



Epidemiamallinnus Kainuussa 2020

Alueellinen mallinnus/skenaariot Kainuussa pandemiavuoden 2020 aikana

SLIDE-SHOW versio — Raportti, 1/2021 Kyösti Karttunen (FL), data-analyytikko
Kainuun sosiaali- ja terveydenhuollon kuntayhtymä (Kainuun sote)

- 1 Taustaa
- 2 Epidemian mallinnuksesta
 - 2.1 Epidemiologia, epidemia, pandemia
 - 2.2 Tilastolliset menetelmät, mallinnus
 - 2.3 Data
- 3 Koronaepidemian mallinnus 2020
 - 3.1 Mallinnus Suomessa, THL
 - 3.2 Mallit maailmalla, yleistä
 - 3.3 Kainuun alueellinen epidemiamalli/skenaario
 - Kevään laskenta ja tulokset
 - Syksyn seuranta
- 4 Alueellisen terveydenhuollon resursointi - systeemiskenaarioesimerkki
- 5 Johtopäätöksiä, pohdintaa

Taustaa

- Globaali koronapandemia keväällä 2020 ==> Epävarmuus toimenpiteissä
 - *Leviäminen <<==>> Liikkuvuus avainasemassa*
 - *Suomi on “kaukana” - erityisasema?*
- *Leviämisen mallinnus Suomessa*
 - *THL:n mallinnusryhmä*
 - *Tiheet alueet (pääkaupunkiseutu) vs. harvat alueet*
 - *Erilaiset skenaariot, erilainen varautuminen?*

Epidemian mallinnuksesta

Epidemiologia, epidemia, pandemia

Perusteita:

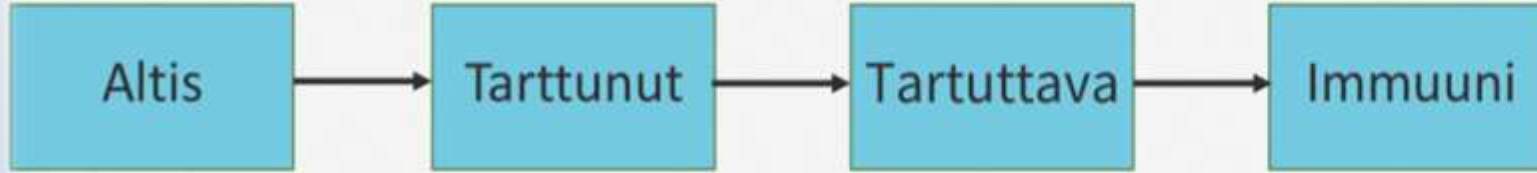
- Epidemiologia
 - *Tutkii terveyttä ja terveyteen liittyvien tekijöiden esiintyvyyttä, yhteyksiä ja syitä väestötasolla.*
- Epidemia
 - *Tartuntatauti esiintyy poikkeuksellisen suurella osalla jonkin tietyn alueen väestöstä*
 - *Rajoittuu tiettyyn maahan tai maanosaan*
- Pandemia
 - *Eriyisen suurta ihmisjoukkoa tai suurta maantieteellistä aluetta koetteleva epidemia*

Tilastolliset menetelmät, mallinnus

- Biostatistiikka
 - *monitahoinen ja -menetelmäinen tilastotieteen erikoisala*
 - *liittyy keskeisesti epidemiologian tukimukseen*
- Epidemian tai pandemian mallinnus/ennustus, biostatistiikan tärkeä osa-alue, toimii ideaalisti vain tarkasti määritellyssä laskentaympäristössä

SEIR-malli

Susceptible – Exposed – Infectious – Removed



Kuva:SEIR-epidemiamallin kaavioesimerkki.

Vasen: perusmalli, THL 4/2020. Oikea: erään julkaisun extended malli.

