

# Att möta en pandemi

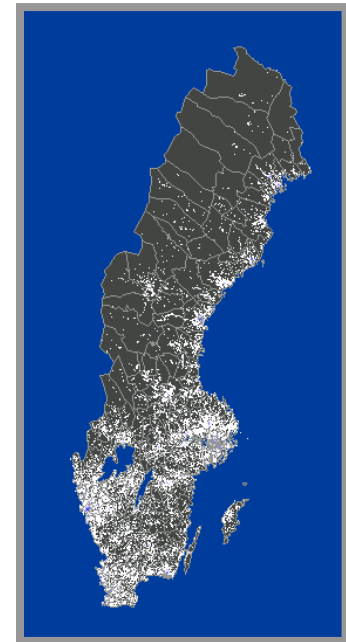
Mikrosim: en individbaserad  
simulering av smittspridning i Sverige

**Lisa Brouwers**  
ICT-skolan, KTH  
Smittskyddsinstitutet

# Körschema

---

- **Modell**
  - Traditionella modeller inom epidemiologi
  - Individbaserade modeller
  - Mikrosims struktur och verkningsätt
- **Tillämpning**
  - Fördelning av vaccin
  - Utvärdering av massvaccination



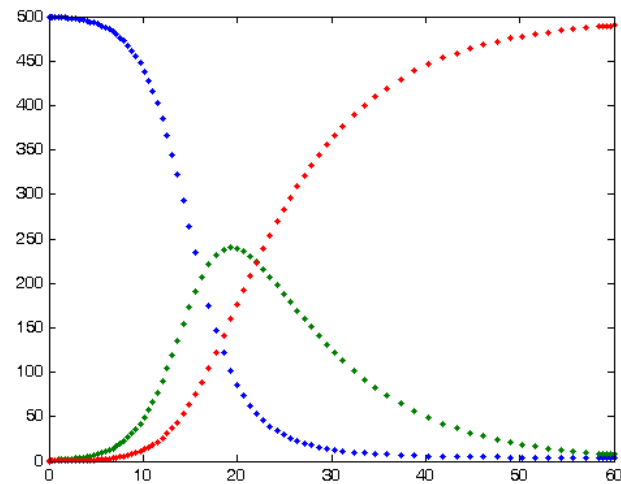
# Traditionella modeller

---

## SIR-modeller



*Random mixing*



# Epidemiologisk modellering på individnivå

- Kontaktstrukturen i en befolkning är viktig för spridningen av smittsamma sjukdomar
- Kan representeras i form av ett nätverk:
  - noder: personer
  - bågar: kontakt mellan personer
- Överföring är mest sannolik när personer befinner sig på samma plats vid samma tidpunkt

# Data

## Data från tre länkade SCB-register

- Registret över rikets befolkning
- Sysselsättningsregistret
- Geografidatabasen

**Avidentifierat**

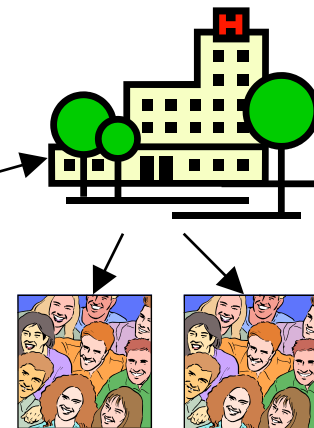
# Enheter i modellen (1): Personer

registerdata:

- kön
- ålder
- familie id
- branchkod
- id på bostad
- id på arbetsplats



Sjukhus

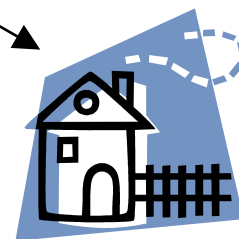


Antaganden:

- sjukdomsprofil
- start av smittsamhet
- avdelning



Arbetsplats



Bostad

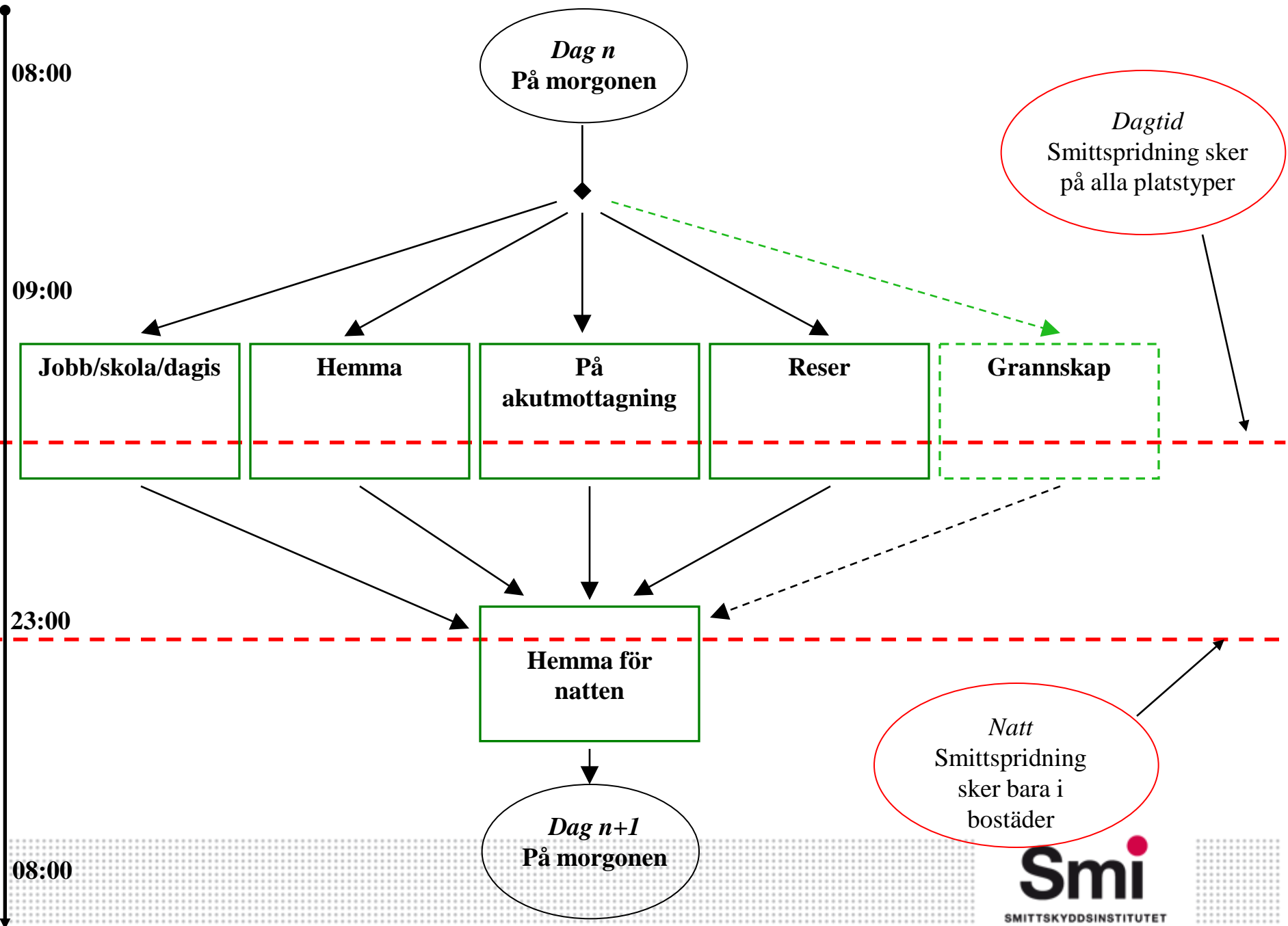


# Enheter i modellen (2): Platser

- medlemmar

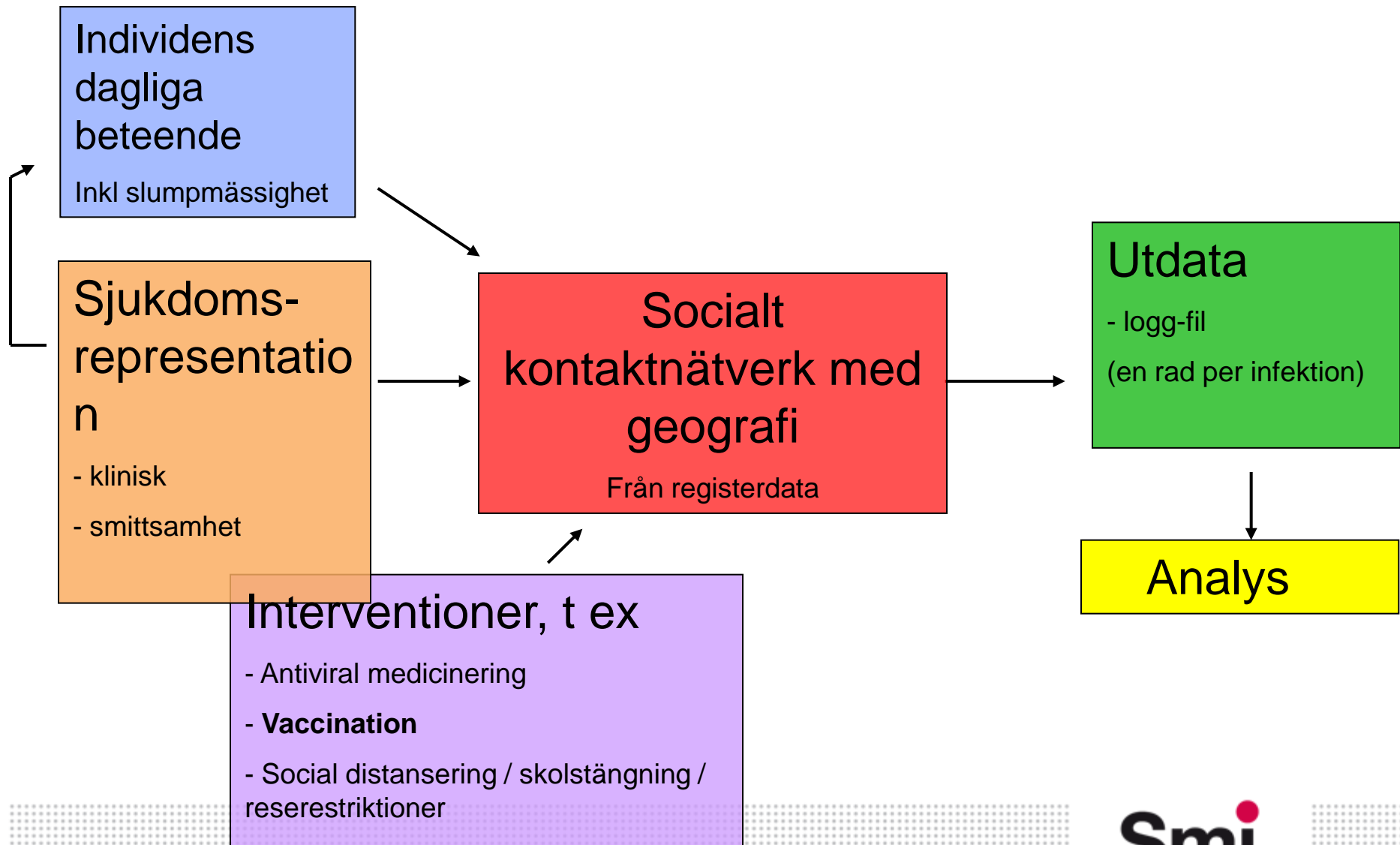


- typ (bostad, kontor, dagis, skola, akutmottagning, infektionsklinik)
- id
- geografiska koordinater
- kapacitet





# Simuleringsmodell

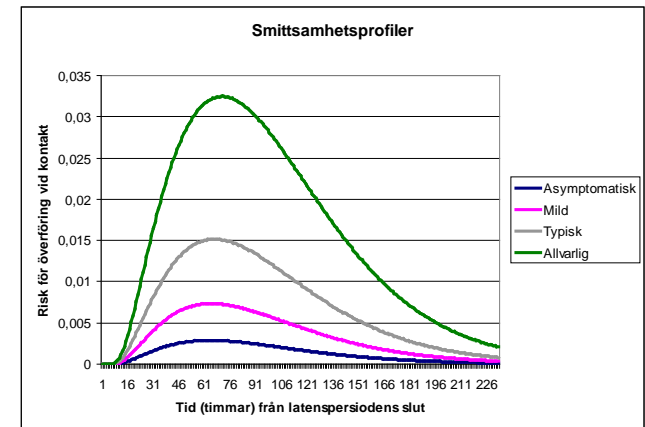


# Smittspridning

Smittspridning sker vid alla platser där minst en person är smittsam och minst en är mottaglig, genom att gå igenom medlemslistan. Först fastställs smittrisken, därpå sker eventuell smittöverföring.

