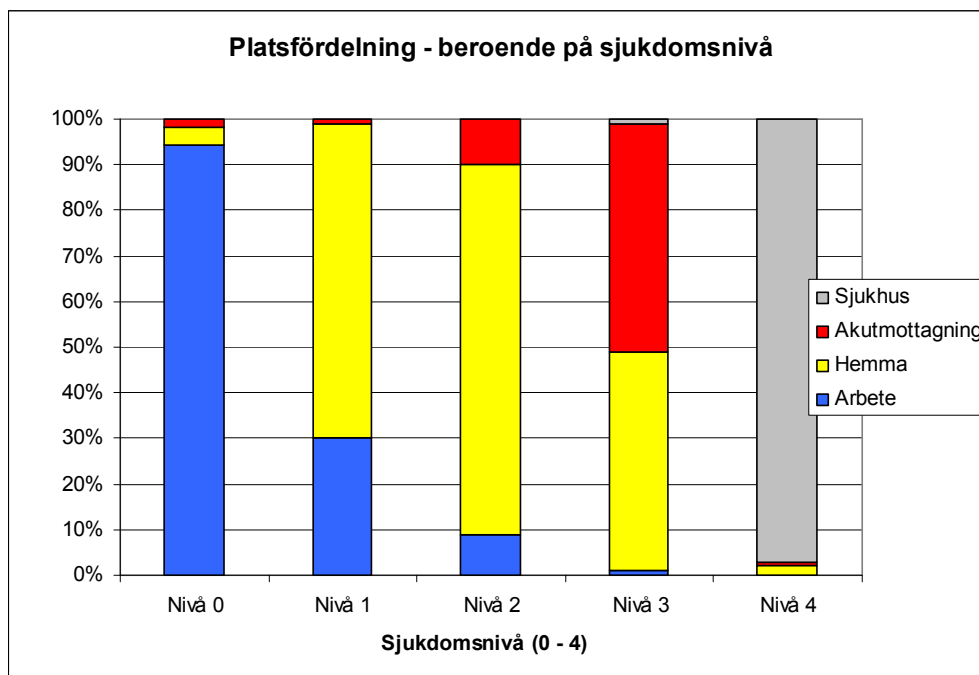


Bild 19. Daglig platsdistribution beroende på sjukdomsnivå. Under helgen är människor med arbete (skola, förskola) hemma istället.

Platser och kontakter

Genom länkning av officiella register från SCB ⁵ har alla personer länkats till sitt arbetsställe och till sin bostad. Personer kopplas även samman i familjer. Varje person är beskriven med familje-id, födelseår, kön, folkbokföringskommun samt med koordinater för familjens bostad (angivna på nivå 100 x 100 meter) och löpnummer för arbetsstället. Arbetsställen är beskrivna med femsiffrig branschkod, arbetsställe kommun, och koordinater för arbetsstället. Arbetsställets löpnummer är nyckeln som knyter samman person och arbetsställe. Vi använder denna information för att skapa *personobjekt* och *platsobjekt*.

Platsobjekt kan antingen vara av typ *bostad* eller av typ *plats*. Platser har en lista med en eller flera medlemmar, för bostäder består listan av familjemedlemmar (personer med samma familje-id och samma koordinater) och för arbetsplatser består listan av anställd personal. För syftena med dessa experiment har vi utifrån branschcoden särskilt vissa arbetsplatser från den allmänna gruppen ("kontor"): skolor, förskola, samt vårdinrättningar. Dessa platstyper är speciella och har både anställd personal och elever/barn respektive patienter. Materialet från SCB innehåller dock ingen arbetsplats för barnen, vi vet alltså inte vilken skola ett visst barn går i. Däremot vet vi hur många vuxna som jobbar på varje skola och vilken typ av verksamhet skolan bedriver (lågstadium, mellanstadium, högstadium, gymnasium, högsko-

⁵ Registret över rikets befolkning 2002-12-31, Sysselsättningsregistret 2002 och Geografidatabasen 2003-01

la, resp. universitet). Modellen fyller skolor och förskola med barn/ungdomar från närområdet, inklusive viss slumpmässighet inom regionen. Alla barn får därmed en arbetsplats; förskola för de yngre och skola för de äldre.

När en person blir sjuk och skall uppsöka vård, letar modellen fram närmsta vårdinrättning (akutmottagning för de mindre allvarliga fallen respektive infektionsklinik för de allvarligt sjuka) och lägger till den sjuke personen till dagens medlemslista av patienter. Vårdinrättningarna har två medlemslistor, en lista med personal och en lista med patienter, smitta kan ske mellan dessa två listor

Avdelningar

Storleken på avdelningar är 15, vilket innebär att en individ maximalt träffar 14 andra personer på sin arbetsplats (inklusive skola, förskola). På stora arbetsplatser (eller skolor, förskola) är det även möjligt att smitta mellan avdelningar. Risken mellan avdelningarna är 1/10 av smittan inom avdelningen.

Besök på sjukhus

Eftersom individerna i modellen inte har något minne skulle det kunna inträffa att en person under sin sjukdomsperiod besöker akutmottagningen en dag, dagen därpå går till jobbet och dagen efter går till akutmottagningen igen. Detta ville vi undvika och införde därför en regel som styr platsvalet under sjukdomsperioden så att personer bara får besöka akutmottagningen en gång. Antal besök till akutmottagning/öppenvård/primärvård baseras på uppgifter från Sjukvårdsdata i Fokus⁶ insamlat av Sveriges Kommuner och Landsting (SKL) år 2006.

I modellen är den dagliga risken att besöka akutmottagningen 0.0184 för en person med sjukdomsnivå 0. Daglig risk att stanna hemma från arbetet p.g.a. sjukdom eller annat vid sjukdomsnivå 0 baseras på data från SCB, RFV och AKU⁷ och är 0.04. Frånvaron varierar över åren, mycket beroende på förändringar i ersättningsnivåer och regelsystem. Vi använder en relativt låg nivå i modellen.

Slumpmässiga kontakter

Förutom de kontakter som ges av det sociala kontaktnätet (hem, arbetsplats, skola, förskola) har vi lagt till två abstrakta platstyper som representerar mer slumpmässiga kontakter: *grannskap* respektive *resa*. Grannskap representerar slumpmässiga kontakter i personens geografiska närhet, medan resa representerar smittspridning mellan landets 81 regioner.

⁶ <http://sjvdata.skl.se/sif/start/>

⁷ <http://www.forsakringskassan.se/filer/publikationer/pdf/red0302.pdf>

Grannskap

Smitta i grannskapet sker i två steg, modellen räknar först ut målvärdet för nya gransskapsinfektioner från aktuellt antal smittsamma personer. I nästa steg plockas en person från listan med smittsamma personer i grannskapet ut och modellen väljer slumpmässigt en mottaglig person i den smittsammas geografiska närområde.

Resa

Från resestatistik har de interregionala reseströmmarna (antalet resenärer från en region till en annan varje dag) skattats. Vi använder dessa siffror för att räkna hur många nya infektioner som skall ske varje dag som resultat av smittsamma personers resor.