



Koronavirusepidemian mallintaminen

Epidemian alkuvaihe

20.4.2020

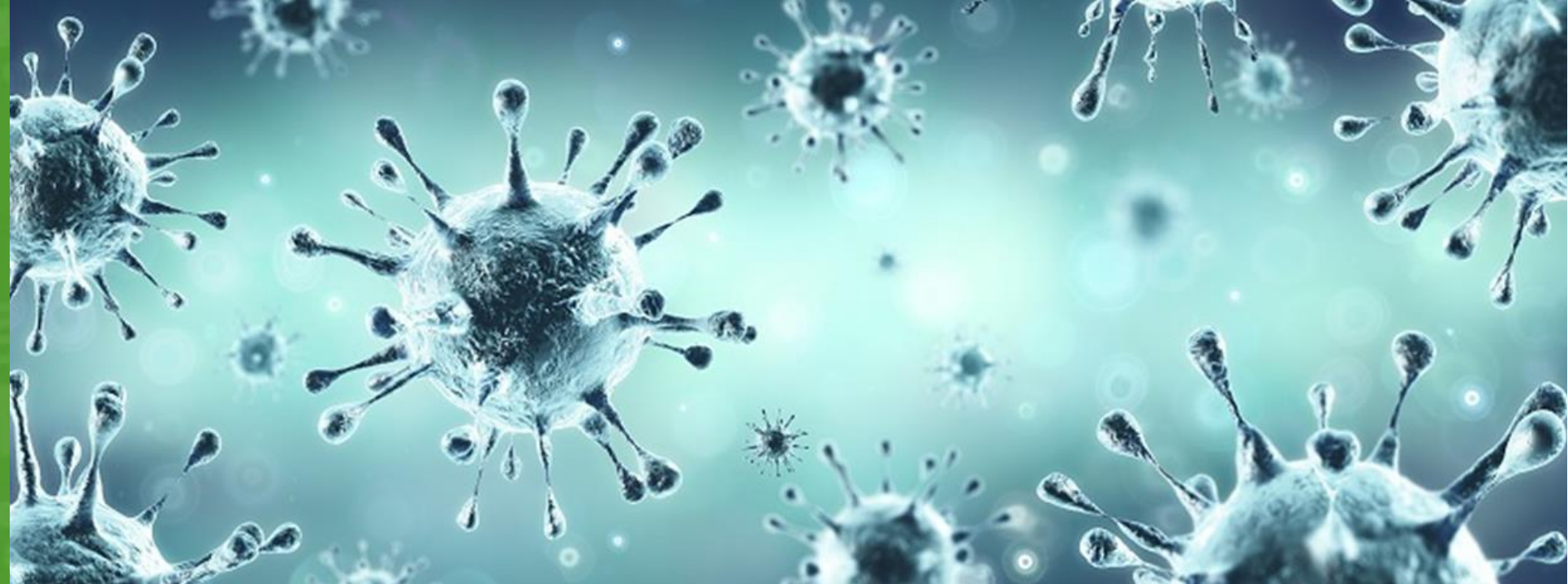
Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

Sisältö

- Koronavirustartuntojen leviäminen: malli ja parametrit
- Koronaviruksen aiheuttama sairastavuus: malli ja parametrit
- Suomen koronavirusepidemian alkuvaiheen ennustaminen

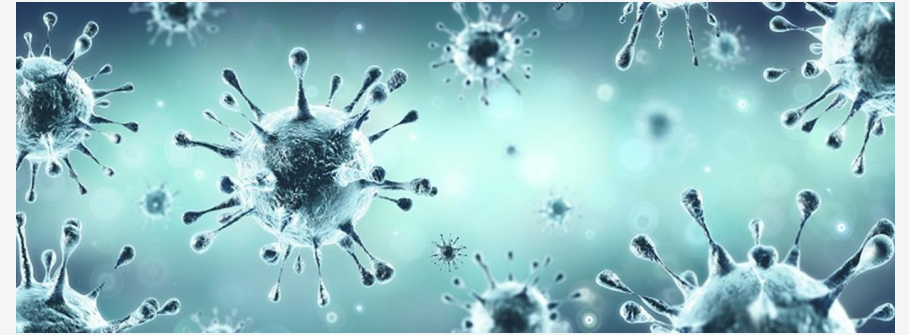
THL:n koronamallinnustyöryhmä:

Auranen K (TY), Karhunen M, Leino T, Nurhonen M, Shubin M, Vänskä SP



Koronaviruksen leviämisen malli

Tartuntojen leviämismallit

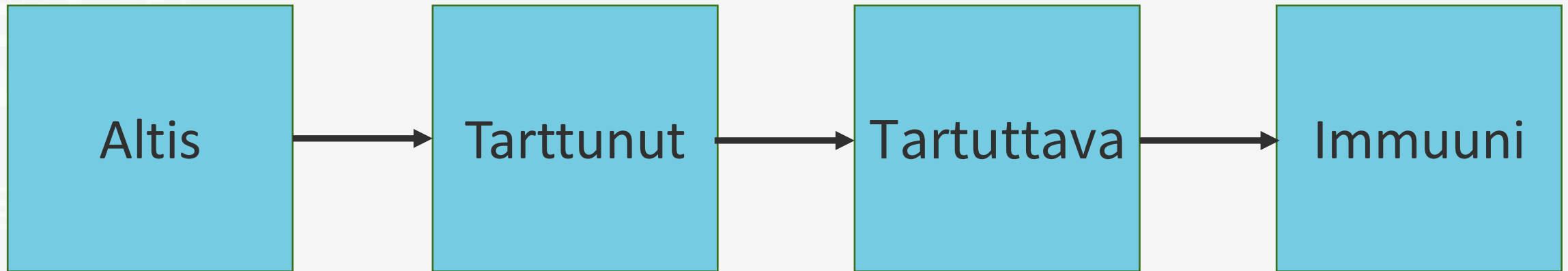


- Tärkeitä seikkoja tietää
 - Tartuntojen leviämisen tapa: koronaviruksella pisaratartunta
 - Tartunnan tuottaman immuniteetin kesto: koronaviruksella immuniteetin oletetaan syntyvän ainakin joksikin aikaa
- On tarkasteltava erikseen tartuntoja ja sairastumisia
- Koronavirustartuntojen ns. SEIR-malli

Susceptible – Exposed – Infectious – Removed

Altis – Tartunnan saanut – Tartuttava - Immuuni

SEIR-malli



Altis

- Yksilön alttius

Ei ole opittua immuniteettia eli esim. suojaavia vasta-aineita juuri tätä mikrobia vastaan → Käytössä on vain perussuojautumiskeinoja mm. limakalvoilla

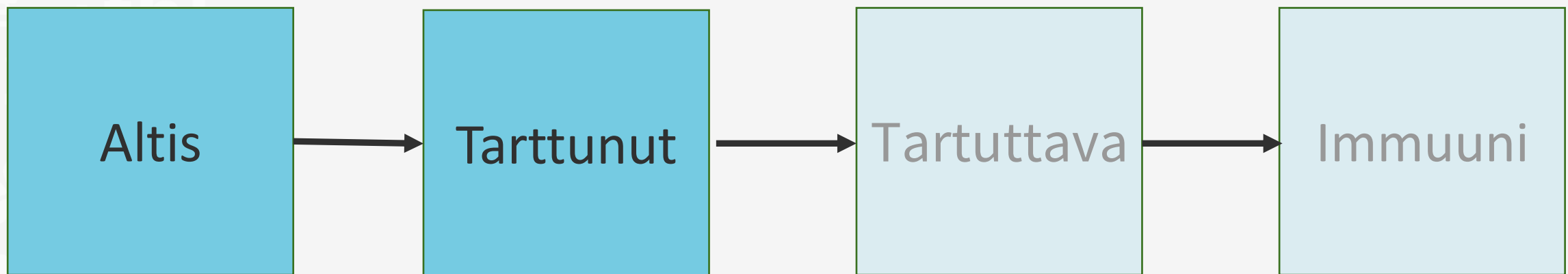
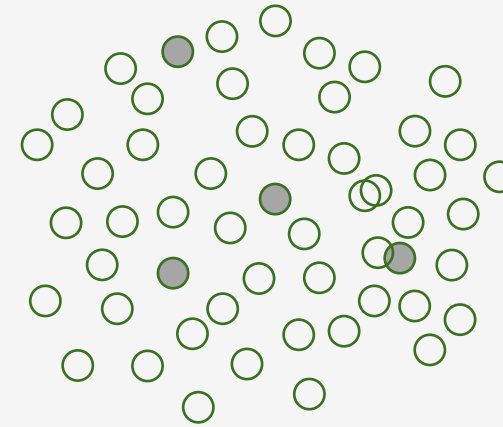
- Väestön alttius

Uuden viruksen tullessa kaikki ovat alttiita, toisin kuin esim. tuhkarokon tai influenssan kohdalla

- Kun väestö koostuu vain alttiista henkilöistä, etenkin epidemian alkuvaiheessa, virus pystyy leviämään esteettä

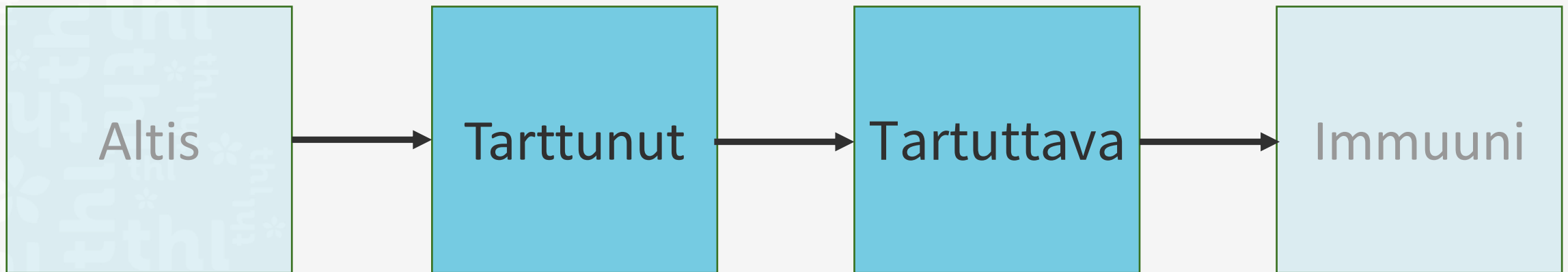
Altis Tartunnan saanut

- Uusien tartuntojen vauhti riippuu tartuttavien ja alttiiden määrästä



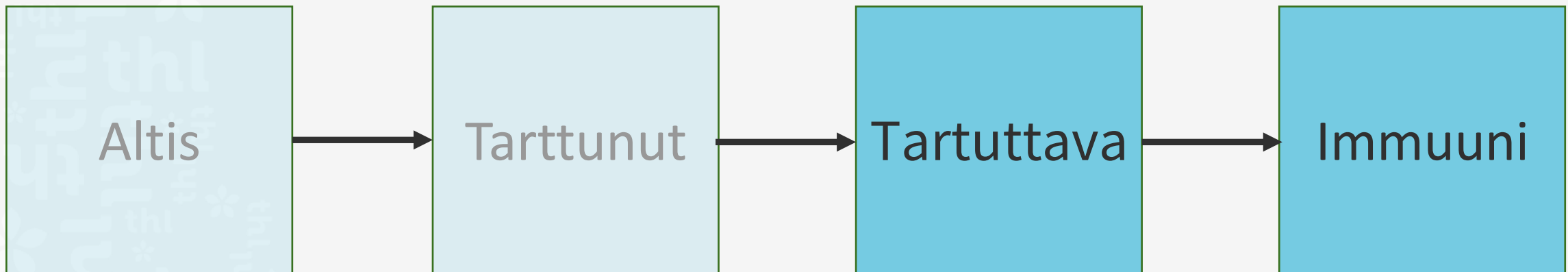
Tartunnan saanut Tartuttava

- Aikaa tartunnan saamisesta tartuttavuuden alkuun kutsutaan latentiksi vaiheeksi
- Koronaviruksen tartuttavuus alkaa ennen oireita eli latentti vaihe on lyhyempi kuin ns. itämisaika



