



KONINKLIJKE NEDERLANDSE
AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN

Virusverspreiding in netwerken

Piet Van Mieghem

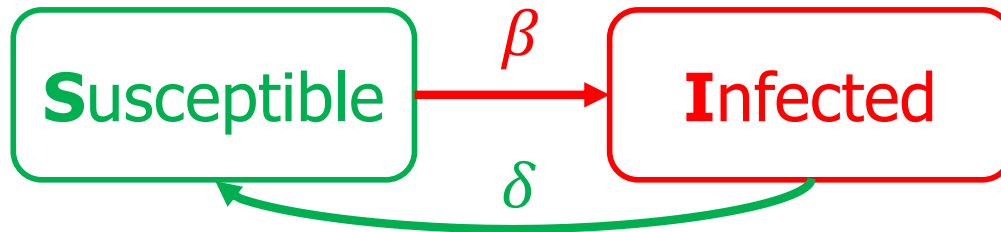
Network Architectures & Services

KNAW webinar 30 June 2020

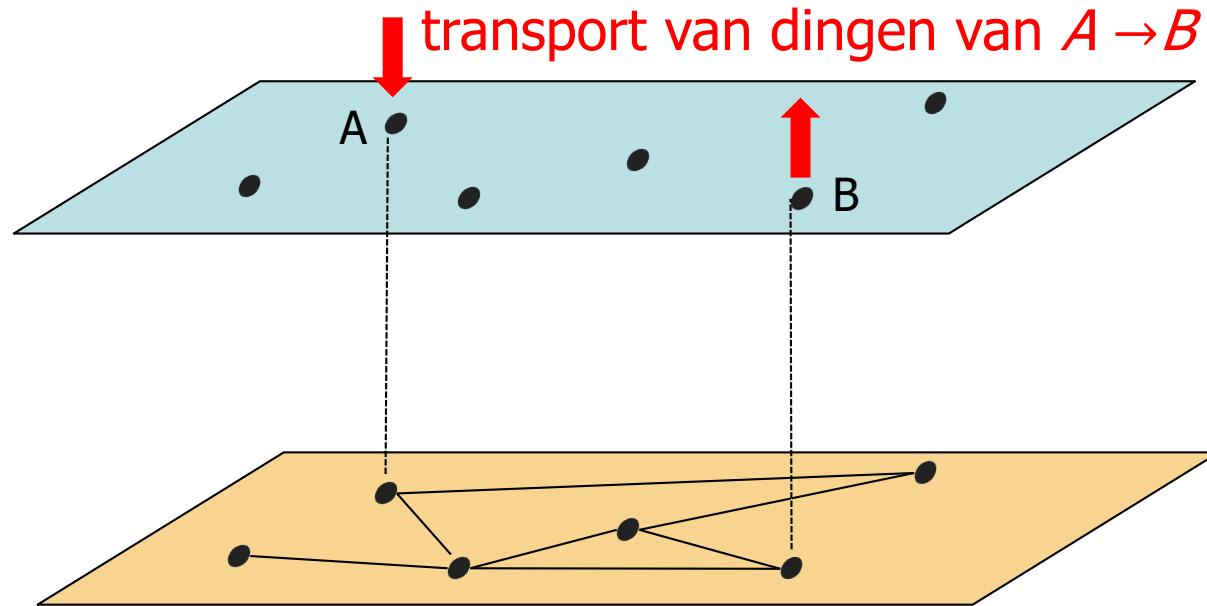
1



Epidemische "compartimenten"