Risken för en person att bli smittad beror på:

1. Antalet smittsamma personer på den platsen
2. Hur lång tid som gått sedan de smittades
3. De smittades smittsamhetsprofil



# Case 1: fördelning av vaccin (2008-2009)

---

Tillsammans med SoS utformades scenarier för att jämföra alternativ för att fördela vaccin mellan landstingen vid veckovis leverans:

Scenarier:

- STANDARD** Proportionellt utifrån befolkningsandel
- LARGEST** De tre största landstingen får först
- LANDRISK** Utifrån aktuell smittrisk i landstinget
- AGERISK** Baserat på andel i riskgrupp (0-2 och 75+)

# Antaganden

---

**Pandemi:** två versioner  $R_0$  1.7 samt 2.0

**Vaccination:** 2 doser, vaccinationstakt: 1.3 miljoner doser per vecka

(14 veckor för hela befolkningen)

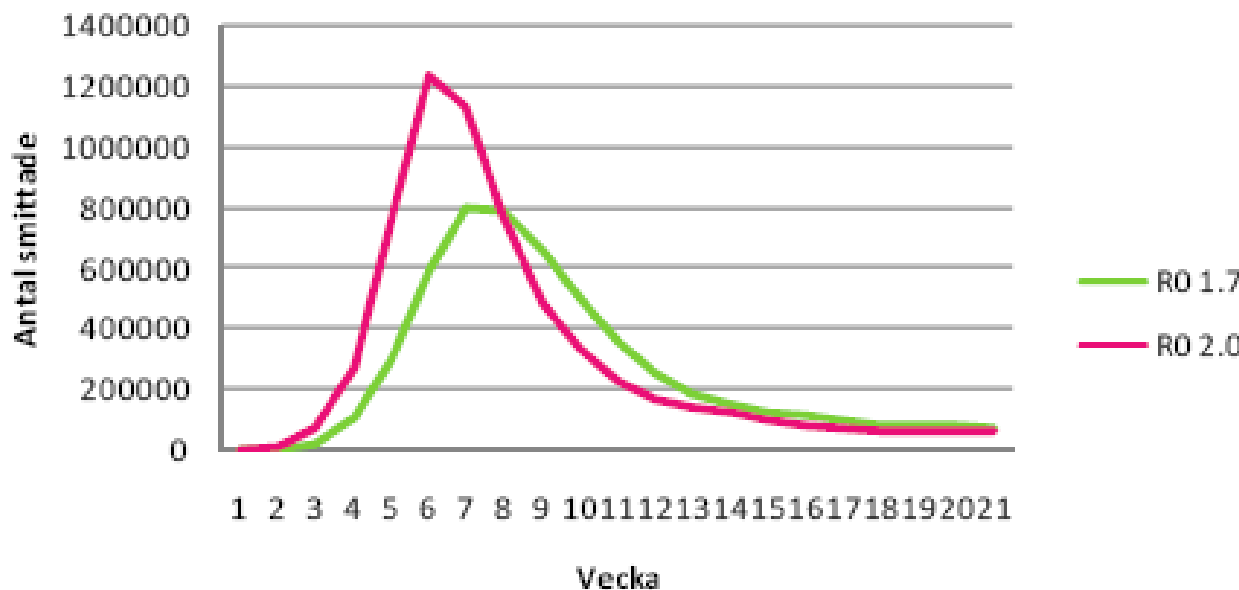
**Effektivitet:** se tabellen

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

**Vaccinationsstart:** 2 dagar eller efter 7 veckor

# Utan vaccination

Ingen vaccination, R0 1.7 och R0 2.0



Totalt smittade:

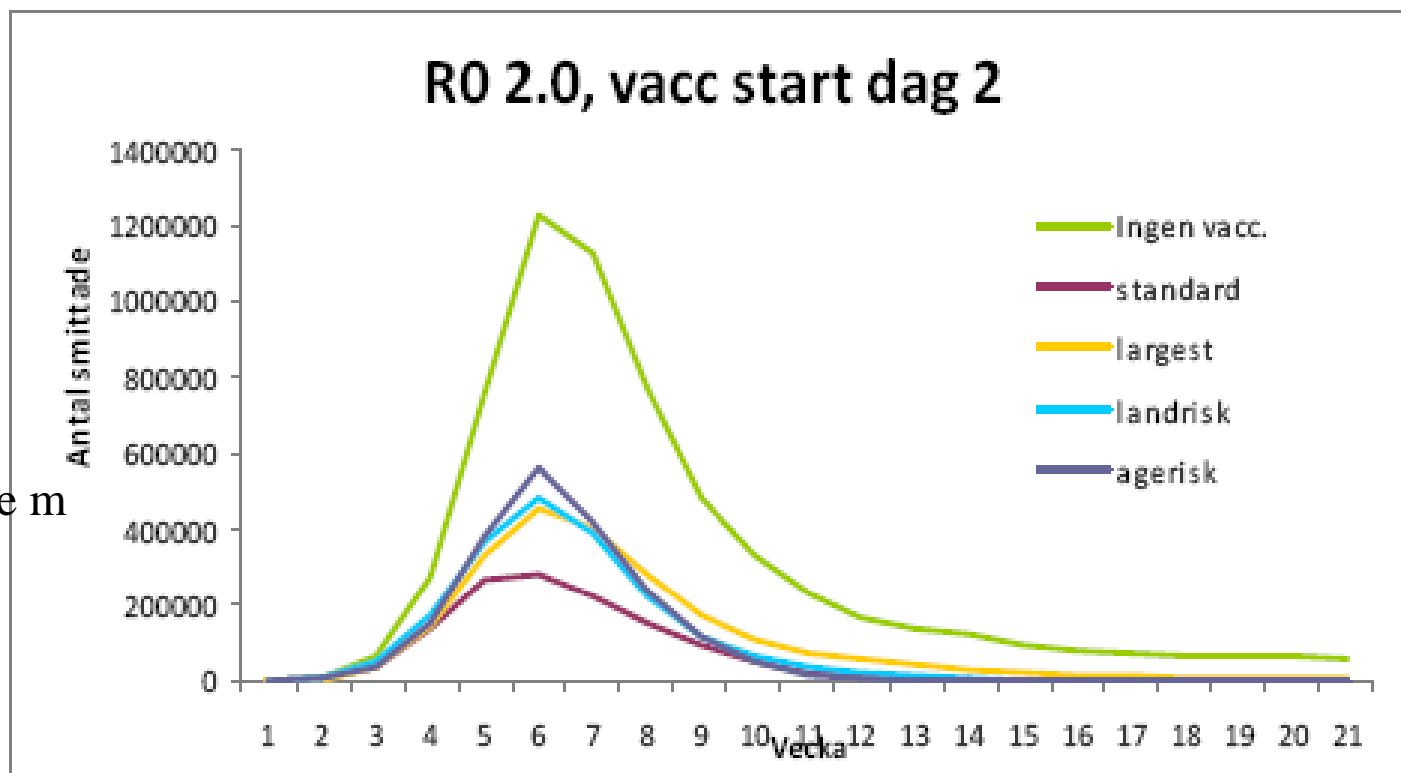
R0 1.7:

5.3 miljoner

R0 2.0:

6.2 miljoner

# Olika fördelningsscenarier, tidig vaccinationsstart.

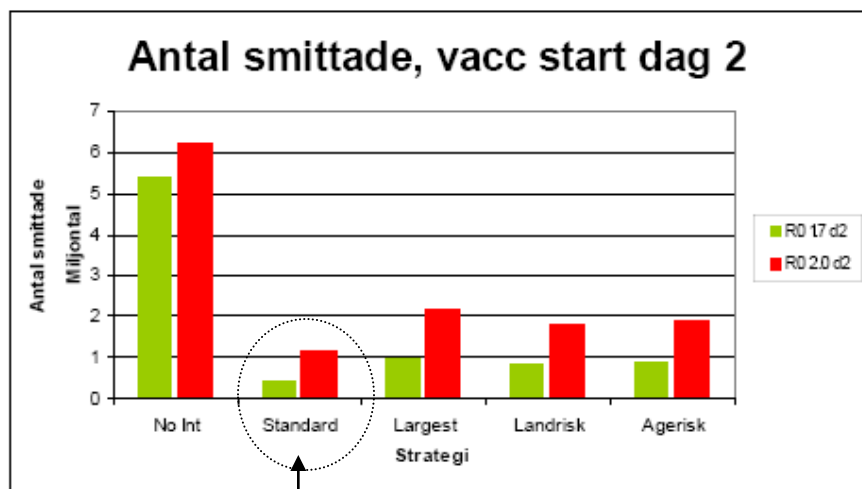


Totalt smittade m  
vaccination:

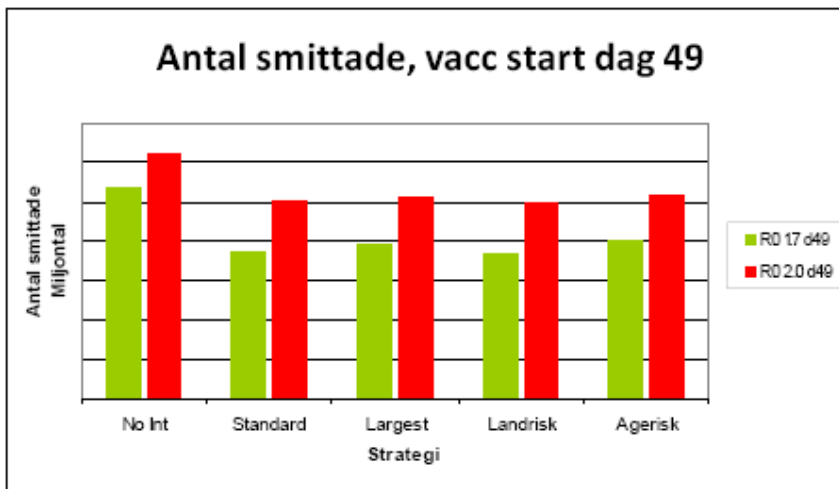
1.1 miljon  
(standard)

2.2 miljon  
(agerisk)

# Tidig start viktigast



Bäst



h) analys av de mätbara samhällsekonomiska effekterna av beslutet av att vaccinera hela befolkningen. Utvärderingen ska därvid tillämpa hälsoekonomiska metoder för samhällsekonomisk kostnads-nyttoanalys.