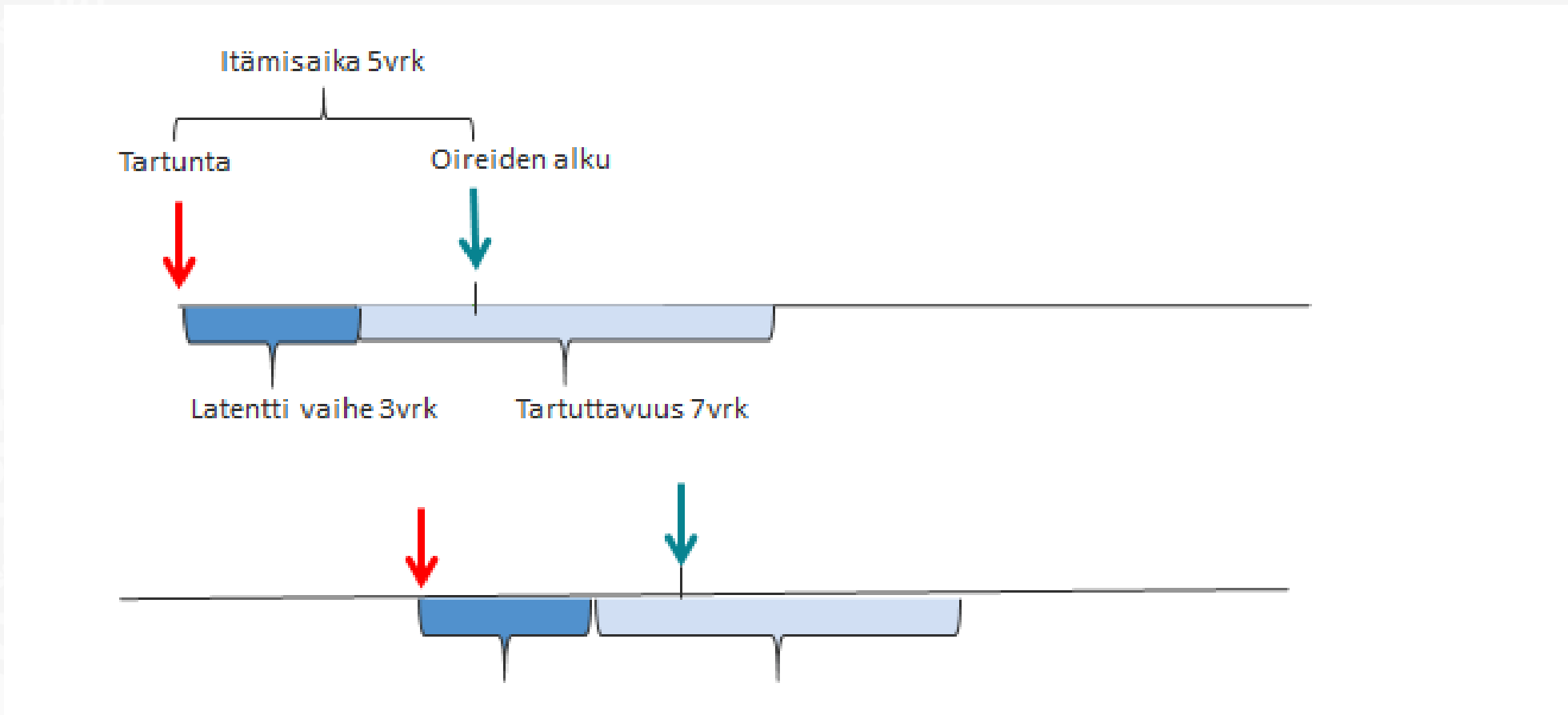
Tartuttava → Immuuni

- Kun tartuttavuus loppuu, yksilön oletetaan olevan immuuni



Latentin vaiheen ja tartuttavuuden kesto

- Latentin vaiheen kesto on saatu vähentämällä itämisajasta se aika, jonka henkilö on tartuttava jo ennen oireitaan



Itämisaika 5vrk

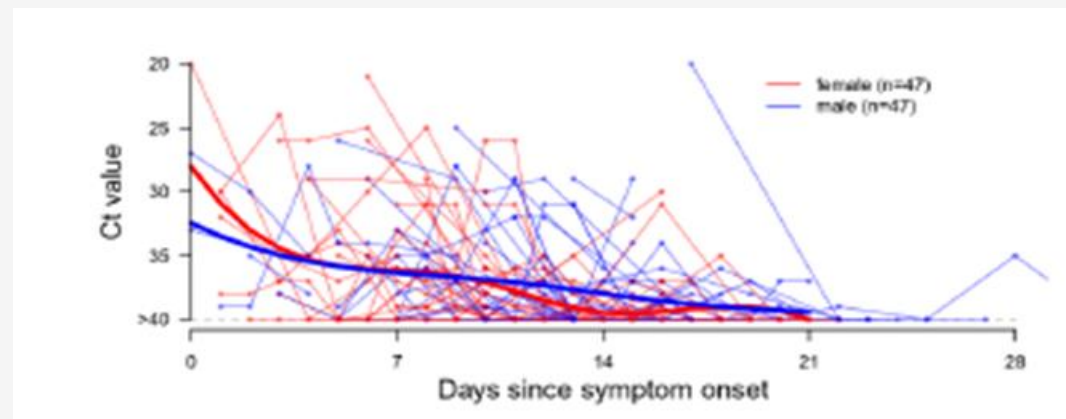
Aika tartunnasta oireiden alkuun

Itämisaika	Lähde
4.5	Backer ym. Incubation period of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) infections among travellers from Wuhan, China, 20–28 January 2020 Euro Surveill. 2020;25(5)
5.1	Lauer ym. The incubation period of 2019-nCoV from publicly reported confirmed cases: estimation and application. Annals of Int Med 10.3.2020
4.8	Liu ym. Transmission dynamics of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV). bioRxiv 25.1.2020
4.8	Yang ym. Epidemiological and clinical features of the 2019 novel coronavirus outbreak in China. medRxiv 10.2.2020
5.6	Linton ym. Incubation Period and Other Epidemiological Characteristics of 2019 Novel Coronavirus Infections with Right Truncation: A Statistical Analysis of Publicly Available Case Data. J of Clin Med 17.2.2020
5.2	Li ym. Early Transmission Dynamics in Wuhan, China of Novel Coronavirus-Infected Pneumonia. N Engl J Med 31.1.2020.

Tartuttavuuden kesto 7vrk

Aika, jolloin pystyy tartuttamaan:
2vrk ennen ja 5 vrk jälkeen oireiden alun

suure	perusteet
Tartuttavuuden alku ennen oireita	He _Temporal dynamics in viral shedding and transmissibility of COVID-19. Nature medicine. 15.4.2020 https://www.nature.com/articles/s41591-020-0869-5.pdf
Tartuttavuuden loppu oireisella	Oireinen potilas on 5vrk kuluttua oireiden alusta sairaalassa tai oireidensa vuoksi omaehtoisessa eristyksessä
Oireettoman potilaan tartuttavuus	Wölfel ym. Virological assessment of hospitalized cases of coronavirus disease 2019. Nature 2020 https://doi.org/10.1038/s41586-020-2196-x (2020), Oireettoman tartamiskapasiteetti oireellista vähäisempi.



He _Temporal dynamics in viral shedding and transmissibility of COVID-19. Nature medicine. 15.4.2020
<https://www.nature.com/articles/s41591-020-0869-5.pdf>

Tartuntamallit

- Uusien tartuntojen vauhti (lkm/aikayksikkö) riippuu tartuttavien ja alttiiden yksilöiden määrästä (S ja I)
- Tämän mukaisesti alttiiden määrä vähenee vauhdilla:

$$\frac{dS(t)}{dt} = -\beta \frac{S(t)}{N} I(t)$$

- Yllä β on yhden infektoituneen yksilön tuottamien uusien tartuntojen lukumäärä per aikayksikkö täysin alttiissa väestössä

Perustartuttavuusluku R_0

- Viruksen leviämispotentiaalia kuvaa perustartuttavuusluku

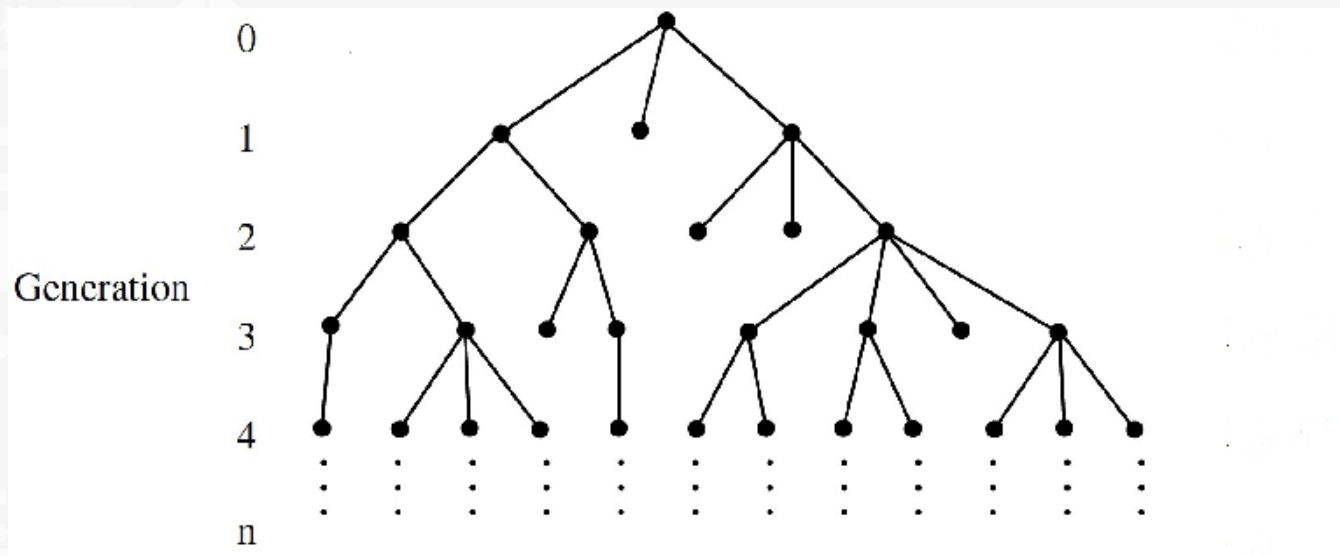
$$R_0 = \overbrace{p \cdot c}^{=\beta} \cdot D$$

- Yllä
 - p = yhteen kontaktiin liittyvä tartunnan todennäköisyys
 - c = yksilön tekemien kontaktien määrä per aikayksikkö
 - D = tartuttavuuden kesto
 - β = tartuntavauhti (*transmission rate*)

Perustartuttavuusluku R_0

$$R_0 = \overbrace{p \cdot c}^{=\beta} D$$

- R_0 on yhden tartunnan saaneen koko tartuttavuusaikanaan tartuttamien yksilöiden lukumäärä, jos kaikki muut väestössä olisivat alttiita.



Cao ym., 2015

Miten tartuntavauhti lasketaan?