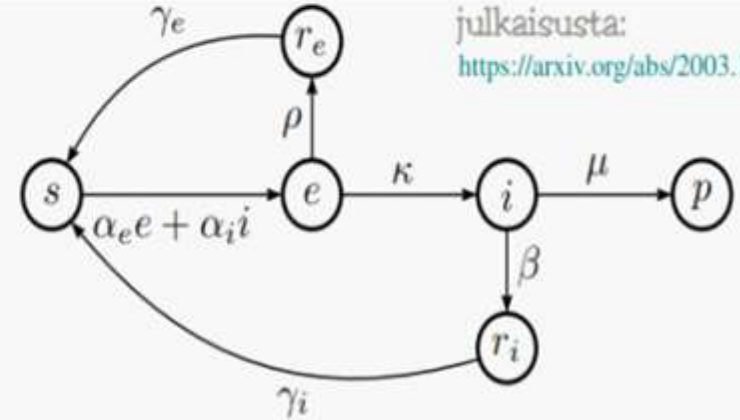
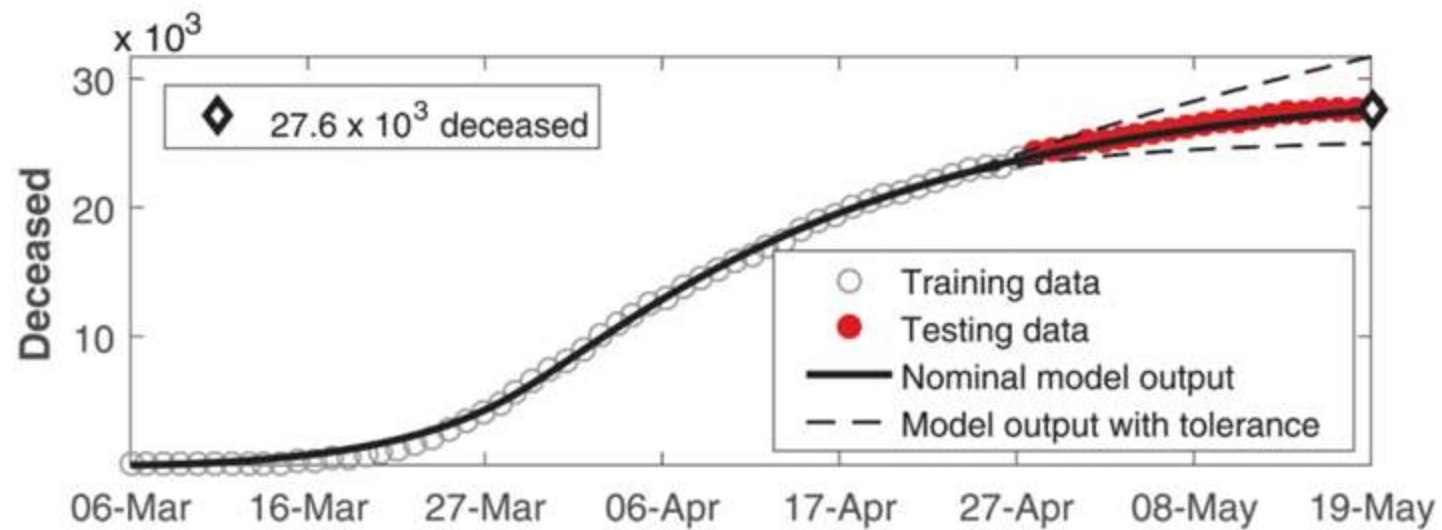
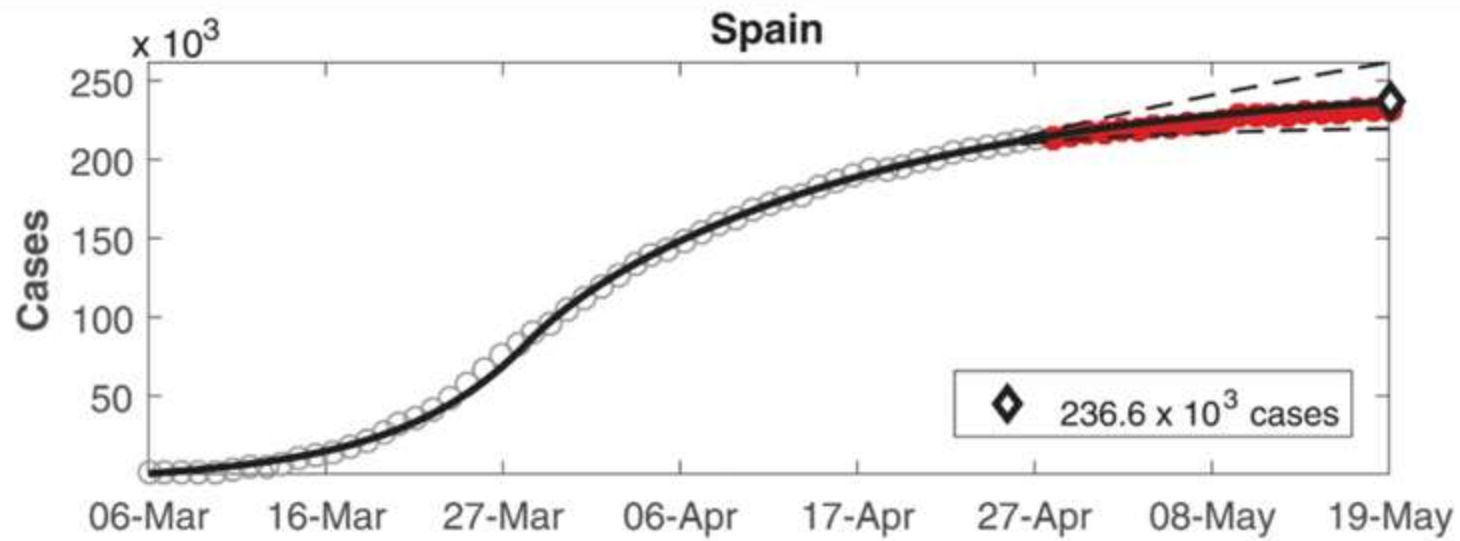