Netwerk: functie(s) + structuur



Functie (proces)

software, dienst

Structuur (graaf)

hardware, topologie

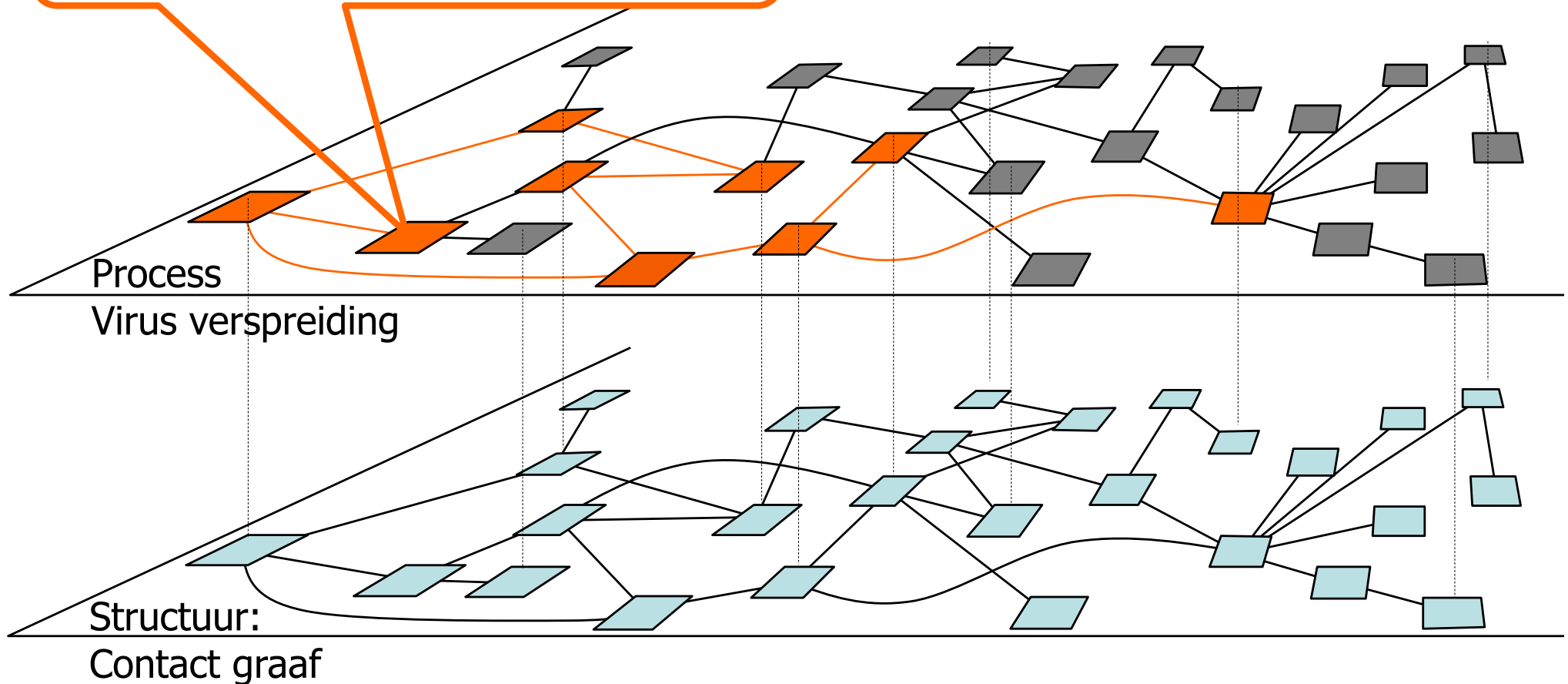
Network Science: theorie van processen op grafen



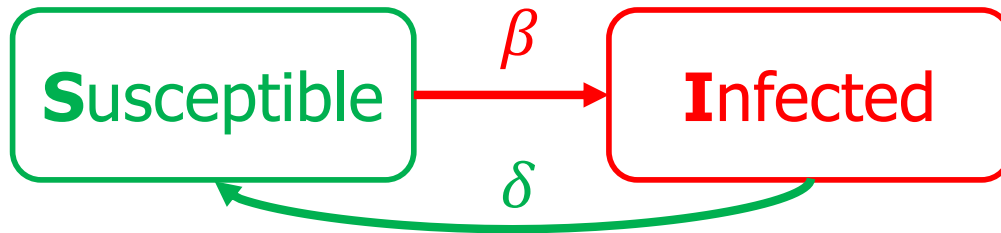
Dualiteit functie en structuur staat centraal