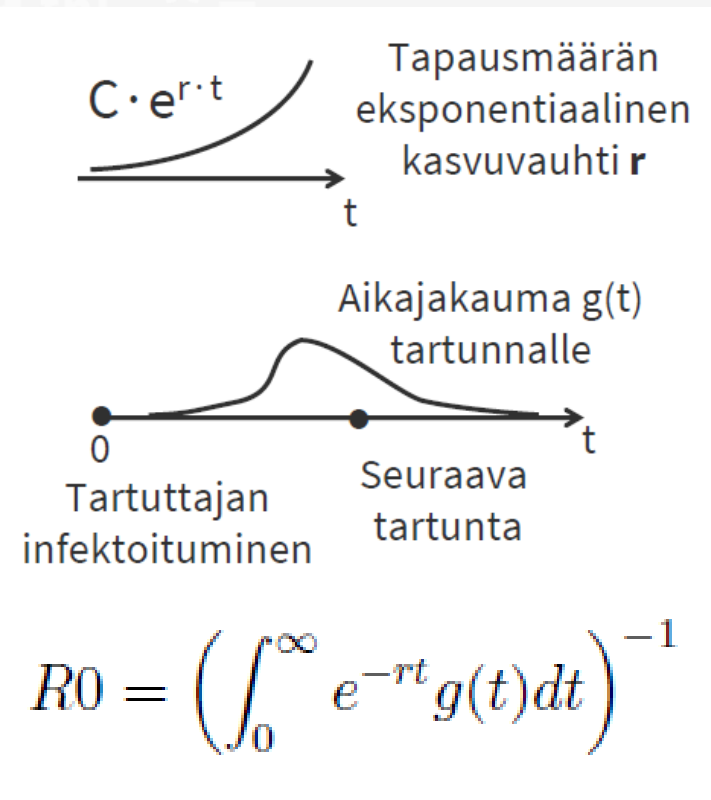
- Epidemian alkuvaiheessa arvioidaan ensin R_0
- Tämän perusteella voidaan laskea tartuntavauhti

$$\beta = \frac{R_0}{D}$$

- Seuraavaksi esitellään, miten R_0 :n arvoja on arvioitu koronavirukselle
- Sen jälkeen tarkastellaan, miten malliin voidaan lisätä kontaktien ikärakenne

R0:n arvioita (luonnollinen tilanne, ilman rajoitustoimia)

Eri tapoja arvioida R0

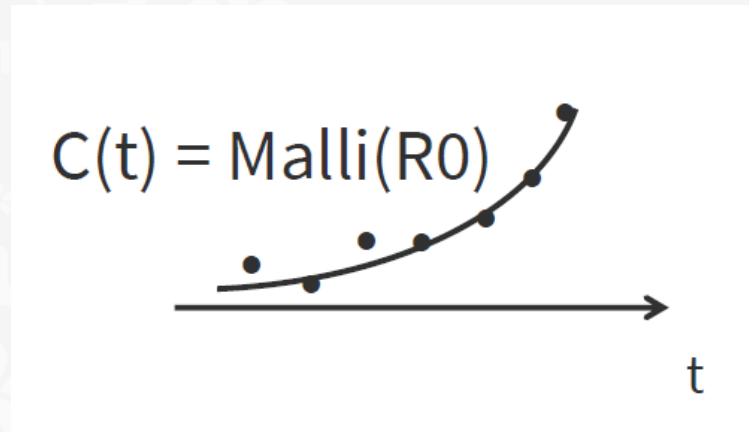


R0	Lähde	Miten
2.2	Li, Qun, et al. "Early transmission dynamics in Wuhan , China, of novel coronavirus-infected pneumonia." <i>New England Journal of Medicine</i> (2020).	Wuhan COVID-19 tapausten exp.kasvu $r=0.10$ per pv, tartuntojen väli 7.5 pv
2.4	Kucharski, et al. "Early dynamics of transmission and control of COVID-19: a mathematical modelling study." <i>The Lancet Infectious Diseases</i> (2020).	Wuhanin COVID-19 tapaukset useasta lähteestä, stokastinen transmissiomalli
5.2	Mizumoto, et al. "Early epidemiological assessment of the transmission potential and virulence of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Wuhan City: China, January-February, 2020." <i>medRxiv</i> (2020).	Wuhanin COVID-19 tapausten aikasarja, uusiutumisyhtälö
3.1	Cereda, D., et al. "The early phase of the COVID-19 outbreak in Lombardy, Italy ." (2020)	Italia/Lombardia, COVID-19 tapaukset, uusiutumisyhtälö
3.9	Flaxman, et al. "Estimating the number of infections and the impact of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 in 11 European countries ." <i>Imperial College COVID-19 Response Team</i> 30 (2020).	Kuolemantapauksista , infektiosta-kuolemaan -mallin avulla

R0:n arvioita (luonnollinen tilanne, ilman rajoitustoimia)

Eri tapoja arvioida R0

Haetaan R0 niin, että mallin tuottamat tapaukset $C(t)$ sopivat havaittuihin tapauksiin



R0	Lähde	Miten
2.2	Li, Qun, et al. "Early transmission dynamics in Wuhan , China, of novel coronavirus-infected pneumonia." <i>New England Journal of Medicine</i> (2020).	Wuhan COVID-19 tapausten exp.kasvu $r=0.10$ per pv, tartuntojen väli 7.5 pv
2.4	Kucharski, et al. "Early dynamics of transmission and control of COVID-19: a mathematical modelling study." <i>The Lancet Infectious Diseases</i> (2020).	Wuhanin COVID-19 tapaukset useasta lähteestä, stokastinen transmissiomalli
5.2	Mizumoto, et al. "Early epidemiological assessment of the transmission potential and virulence of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Wuhan City: China, January-February, 2020." <i>medRxiv</i> (2020).	Wuhanin COVID-19 tapausten aikasarja, uusiutumisyhtälö
3.1	Cereda, D., et al. "The early phase of the COVID-19 outbreak in Lombardy, Italy ." (2020)	Italia/Lombardia, COVID-19 tapaukset, uusiutumisyhtälö
3.9	Flaxman, et al. "Estimating the number of infections and the impact of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 in 11 European countries ." <i>Imperial College COVID-19 Response Team 30</i> (2020).	Kuolemantapauksista , infektiosta-kuolemaan – mallin avulla

R0:n arvioita (luonnollinen tilanne, ilman rajoitustoimia)

Eri tapoja arvioida R0

Uusiutumisyhtälöstä:

Tapaus C(s) tuottaa myöhempiä tapauksia C(t)

$$C(t) = \int R_0 \cdot C(s)g(t-s)ds$$

Tässä g(t) on tartuntaväli eli yhden aika tartunnasta seuraavaan (*generation interval*)

R0	Lähde	Miten
2.2	Li, Qun, et al. "Early transmission dynamics in Wuhan , China, of novel coronavirus-infected pneumonia." <i>New England Journal of Medicine</i> (2020).	Wuhan COVID-19 tapausten exp.kasvu r=0.10 per pv, tartuntojen väli 7.5 pv
2.4	Kucharski, et al. "Early dynamics of transmission and control of COVID-19: a mathematical modelling study." <i>The Lancet Infectious Diseases</i> (2020).	Wuhanin COVID-19 tapaukset useasta lähteestä, stokastinen transmissiomalli
5.2	Mizumoto, et al. "Early epidemiological assessment of the transmission potential and virulence of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Wuhan City: China, January-February, 2020." <i>medRxiv</i> (2020).	Wuhanin COVID-19 tapausten aikasarja, uusiutumisyhtälö
3.1	Cereda, D., et al. "The early phase of the COVID-19 outbreak in Lombardy, Italy ." (2020)	Italia/Lombardia, COVID-19 tapaukset, uusiutumisyhtälö
3.9	Flaxman, et al. "Estimating the number of infections and the impact of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 in 11 European countries ." <i>Imperial College COVID-19 Response Team</i> 30 (2020).	Kuolemantapauksista , infektiosta-kuolemaan – mallin avulla

R0:n arvioita (luonnollinen tilanne, ilman rajoitustoimia)

Eri tapoja arvioida R0

Havaitut COVID-19 tapaukset riippuvat paljolti siitä, miten paljon väestöä testataan

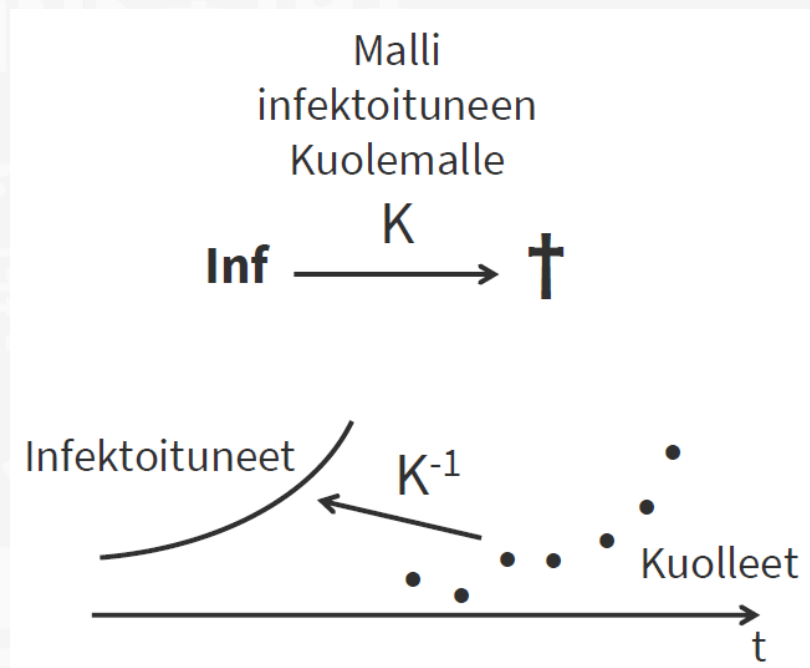
→ Tämä vaikeuttaa R0:n arviointia

R0	Lähde	Miten
2.2	Li, Qun, et al. "Early transmission dynamics in Wuhan , China, of novel coronavirus-infected pneumonia." <i>New England Journal of Medicine</i> (2020).	Wuhan COVID-19 tapauksen exp.kasvu $r=0.10$ per pv, tartuntojen väli 7.5 pv
2.4	Kucharski, et al. "Early dynamics of transmission and control of COVID-19: a mathematical modelling study." <i>The Lancet Infectious Diseases</i> (2020).	Wuhanin COVID-19 tapaukset useasta lähteestä, stokastinen transmissiomalli
5.2	Mizumoto, et al. "Early epidemiological assessment of the transmission potential and virulence of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Wuhan City: China, January-February, 2020." <i>medRxiv</i> (2020).	Wuhanin COVID-19 tapauksen aikasarja, uusiutumisyhtälö
3.1	Cereda, D., et al. "The early phase of the COVID-19 outbreak in Lombardy, Italy ." (2020)	Italia/Lombardia, COVID-19 tapaukset, uusiutumisyhtälö
3.9	Flaxman, et al. "Estimating the number of infections and the impact of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 in 11 European countries ." <i>Imperial College COVID-19 Response Team</i> 30 (2020).	Kuolemantapauksista , infektiosta-kuolemaan – mallin avulla

R0:n arvioita (luonnollinen tilanne, ilman rajoitustoimia)

Eri tapoja arvioida R0

R0 arviointi kuolevuuden mallin avulla



R0	Lähde	Miten
2.2	Li, Qun, et al. "Early transmission dynamics in Wuhan , China, of novel coronavirus-infected pneumonia." <i>New England Journal of Medicine</i> (2020).	Wuhan COVID-19 tapausten exp.kasvu $r=0.10$ per pv, tartuntojen väli 7.5 pv
2.4	Kucharski, et al. "Early dynamics of transmission and control of COVID-19: a mathematical modelling study." <i>The Lancet Infectious Diseases</i> (2020).	Wuhanin COVID-19 tapaukset useasta lähteestä, stokastinen transmissiomalli
5.2	Mizumoto, et al. "Early epidemiological assessment of the transmission potential and virulence of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Wuhan City: China, January-February, 2020." <i>medRxiv</i> (2020).	Wuhanin COVID-19 tapausten aikasarja, uusiutumisyhtälö
3.1	Cereda, D., et al. "The early phase of the COVID-19 outbreak in Lombardy, Italy ." (2020)	Italia/Lombardia, COVID-19 tapaukset, uusiutumisyhtälö
3.9	Flaxman, et al. "Estimating the number of infections and the impact of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 in 11 European countries ." <i>Imperial College COVID-19 Response Team 30</i> (2020).	Kuolemantapauksista , infektiosta-kuolemaan – mallin avulla

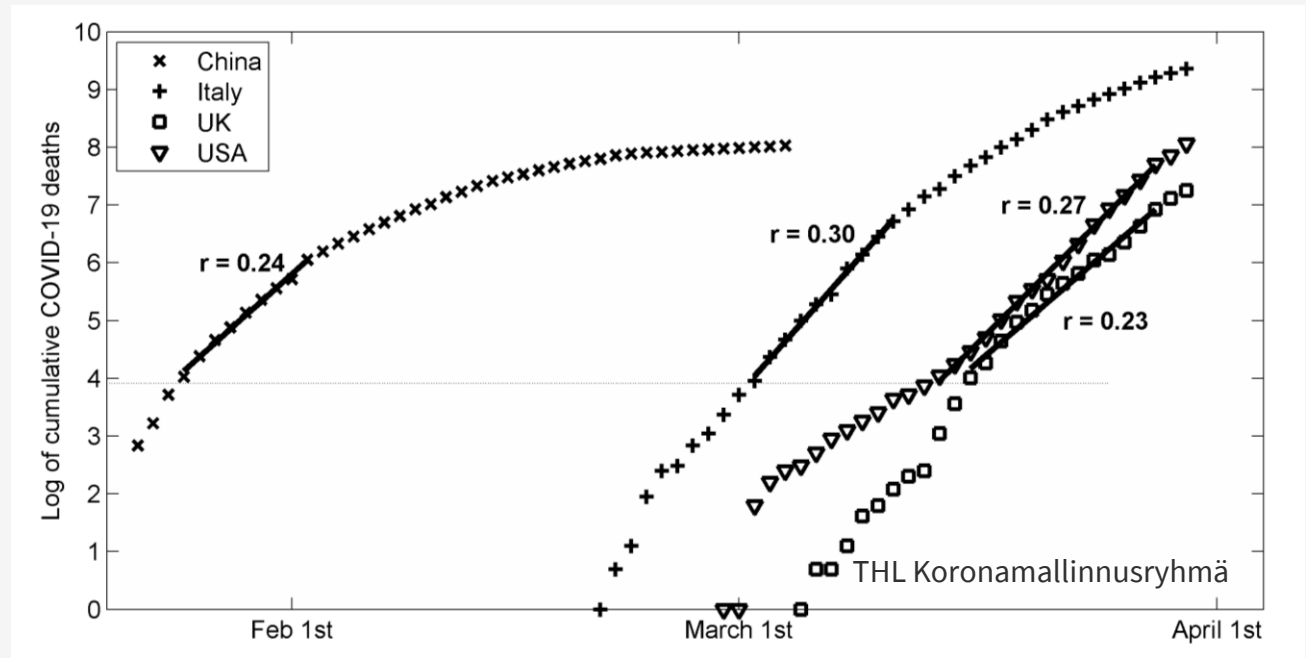
Tapausten kasvuvauhti

Infektoituneiden ja kuolleiden eksponentiaalisen kasvun vauhti ovat samat:

Jos $i(t) = C \exp(rt)$, niin $d'(t) = (i \cdot K)'(t) = (i' \cdot K)(t) = r d(t)$.