Fig. 6. Proposed Model II: an extension of the fatal SEIR model

- Mallinnukseen olennaisesti vaikuttavia tekijöitä, mm:
 - *tarttuvuus, itämisaika, liikkuvuus, kontaktit, ikäryhmät, jne.*
- Mallinnus on aina tilastollinen yksinkertaistus.
 - *Kuinka paljon vaikuttavia muuttujia voidaan **keskiarvoistaa** malleissa että se vielä toimisi?*
 - *Kuinka paljon muuttujien **ääriarvot** vaikuttavat mallin onnistumiseen?*
 - esimerkiksi vakavasti sairaat ja toisaalta oireettomat?
- Mallin laatikkorakenteen monimuotoisuus? (compartmental models, esim. SEIR)

Data

- Epidemiasta keräytynyt data == Historiaa
- Epidemian ennustus, mallinnus == Tulevaisuus (ei mitattua dataa)
- Data **ja** ennustus == Oppivat mallit
 - *Paljon luotettavaa dataa & hyvä malli ==> ennustus paranee*
- Yllättävät muutokset
 - *viranomaispäätökset, uudet säännöt ja ohjeet*
 - *hankala sisällyttää malleihin*
- Mallien **skenaario**ajattelu
 - *vaihtoehtoiset tulevaisuudet*



Kuva: SEIR-epidemiamallin toteutuminen ja laskenta jälkikäteen Espanjassa 2020 alkupuoliskolla tutkimuksen (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236386>) perusteella.