Lokale Regel – Globaal gedrag

While **besmet** until **hersteld**
then **besmet** gezonde buur;



Competitie in SIS



$$\tau = \frac{\beta}{\delta}$$

Besmetting domineert \longrightarrow virus verspreiding
Genezing overheerst \longrightarrow virus sterft uit

Twee regimes/fasen gescheiden door een faseovergang

een faseovergang = epidemische drempel

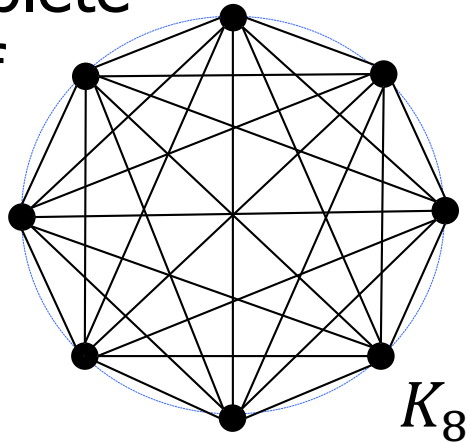
$$\tau_c^{(1)} = \frac{1}{\lambda_1}$$

■ λ_1 : spectrale straal
= grootste eigenwaarde de nabuur-matrix

$$d_{gemiddeld} \leq \lambda_1 \leq d_{max}$$

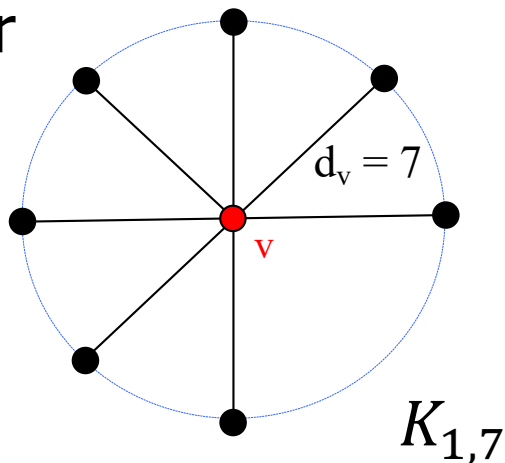
Spectrale straal λ_1

Complete graaf



Spectrale straal: $\lambda_1 = N - 1 = 7$

Ster

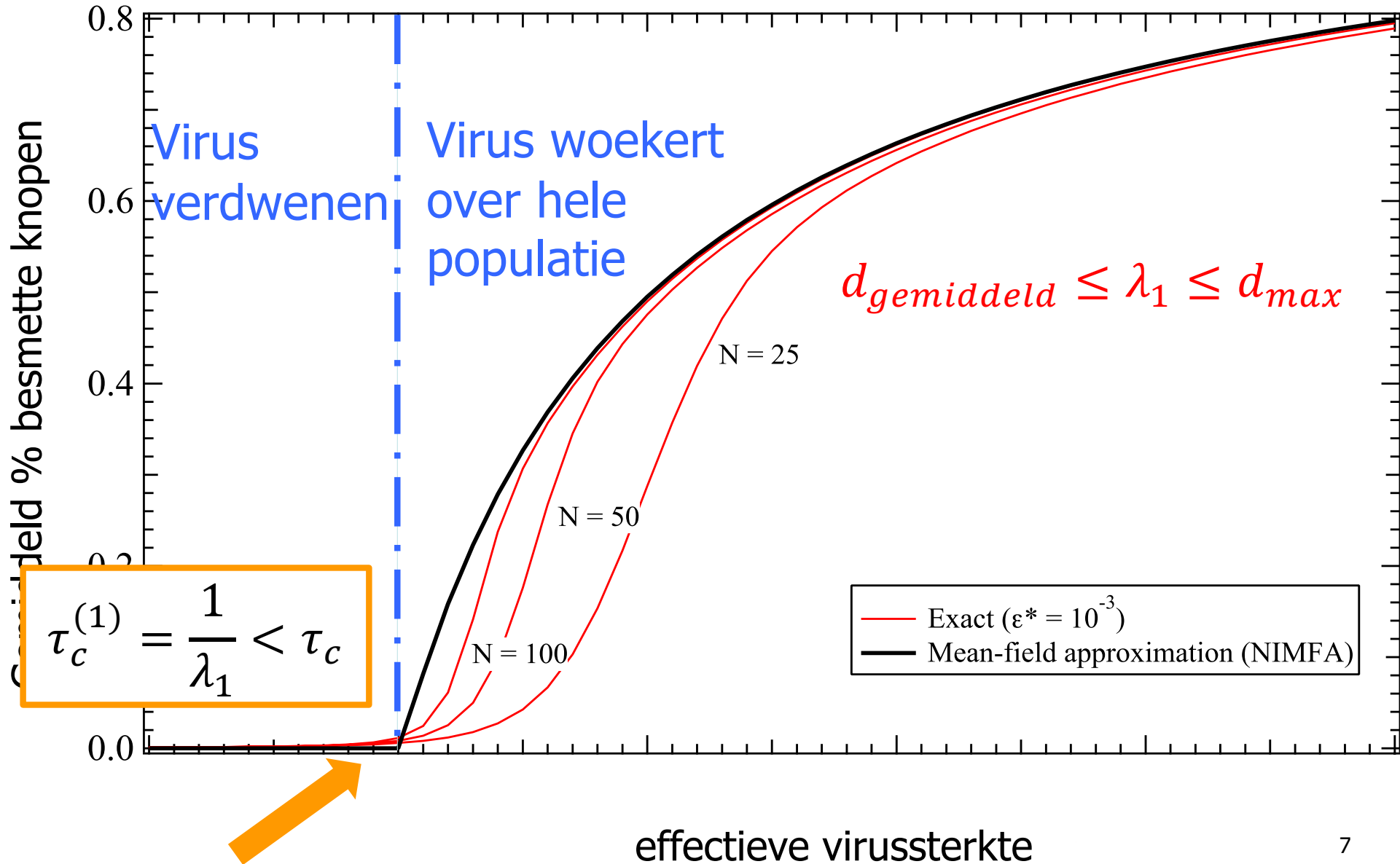


Spectrale straal: $\lambda_1 = \sqrt{N - 1} = \sqrt{7} = 2.645$

$$d_{\text{gemiddeld}} \leq \lambda_1 \leq d_{\text{max}}$$