Kiinassa, Italiassa, USA:ssa ja Britanniassa

- Helposti havaittava eksponentiaalisen kasvun vaihe kuolemantapauksissa
- Viittaa samankaltaisiin epidemioihin, jotka alkaneet ilman merkittäviä rajaamistoimia
 - Kiinan osalta esitetty myös merkittävän alhaisia tartuntojen määriä; kuvanmukaiset havainnot eivät tue sellaista tulkintaa



Valtio	r, eksp. kasvu	R0, SEIR-malli, 3pv latentti, 5pv tartuttava
Kiina (Wuhan)	0.24	3.8
Italia	0.30	4.8
Iso-Britannia	0.23	3.6
USA	0.27	4.3

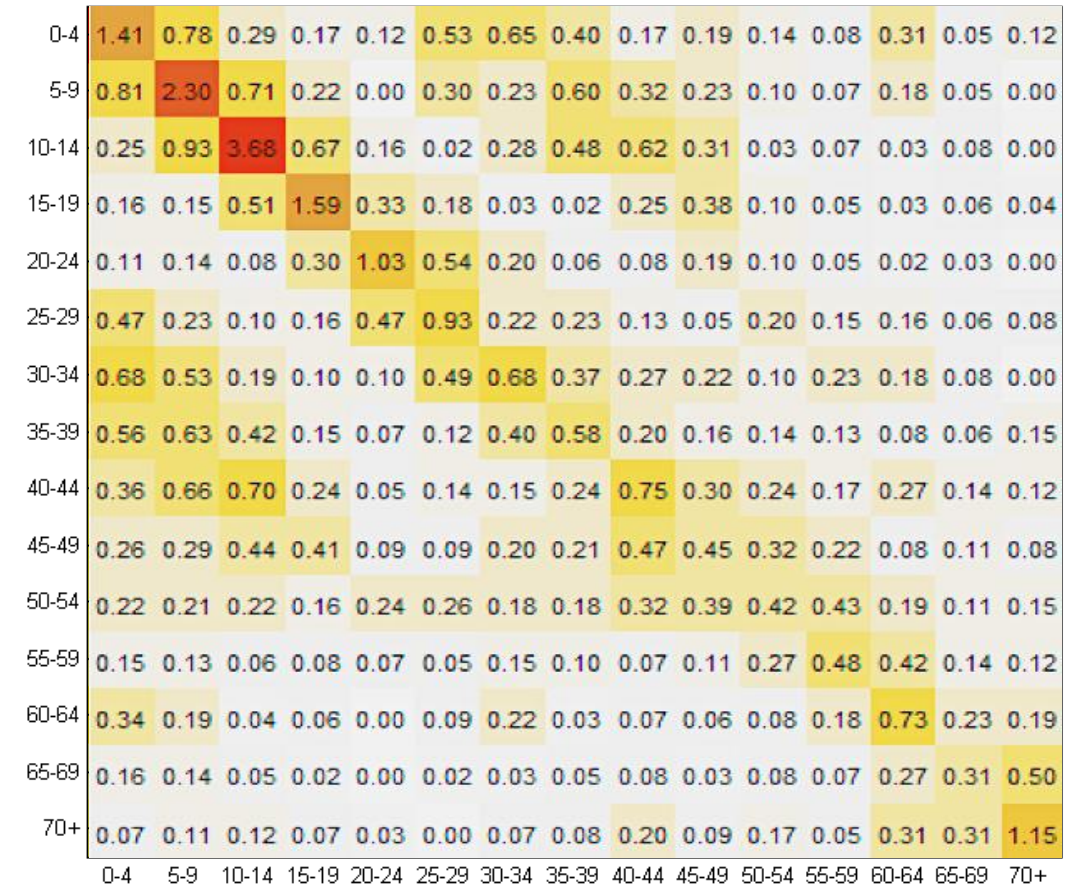
Eksponentiaalinen kasvuvauhti on havaittava suure.
R0 havaitaan epäsuorasti ja arvio riippuu käytetystä mallista.

länmukainen kontaktirakenne

- Tartunnat yksilöiden välisissä kontakteissa

C kontaktit $C(i,j) =$
j-ikäisten kontaktit
i-ikäisiin per päivä

Mossong, J., Hens, N., Jit, M., Beutels, P., Auranen, K., Mikolajczyk, R., ... & Heijne, J. (2008). Social contacts and mixing patterns relevant to the spread of infectious diseases. *PLoS medicine*, 5(3).



Kuva: Suomen POLYMOD –kontaktimatriisi, selvitetty tutkimuksella, jossa osallistujat pitivät kirjaa kontakteistaan

Kontaktit ja R_0

Miten kontaktit skaalataan vastaamaan annettua R_0 :n arvoa?

- Kontaktirakenteen mukaisessa mallissa $R_0 = \rho(M)$ (= M :n suurin ominaisarvo) kun M on ns. *jälkeläismatriisi*

Skaalataan kontaktit tekijällä α :

$$M_C = \alpha C.$$

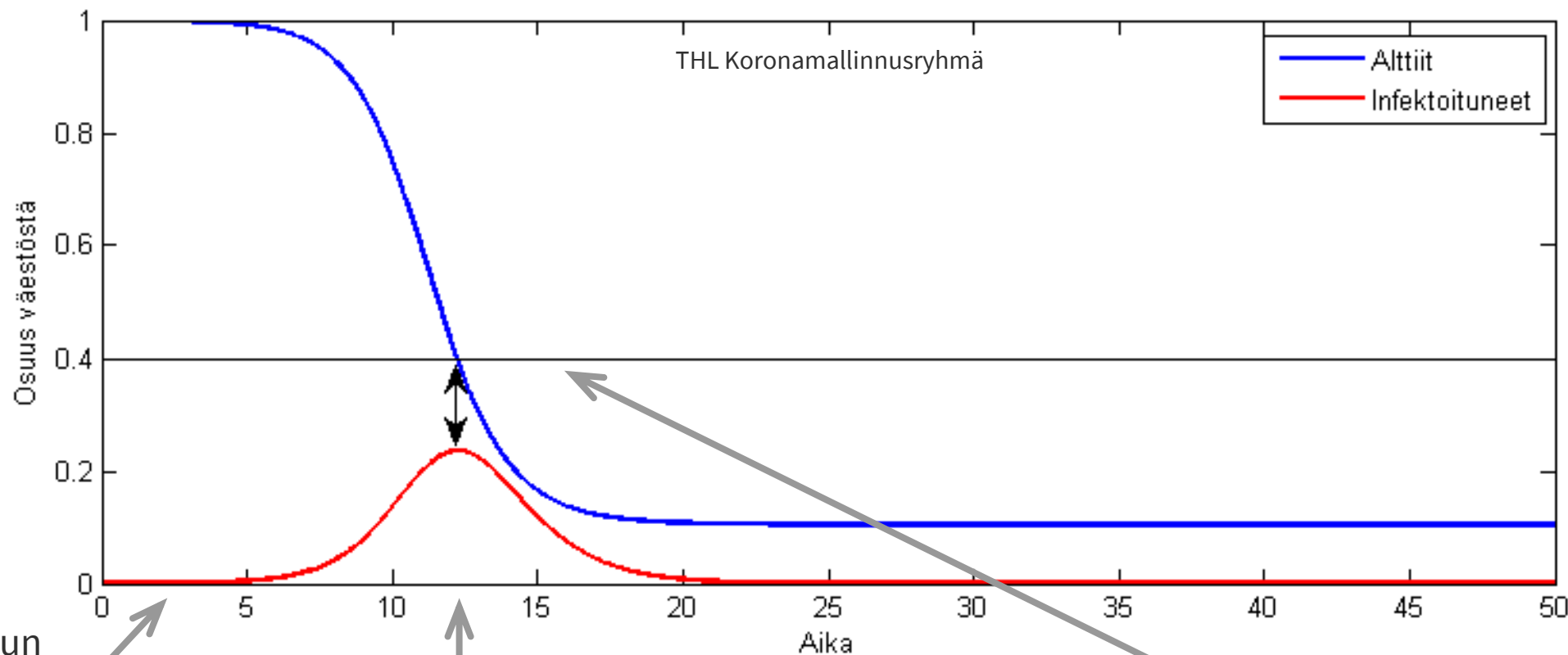
Tällöin

$$R_0 = \rho(M) = \rho(\alpha C) = \alpha \rho(C),$$

eli skaalaava tekijä $\alpha = R_0/\rho(C)$. Näin kontaktimatriisi on

$$M_C = \frac{R_0}{\rho(C)} C.$$

Alttiiden kriittinen raja, epidemia ja R0



Epidemia käynnistyy, kun infektoituneita ilmaantuu populaatioon, jossa riittävästi alttiita

Epidemia kääntyy ja laantuu, kun alttiiden osuus alittaa kriittisen tason

Kriittinen taso alttiiden osuudelle S:

$$S \cdot R_0 < 1 \text{ eli}$$

$$S < 1/R_0$$

Rajaamistoimien vaikutuksen mallintaminen

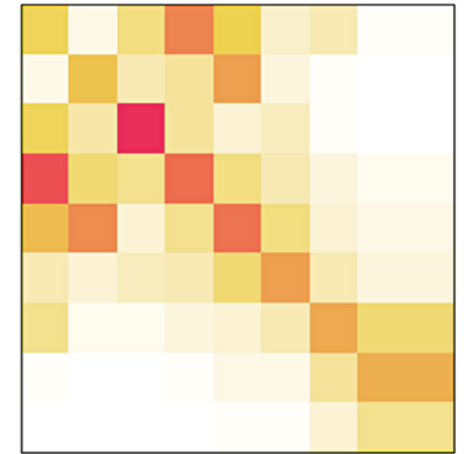
Rajaamistoimen tavoite on vähentää kontakteja ja siten tartuttavuuslukua

Esimerkiksi

- Tietyn ikäisten tekemiä ja heihin kohdistuvia kontakteja vähennetään x%
- $C(i,j)$ pienennetään vastaavasti