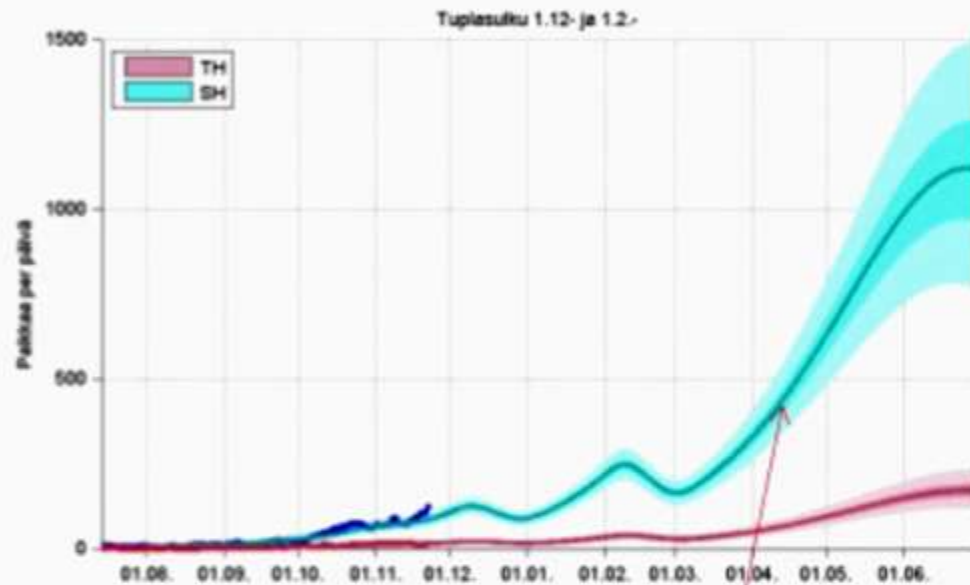
- 1 Taustaa
- 2 Epidemian mallinnuksesta
 - 2.1 Epidemiologia, epidemia, pandemia
 - 2.2 Tilastolliset menetelmät, mallinnus
 - 2.3 Data
- 3 Koronaepidemian mallinnus 2020
 - 3.1 Mallinnus Suomessa, THL
 - 3.2 Mallit maailmalla, yleistä
 - 3.3 Kainuun alueellinen epidemiamalli/skenaario
 - Kevään laskenta ja tulokset
 - Syksyn seuranta
- 4 Alueellisen terveydenhuollon resursointi - systeemiskenaarioesimerkki
- 5 Johtopäätöksiä, pohdintaa

Koronaepidemian mallinnus 2020

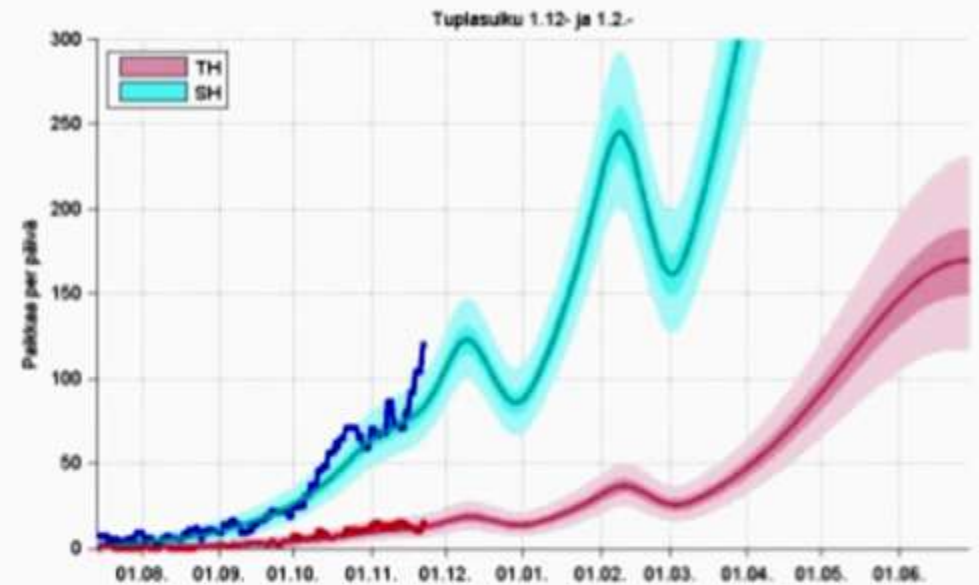
Mallinnus Suomessa, THL

- THL:ssä koronapandemiaan dedikoitu mallinnusryhmä
 - *lähtötilanne hankala kevättalvella 2020 (mm. tarttuvuusominaisuudet?)*
 - *strategista taustatietoa hallitukselle ja STM:lle*
- Kolme mallinnuswebinaaria:
 1. *Mallinnuksen periaatteista ja keskeisistä parametreistä (20.4.2020)*
 2. *Skenaariomalleista oppiviin malleihin (11.5.2020)*
 3. *Epidemian skenaarioiden mallinnus (14.12.2020)*
 - Tilannekuva – skenaarioiden perusta
 - Vaihtoehtoisia kehityskulkuja
 - Tavoitteita:
 - Parantaa epidemian ymmärtämistä
 - Hahmottaa lähestymistapojen eroja
 - Antaa suuruusluokka-arvioita,

Skenaario Toistuvat rajoitukset/Tautitaakka (teho- ja sairaalapaikkojen käyttö)



Mikäli kasvu jatkuu, tarve uusille rajoitusjaksoille.