N : totaal aantal knopen in de graaf

SIS prevalence - virale besmettingssterkte

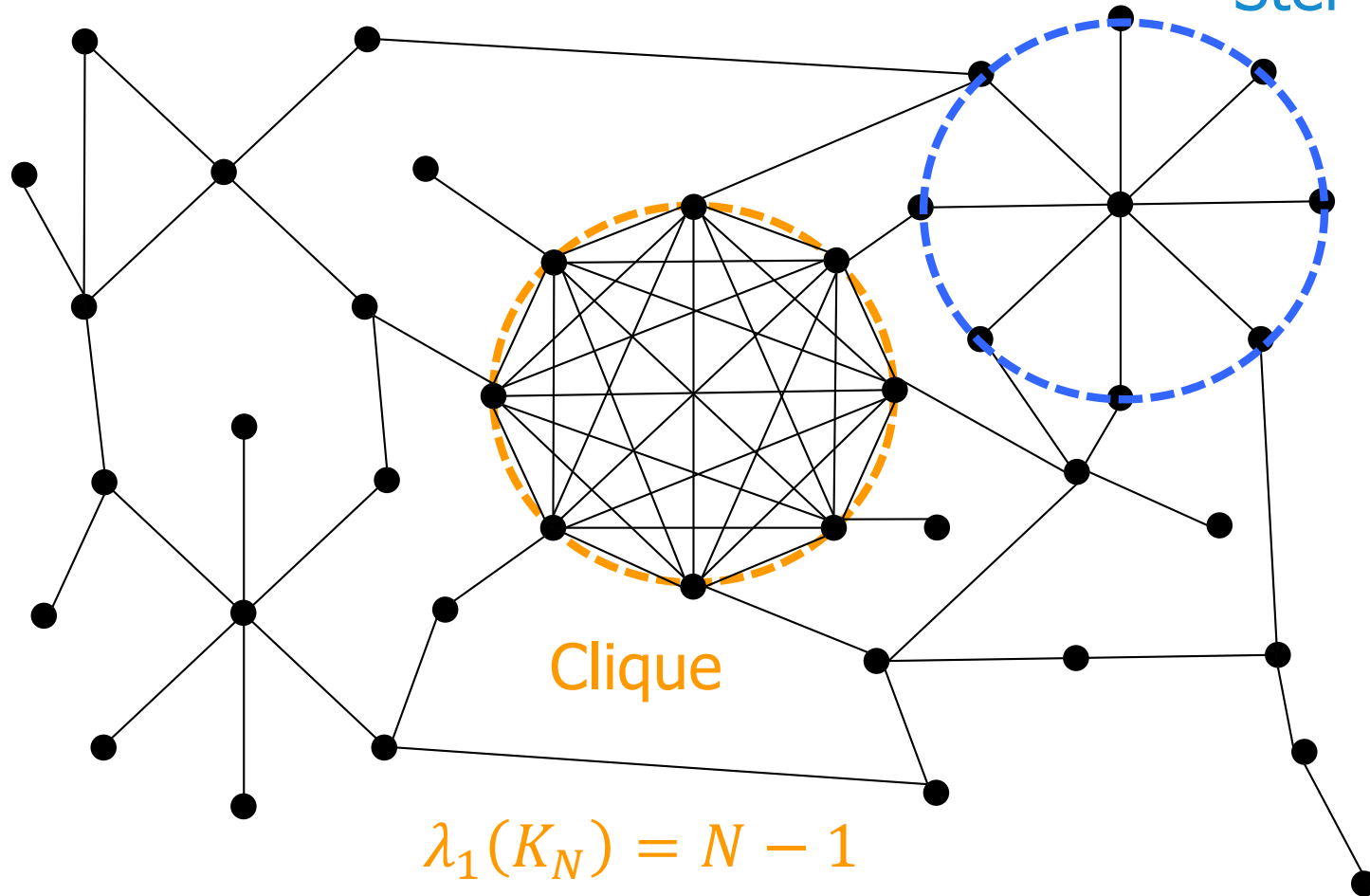


Epidemische drempel hangt sterk af van de graafstructuur

Grote groepsbijeekkomsten uit den boze

$$\lambda_1(K_{1,N}) = \sqrt{N-1}$$

Ster-subgraaf

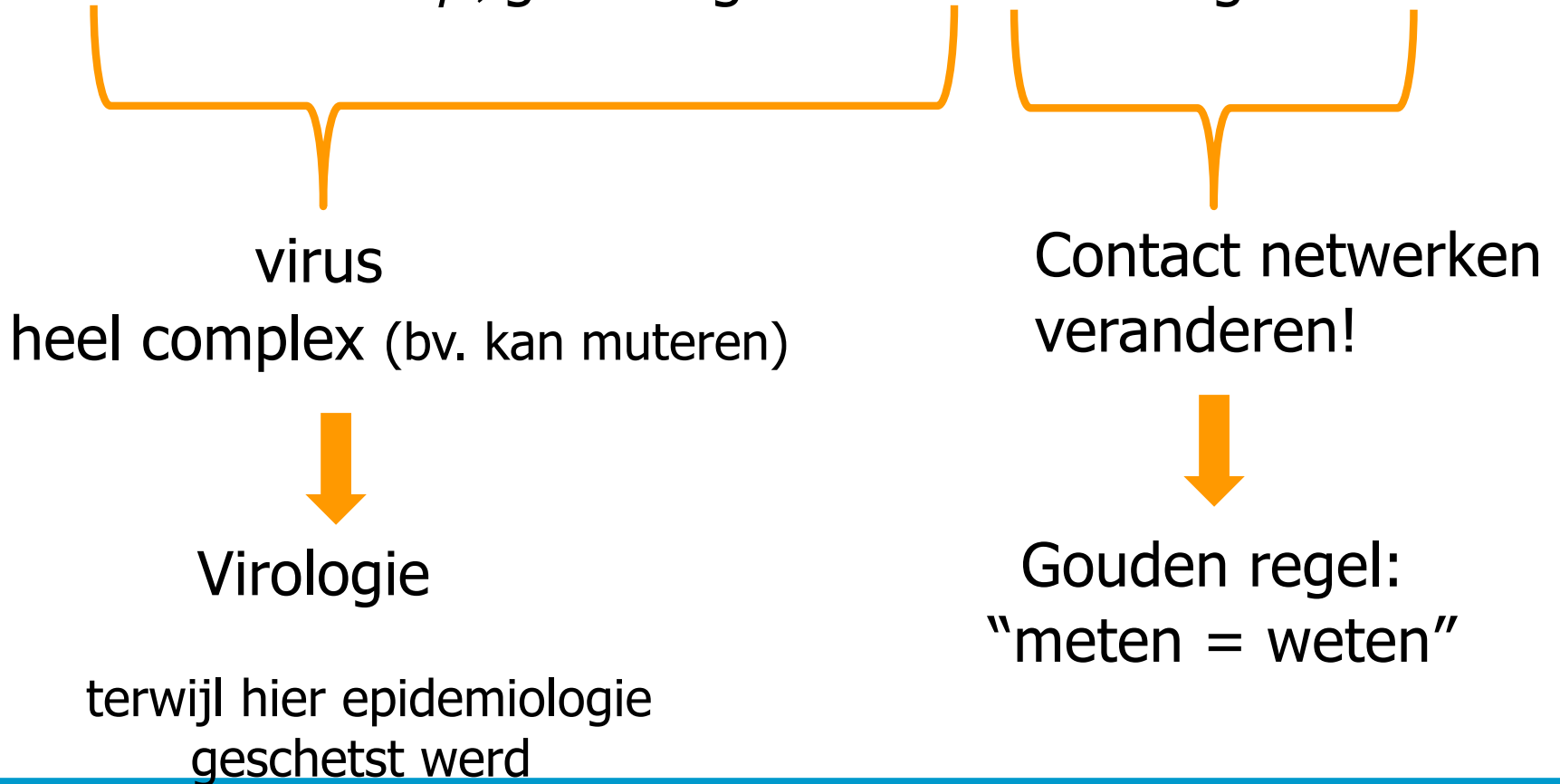


$$\lambda_1(G) \geq \lambda_1(\text{subgraph } G)$$

$$\tau_c^{(1)} = \frac{1}{\lambda_1}$$

Realiteit versus modellen

- Modellen geven fysisch inzicht, maar zijn **benaderd**
- **SIS**: infectiekans β , genezingskans δ en vaste graaf



A photograph of a modern building with a prominent conical roof structure. The building is situated on a grassy hillside. The sky is blue with scattered white clouds. The text 'Dank u wel' is overlaid in the upper center of the image.

Dank u wel

Piet Van Mieghem
P.F.A.VanMieghem@tudelft.nl