Jos D ovat rajaamistoimen alaiset kontaktit, niin

$$R0_D = (\rho(D)/\rho(C)) R0.$$



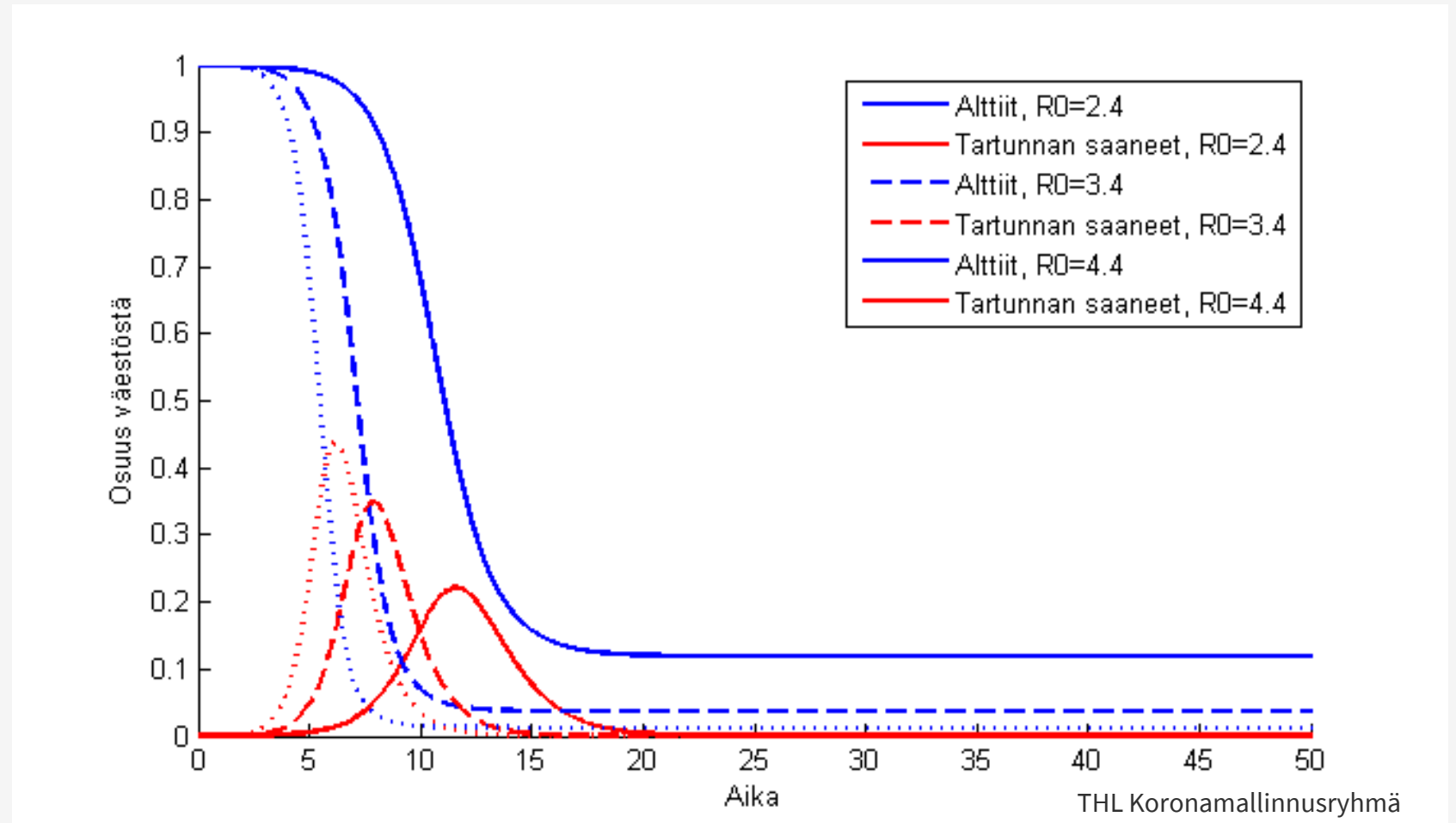
THL Koronamallinnusryhmä

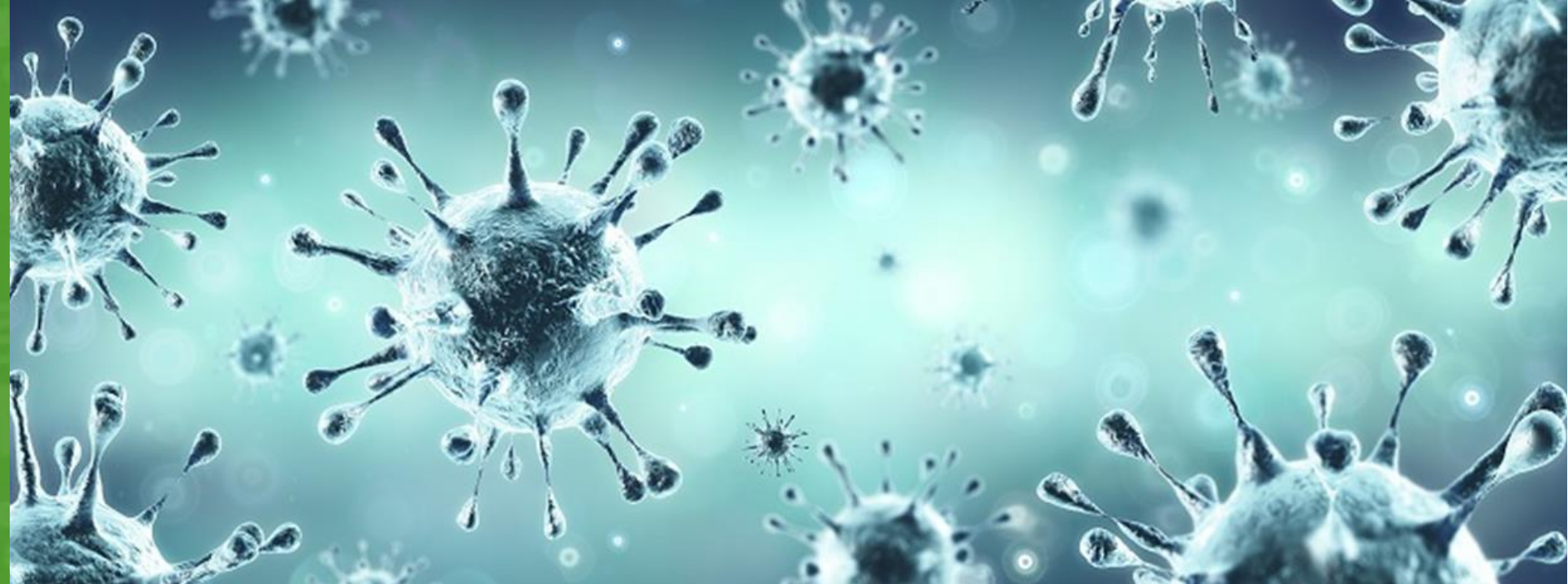
Kuvassa vasen on alkuperäinen, oikea rajaamisten alainen kontaktimatriisi.

Vasemman 2x2 yläkulman kontakteja on rajoitettu 80%.

Suomen koronavirusepidemia ilman rajaamistoimia

Eri R0 arvoilla laskettuja epidemian kulkuja, jos mitään rajaamistoimia ei tehdä





Sairastavuuden malli

Sairastavuuden malli epidemian alkuvaiheessa

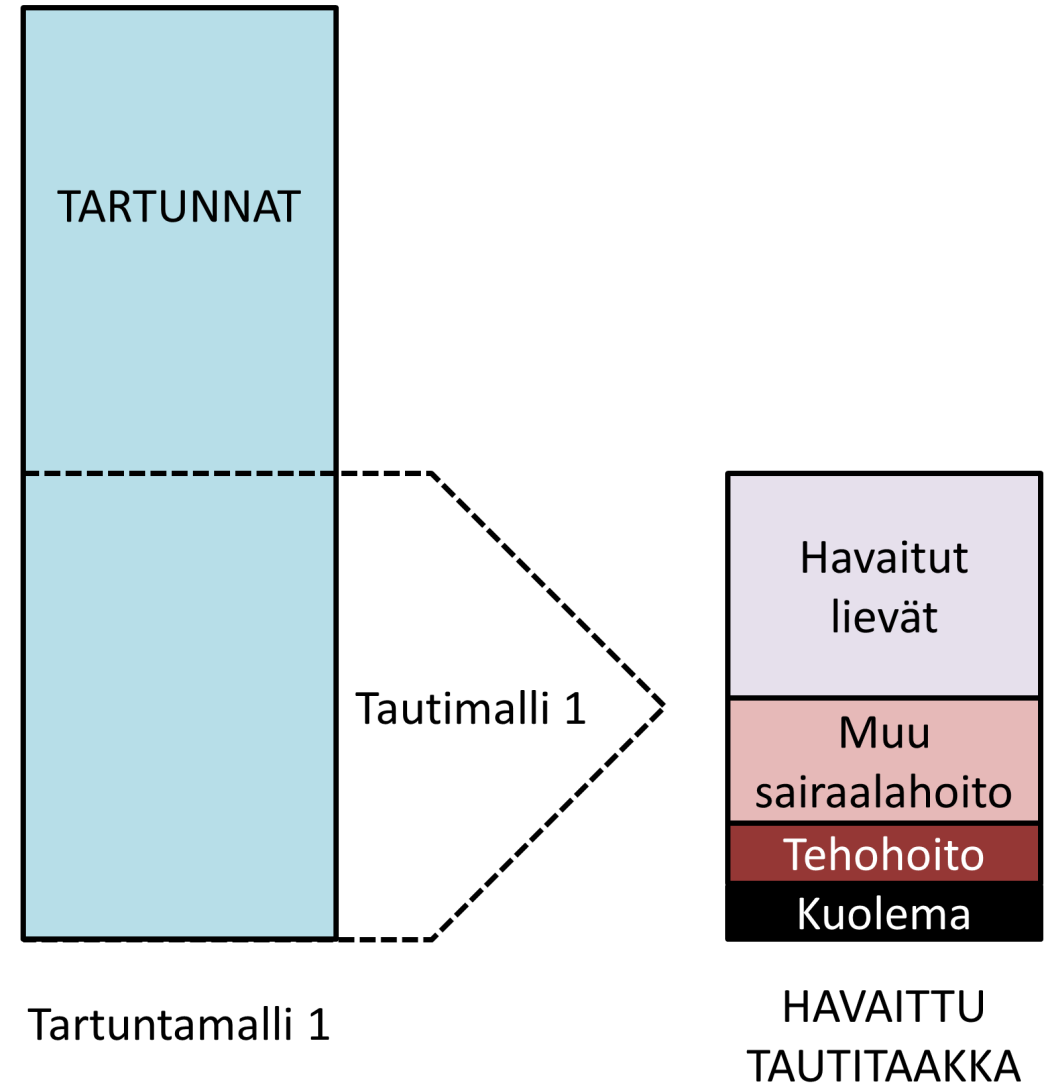
Sairastumiset:

- tiedot Wuhanin/Hubein sairastapauksista

Tartunnat:

- arvioitiin Wuhanin/Hubein tartunnat *samanlaisella* mallilla kuin mitä käytämme Suomessa epidemian arviointiin

→ Sairauden riski per tartunta



Hubein epidemia

VIEWPOINT

Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China
 Summary of a Report of 72 314 Cases From the Chinese Center for Disease Control and Prevention

Zunyou Wu, MD, PhD
 Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing, China.

Jennifer M. McGoogan, PhD

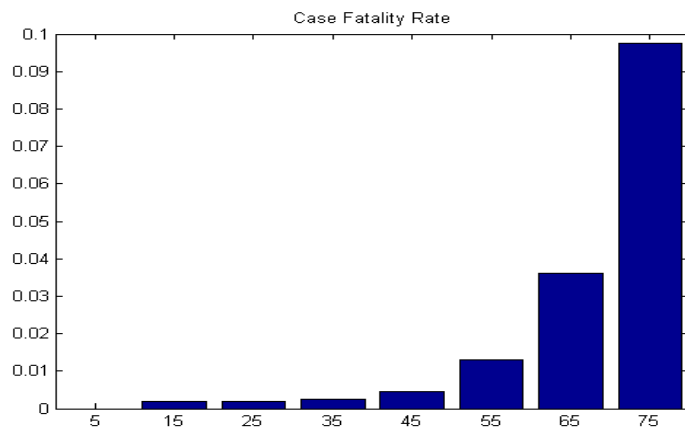
The Chinese Center for Disease Control and Prevention recently published the largest case series to date of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in mainland China (72 314 cases, updated through February 11, 2020).¹ This Viewpoint summarizes key findings from this report and discusses emerging understanding of and lessons from the COVID-19 epidemic.