Viive auttaa, jos rokottaminen saadaan käyntiin ja/tai vuodenaikavaihtelu pienentää tartuttavuutta



15.12.2020

Kuva: TLH:n mallinnusryhmän eräs sairaalapaikkaskenaario keväälle 2021

Mallit maailmalla, yleistä

- Malleja/Skenaarioita laadittu eri menetelmillä paljon
- Pandemiamallien perusoletus: otosmäärä N on suuri ($10^5 \dots 10^7$)

Alueellinen kiinnostus:

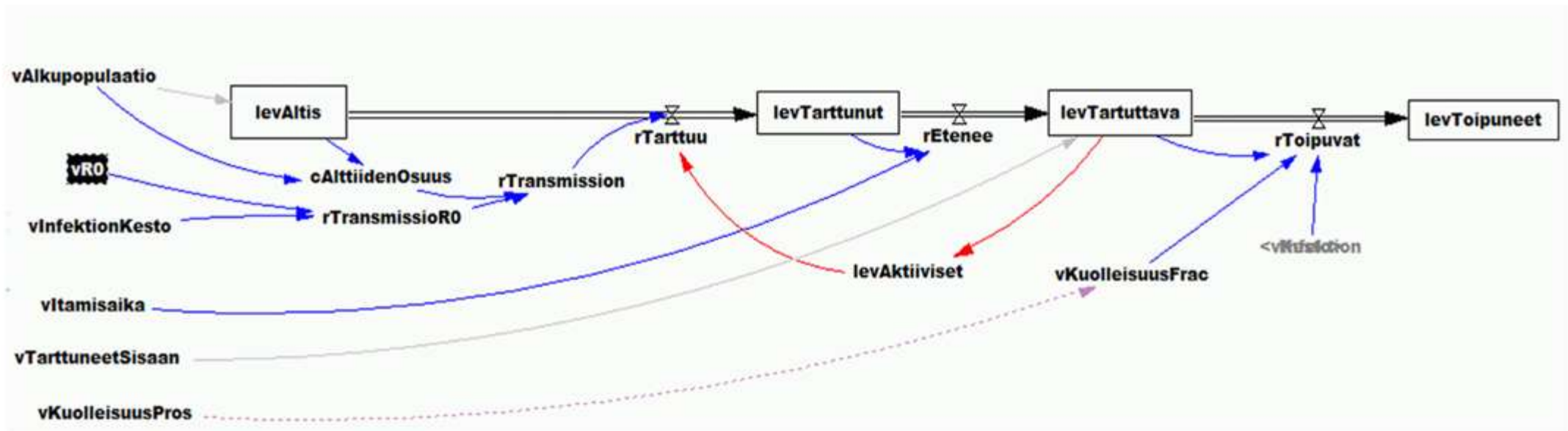
Voidaanko maailmanmalleja skaalata alaspäin ja soveltaa, kun N on pieni ($10^3 \dots 10^4$)?

Kainuun alueellinen epidemiamalli/skenaariot

- Epidemiamallinnus ennustaa yleisen tilanteen kuinka tilanne *voisi kehittyä* lähikuukausina. (skenaario)
- Tapahtunut epidemiologinen data kertoo (myös) alueittain mitä sen mitä *on tapahtunut*.
- Mutta!
Voimmeko mallintaa ja ennustaa **alueellisesti** epidemian etenemistä?