## **Case 2:**

---

### **Modellbaserad ansats i 5 steg:**

#### **1. Dattainsamling**

- Antal infekterade, antal sjuka och vårdbelastning

#### **2. Återskapa det faktiska förloppet**

#### **3. Kostnadsberäkningar**

#### **4. Kontrafaktiska simuleringar (what-if)**

#### **5. Analys och sammanfattning**



# Metod

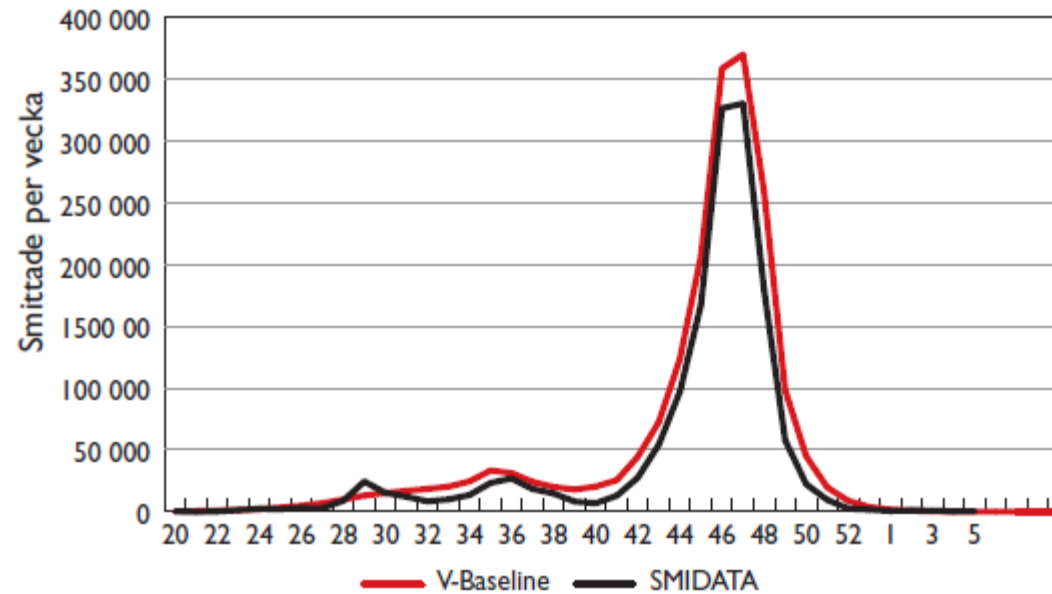
---

- **Modellbaserad ansats i 5 steg:**
  - 1. Databesamling**
    - Antal infekterade, antal sjuka och vårdbelastning
  - 2. Återskapa det faktiska förloppet**
  - 3. Kostnadsberäkningar**
  - 4. Kontrafaktiska simuleringar (what-if)**
  - 5. Analys och sammanfattning**

# Resultat



**FIGUR 4.** Mikrosim (V-Baseline) med smittsamheten kalibrerad för att återskapa faktiskt antal smittade per vecka (SMIDATA, data från Smittskyddsinstitutet).



# Kostnader

TABELL 2. Pandemi-relaterade kostnader utifrån datakällor.

Kostnadsslag	Kostnad
Vaccination	1 370 843 100
Arbetsfrånvaro vid vaccination	337 500 000
Sjukfrånvaro pga. biverkningar	145 998 720
Slutenvård	47 020 820
Intensivvård (15 dygns medelvårdtid)	79 560 000
ECMO	28 810 439
Antivirala läkemedel	12 120 929
Laboratoriekostnad	14 974 800
Sjukfrånvaro	3 074 803 200
Dödsfall*	214 984 782
Totalt	5 326 616 790

\*3% diskonteringsfaktor; medelålder på döda: 51 år; förväntade genomsnittliga återstående år i arbete: 14.

# Kontrafaktiska simuleringar

**TABELL 3.** Genomsnittligt antal smittade och vårdade vid simuleringar med mikrosim kalibrerad efter *verklig* smittsamhet.

	V-BL	V-IV	V-T
Antal smittade	1 526 249	1 801 911	1 188 069
Antal sjukhusvårdade	1 607	1 946	1 211
Antal Intensivvårdade	136	165	103
Antal ECMO-vårdade	11	13	8
Antal dödsfall	32	38	25

**TABELL 4.** Genomsnittligt antal smittade och vårdade vid simuleringar med mikrosim kalibrerad för att skapa ett *allvarligare* utbrott.

	A-BL	A-IV	A-T
Antal smittade	4 474 811	5 677 484	2 473 003
Antal sjukhusvårdade	9 819	12 872	5 268
Antal Intensivvårdade	831	1 089	446
Antal ECMO-vårdade	67	88	36
Antal dödsfall	211	285	113

# Massvaccination var *inte* kostnadseffektivt

TABELL 5. Kostnad per sparad QALY vid de olika vaccinationsscenarierna jämfört med att inte vaccinera alls.

Scenario	V-BL	V-T	A-BL	A-T
A. Kostnad för vacc.	1 854 341 820	1 854 341 820	1 854 341 820	1 854 341 820
B. Minskade pandemikostnader vid vacc.	607 257 169	1 393 406 657	4 678 233 625	12 527 325 851
Nettokostnad (A – B)	1 247 084 651	460 935 163	-2 823 891 805	-10 672 984 031
Sparade QALYs	971	2 149	8 840	25 145
Kostnad per sparad QALY	1 284 355	214 526	-319 462	-424 466

# Sammanfattning

---

- **Individbaserade simuleringsmodeller användbara när struktur, och geografi spelar roll**
- **Möjliggör simulering som är svår att hantera på andra sätt**
  - smittspridning med vaccination
- **Feedback kan simuleras**
  - Individens beteende påverkas av intervention/policy
- **Skräddarsydda interventioner kan testas**
- **Möjliggör analys utifrån olika perspektiv**
  - Region, ålder, kön, yrke etc.
- **Vi har tillgång till unikt mikrodata i Sverige**
- **...det bör användas!**