Box. Key Findings From the Chinese Center for Disease Control and Prevention Report

- 72 314 Cases (as of February 11, 2020)
- Confirmed cases: 44 672 (62%)
 - Suspected cases: 16 186 (22%)
 - Diagnosed cases: 10 567 (15%)
 - Asymptomatic cases: 899 (1%)

Spectrum of disease (N = 44 415)

- Mild: 81% (36 160 cases)
- Severe: 14% (6168 cases)
- Critical: 5% (2087 cases)



Lähde

China CDC Weekly

Vital Surveillances

The Epidemiological Characteristics of an Outbreak of 2019 Novel Coronavirus Diseases (COVID-19) — China, 2020

The Novel Coronavirus Pneumonia Emergency Response Epidemiology Team

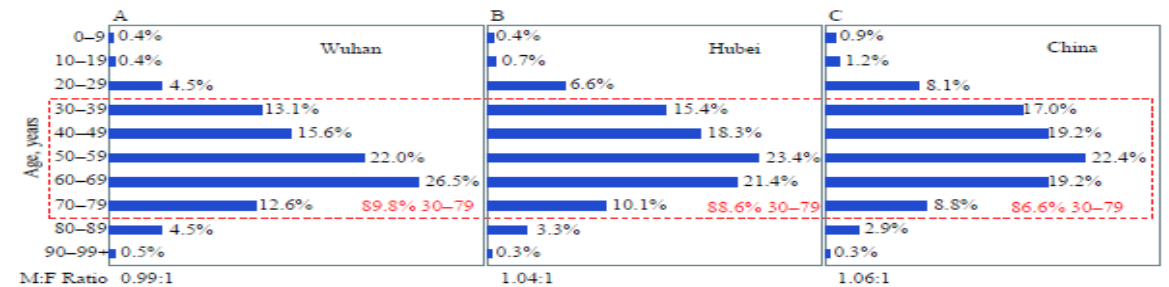
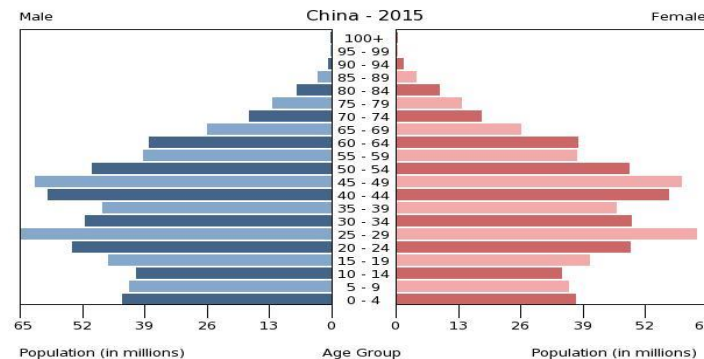


FIGURE 1. Age distribution and sex ratio of all confirmed COVID-19 cases in China through February 11, 2020. (A) patients diagnosed in the city of Wuhan only; (B) patients diagnosed in Hubei Province, which includes Wuhan as its capital city; and (C) patients diagnosed in China overall, including Hubei Province and all 30 other provincial-level administrative divisions (PLADs). Dashed red line highlights the proportion of patients in the 30–79 years age range. Sex ratio (i.e. male-to-female [M:F] ratio) is shown below each graph.



<https://www.populationpyramid.net/>

Wuhanin tauti per infektio -arviointi/ yksityiskohtia

Sairaudet: Hubei (58milj.)

Väestö: Wuhan (11milj.)

Wuhanin epidemian simulointi

- Kiinalaisella kontakti-
struktuurilla
- Kiinan ikäjakaumalla
- R0:n pienentäminen
rajaamistoimen mukana

Arvioitu (ikäkohtaisesti, per tartunta):

- Sairaalahoitoon joutumien
- Tehohoitoon joutuminen
- Kuolema

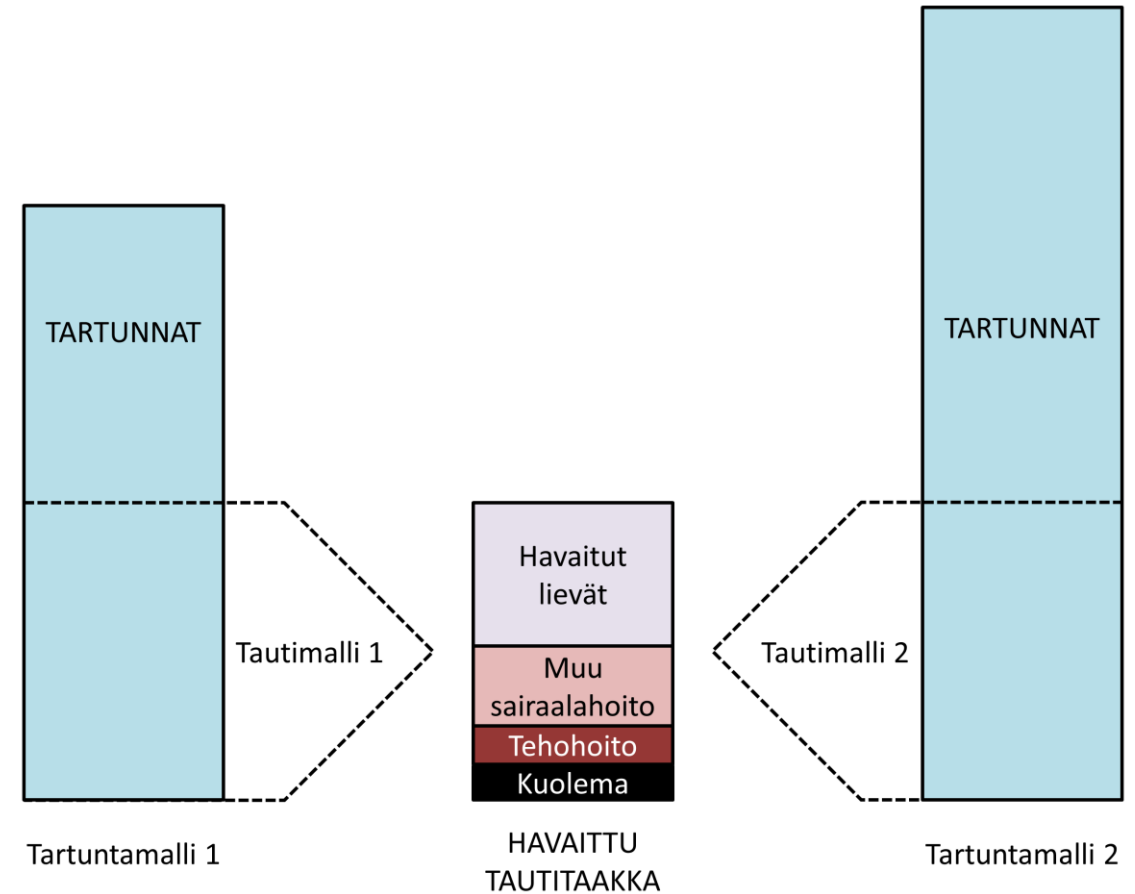
Huom: COVID-19 -tapaus on huono mittatikka, johtuen eri testaamisen kohdentumisesta

Sairastavuusmallien yhteensopivuus

- Tartunta → sairaus -riskin arvion oltava yhteensopiva käytetyn tartuntamallin kanssa
- Yhdellä tartuntamallilla laskettu tautiriski ei välttämättä päde toiselle tartuntamallille

Jos taudit on kiinnitetty, niin

- Suuri määrä tartuntoja → alhainen riski taudille
- Alhainen määrä tartuntoja → Korkea riski taudille



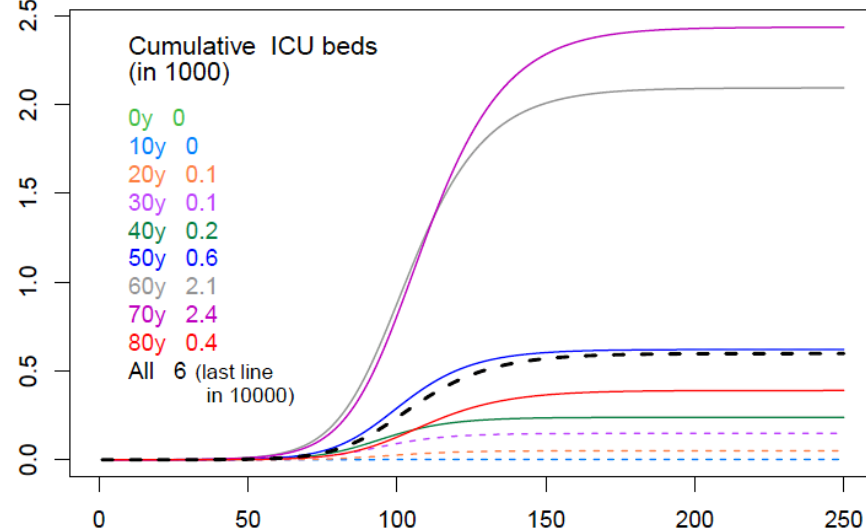
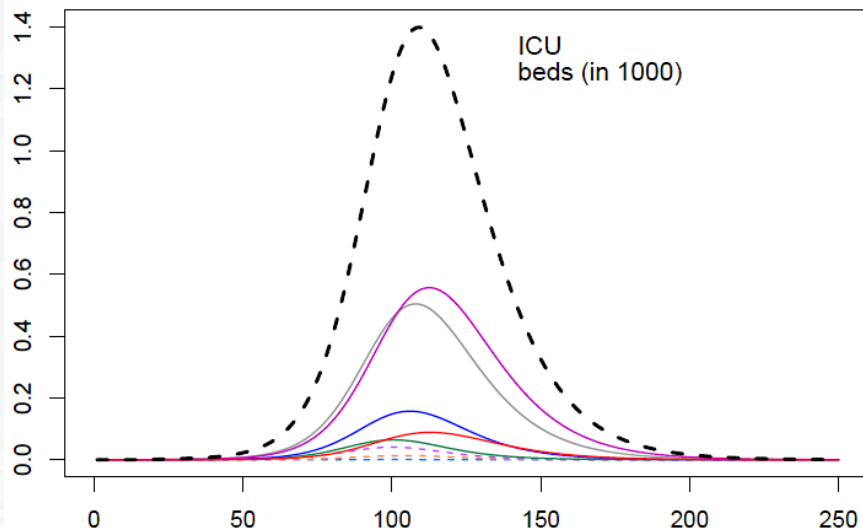
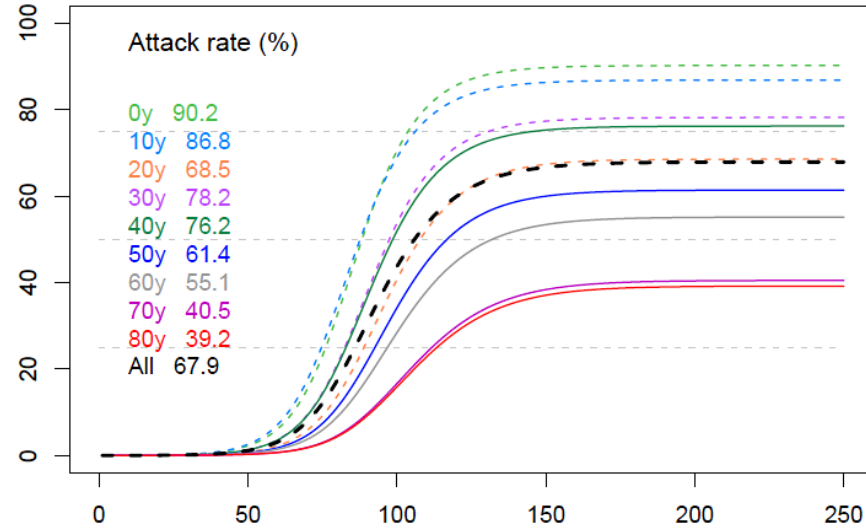
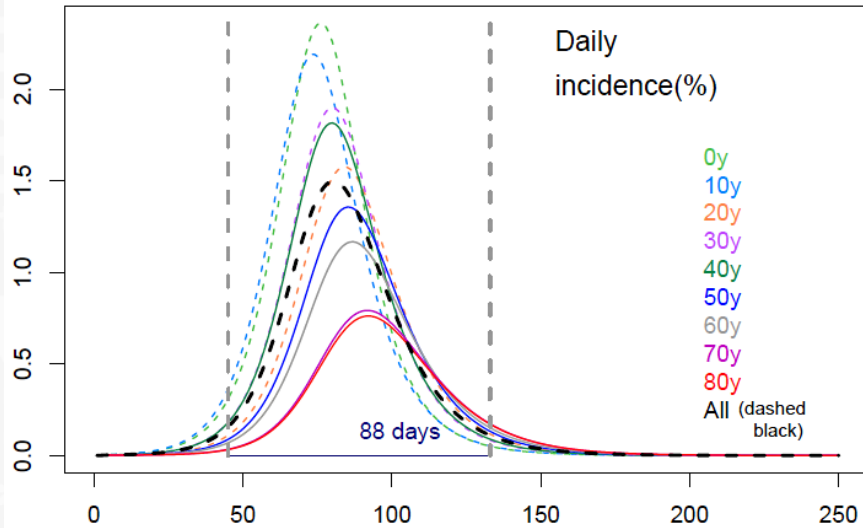
Sairastavuuden arvioita

Parametri	arvo
Tartunnasta oireisiin kestää (itämisaika)	5 vrk
Sairaalahoitoon joutuu tartunnan saaneista	0.5 - 0.6%
Sairaalahoitoon joutumisen viive tartunnasta	10 vrk
Sairalahoidon kesto vuodeosastolla keskimäärin	8 vrk
Tehohoitoon päätyy sairaalapotilaista	noin 30%
Tehohoitoon joutumisen viive tartunnasta	14 vrk
Tehohoidon kesto (+ 8 vrk vuodeosastolla)	12 vrk
Tartunnan saaneista kuolee	0.1 - 0.2%
Viive tartunnasta kuolemaan	18 vrk



Suomen koronavirusepidemian alkuvaiheen ennustaminen

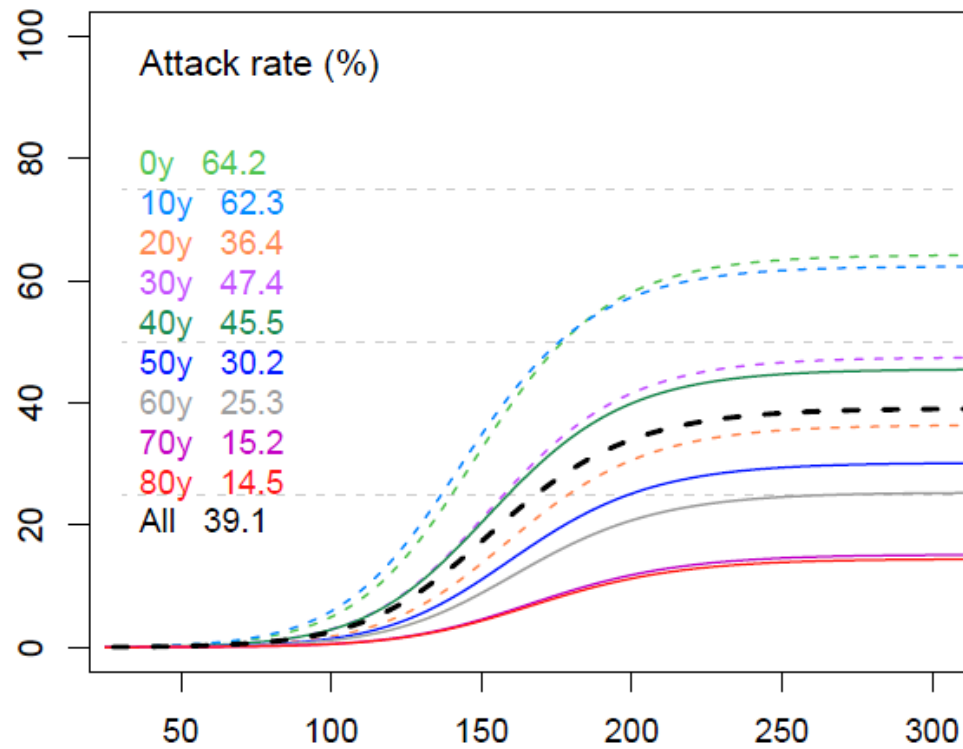
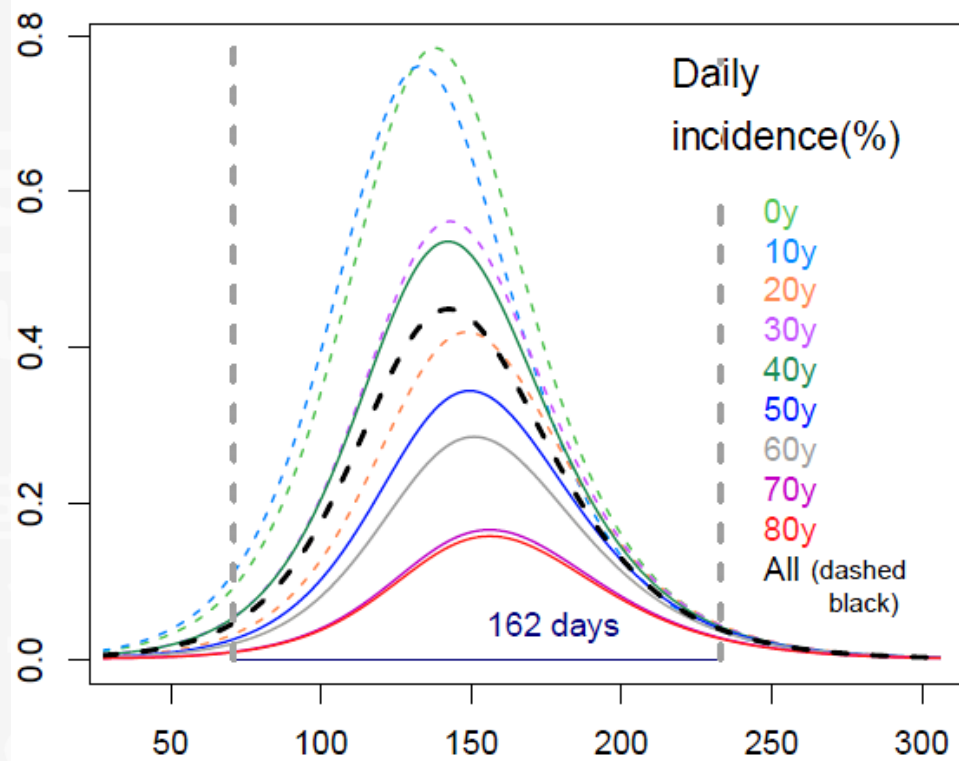
Koronaepidemian ennuste: ei rajaamistoimia



Sairaanhoidon kuormituksen ennuste

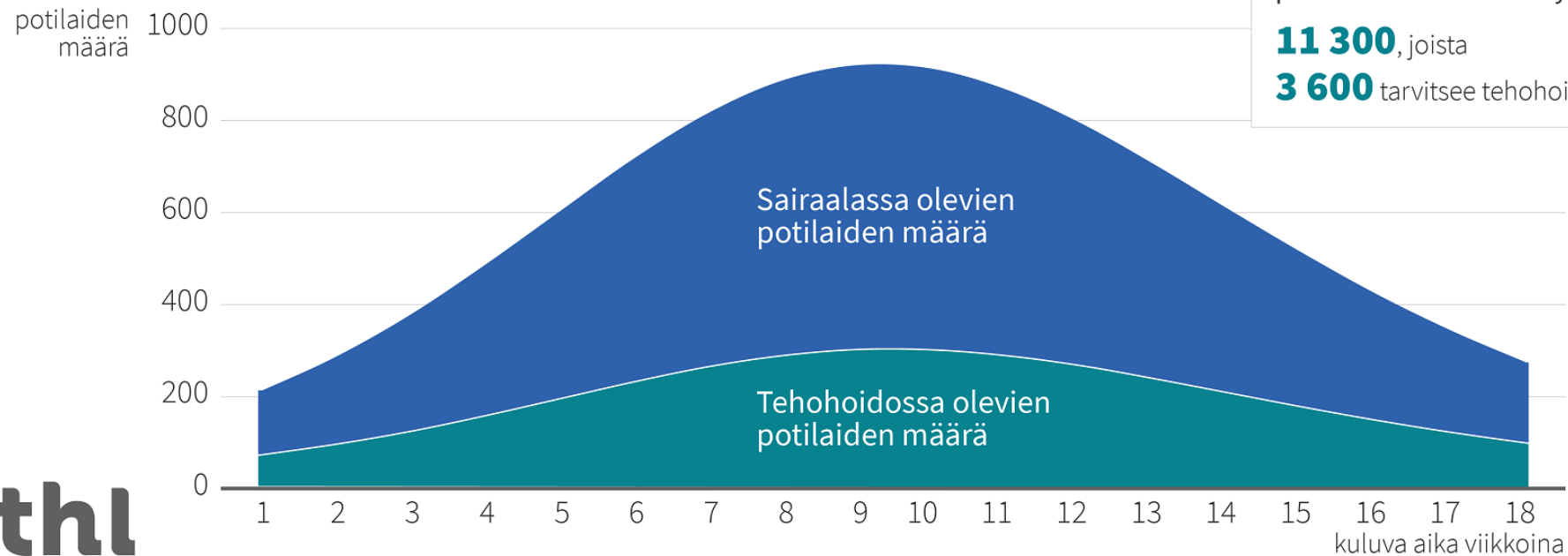
- THL julkaisi 25.3. ennusteen sairaan- ja tehohoidon kuormituksesta, jos epidemia etenesi yhdessä aallossa
- Oletukset
 - $R_0 = 1,6$ eli kolmanneksen pienempi tartuttavuusluku kuin 2,4
 - Vuodeosastohoidon ja tehohoidon kestot n. 8 ja 8+8 päivää
- Ennustesuuret
 - Epidemian koko
 - Sairaanhoidon ja tehohoidon kokonaistarve
 - Vuodeosastolla ja tehohoidossa olevien maksimimäärä

Koronaepidemiaan ennuste: $R_0=1,6$



Sairaanhoidon kuormituksen ennuste (25.3.2020)

Koronaviruksen aiheuttaman sairaala- ja teho­hoidon tarpeen ennuste, kun tartuntamäärät alkavat kasvaa



thl

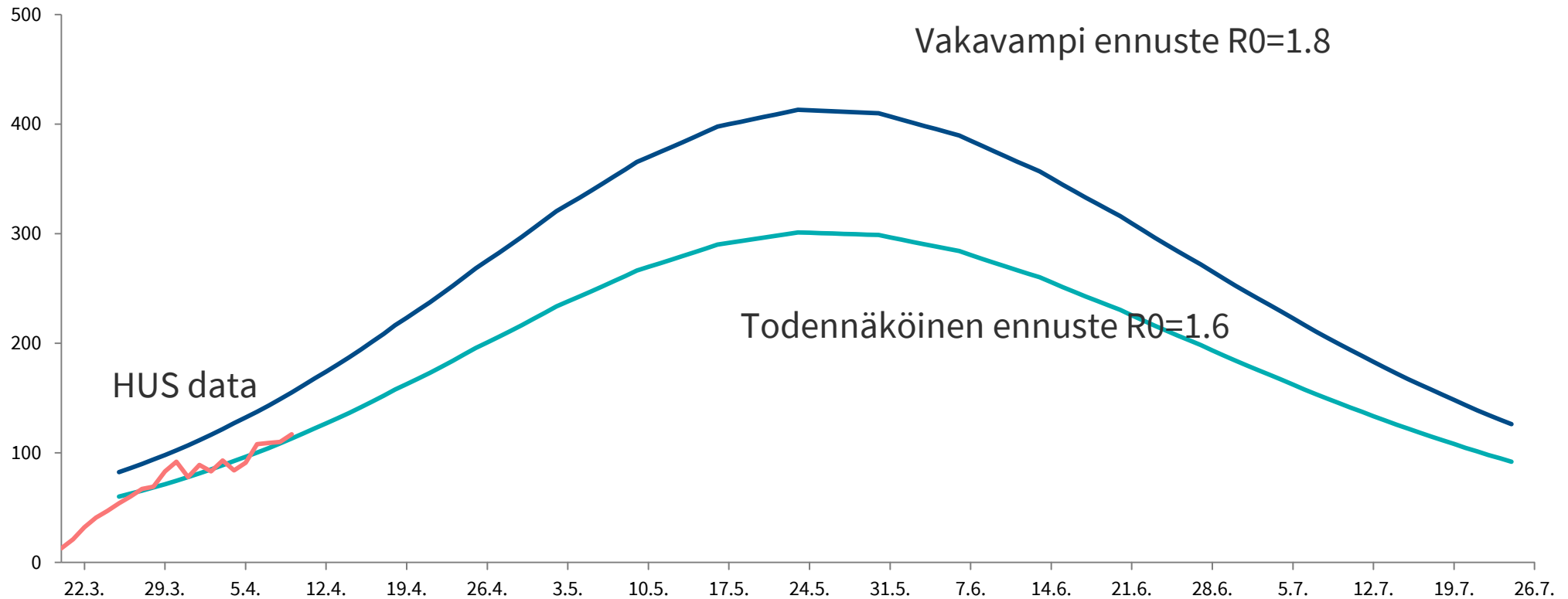
#koronavirus

Sairaala- ja teho­hoidon tarve epidemian 18 huippuviikolla 25.3.2020 ennusteen mukaan. Koko epidemian kesto on joitakin viikkoja pitempi sekä alussa että lopussa.

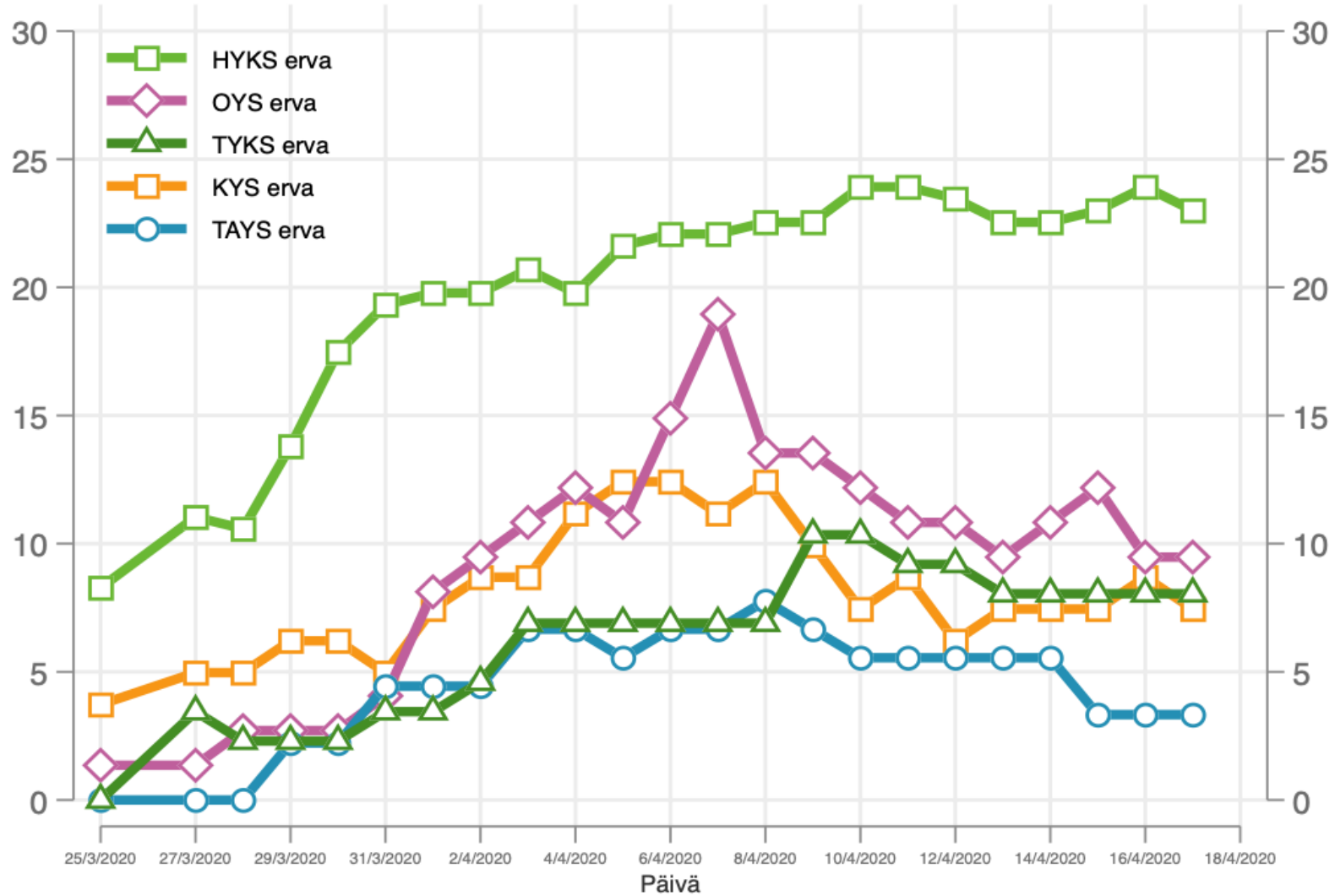
Lähde: THL 2020

THL:n ennuste ja HUS data

Sairaalassa olijat



Henkilöitä tehohoidossa erityisvastuualueittain (erva)
Henkilömäärä/päivä/miljoona henkilöä



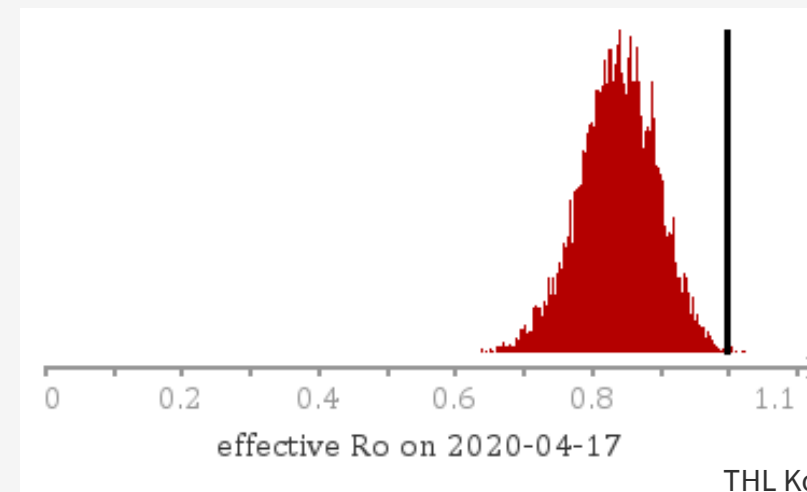
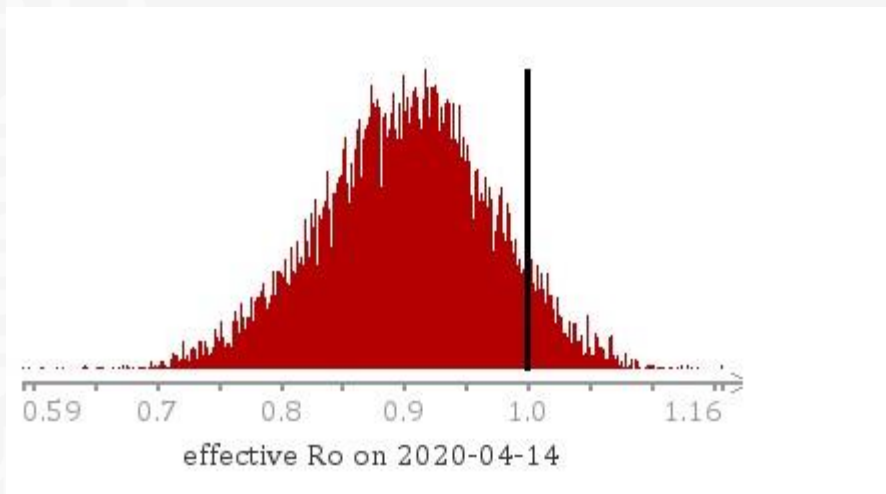
Tietolähteet

- Tartuntatautirekisterin laboratorioilmoitus → havaitut tapaukset
- Tartuntatautirekisterin lääkärin ilmoitus → sairaalahoidon alku
- Erikoissairaanhoidon tiedonkeruu → sairaalahoidon alku 10v ikäryhmittäin ja sairaalahoidon käyttö
- Tehohoidon pikailmoitus osana laaturekisteriä → tehohoidon alku
- Tehohoidon laatujärjestelmä → tehohoidon loppu, hengityskonetarve
- Sairaaloiden hoitoilmoitusrekisteri Hilmo → sairaalahoidon alku ja loppu jälkikäteen

- Toistaiseksi tiedot HUS-alueelta ovat olleet tärkeimpiä

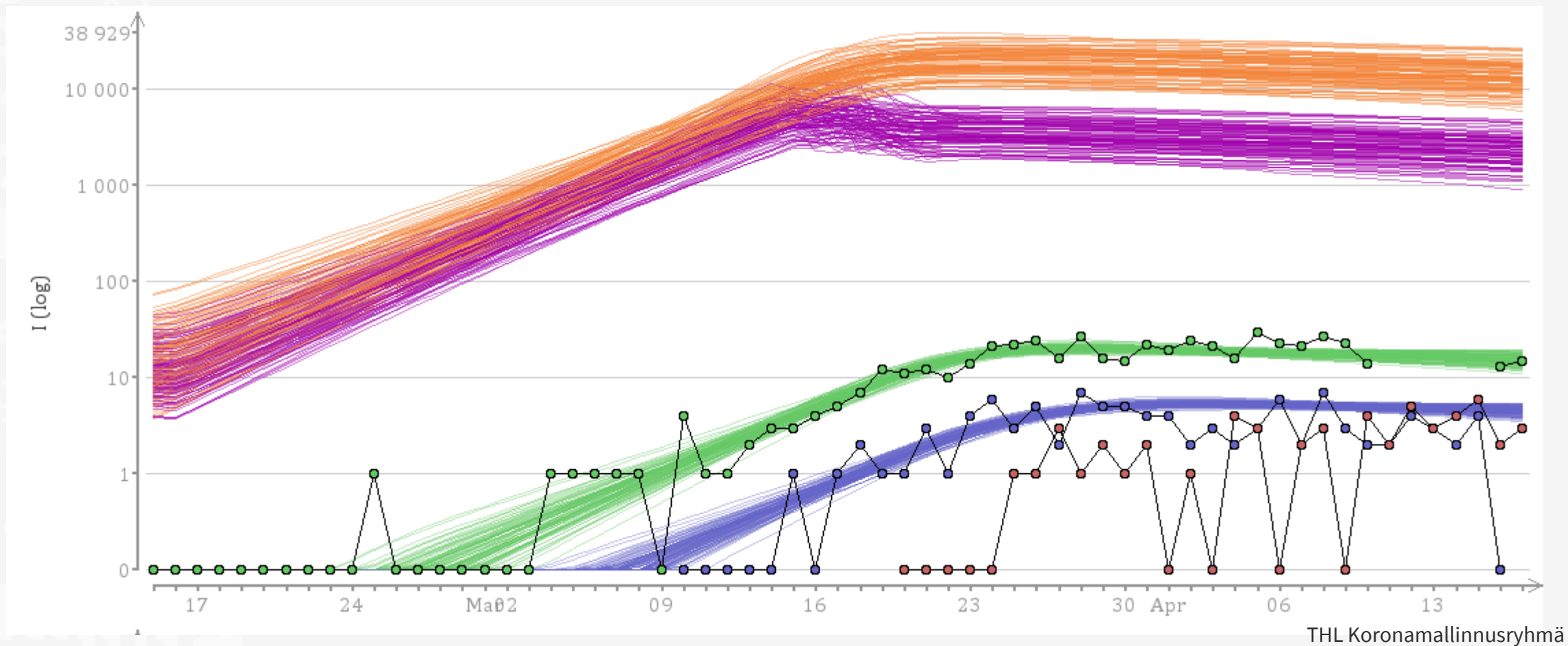
Missä ollaan nyt?

- Kontaktien vähentäminen ja tartunnan riskien vähentäminen ovat saaneet epidemian kasvun pysähtymään
- Toisin sanoen tartuttavuusluku on lähellä ykköstä
 - Lisäksi ns. efektiivinen tartuttavuusluku on vielä pienempi
- Kuva esittää efektiivistä tartuttavuuslukua HUS-alueella



THL Koronamallinnusryhmä

HUS-alueen havaittu ja mallinnettu sairaala- ja tehohoidon ilmaantuvuus



Mitä tehdään parhaillaan?

- On otettu käyttöön oppiva (Bayes-)malli
- Sairaala- ja tehohoidon päivittäisistä tapausmääristä voidaan arvioida
 - perustartuttavuusluvun R_0 ja tartuttavuusluvun arvoja
 - sairaalahoitoa vaativan sairastumisen iänmukaista riskiä per tartunta
 - Sairaalahoidon ja tehohoidon kestoa
- Näiden perusteella voidaan ennustaa
 - epidemian tulevaa kulkua
 - rajaamistoimien tarvetta ja vaikuttavuutta