Kevään 2020 mallinnusta ja tulokset

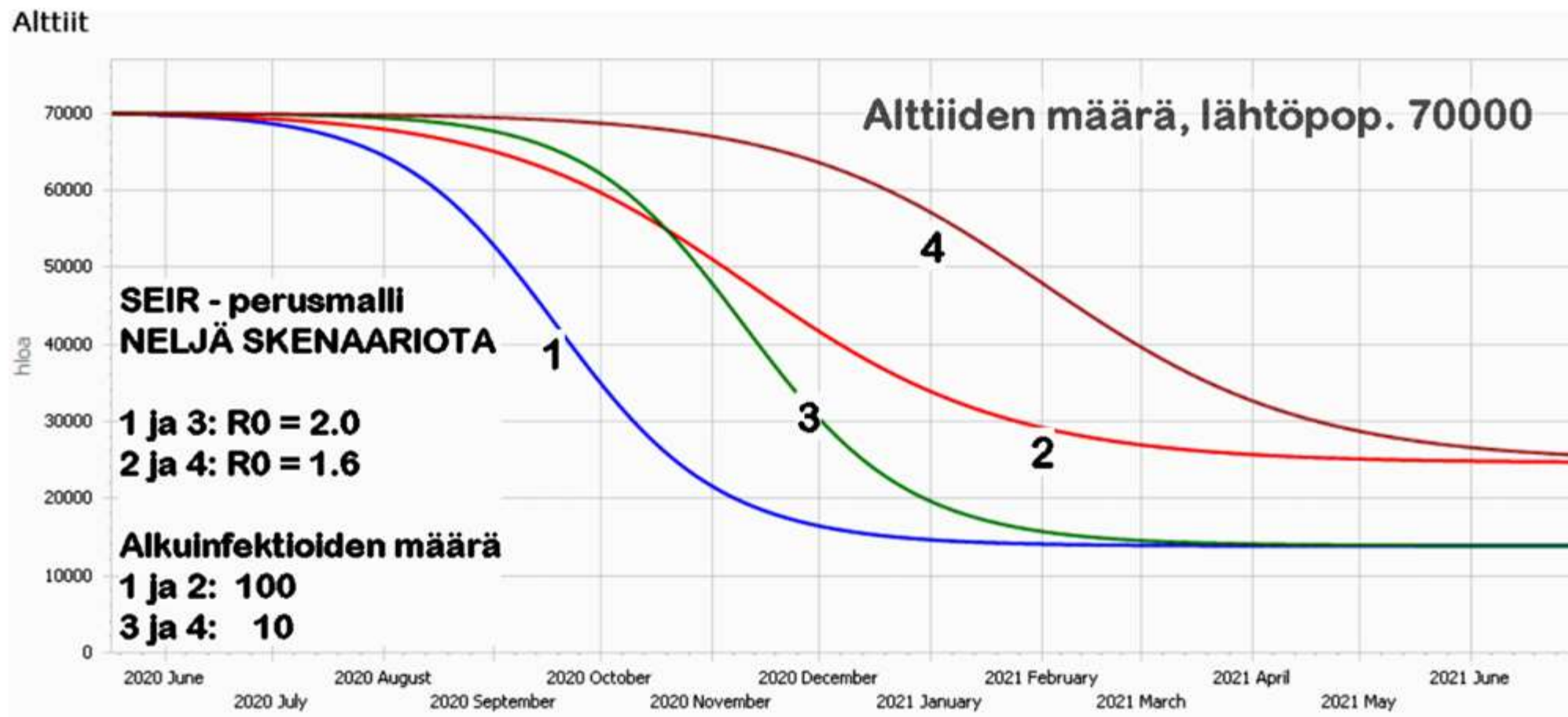
- Laadittiin SEIR-pohjainen epidemiamalli Kainuuseen
- systeemidynamiikan ohjelmointityökalut
 - *joustava skenaarioiden hallinta*



Kuva: Ventana Systems Inc:n SEIR-perusmallin pohjalta kehitetyn laajennoksen peruskaavio Vensim-ympäristössä. Pohjana Kainuun alueelliselle epidemiamallille.

- Kainuun SEIR-pohjainen epidemiamalli: neljä skenaariota (1,2,3,4), tässä kolme kuvaa

- ALTTIIT (kuva 1/3)

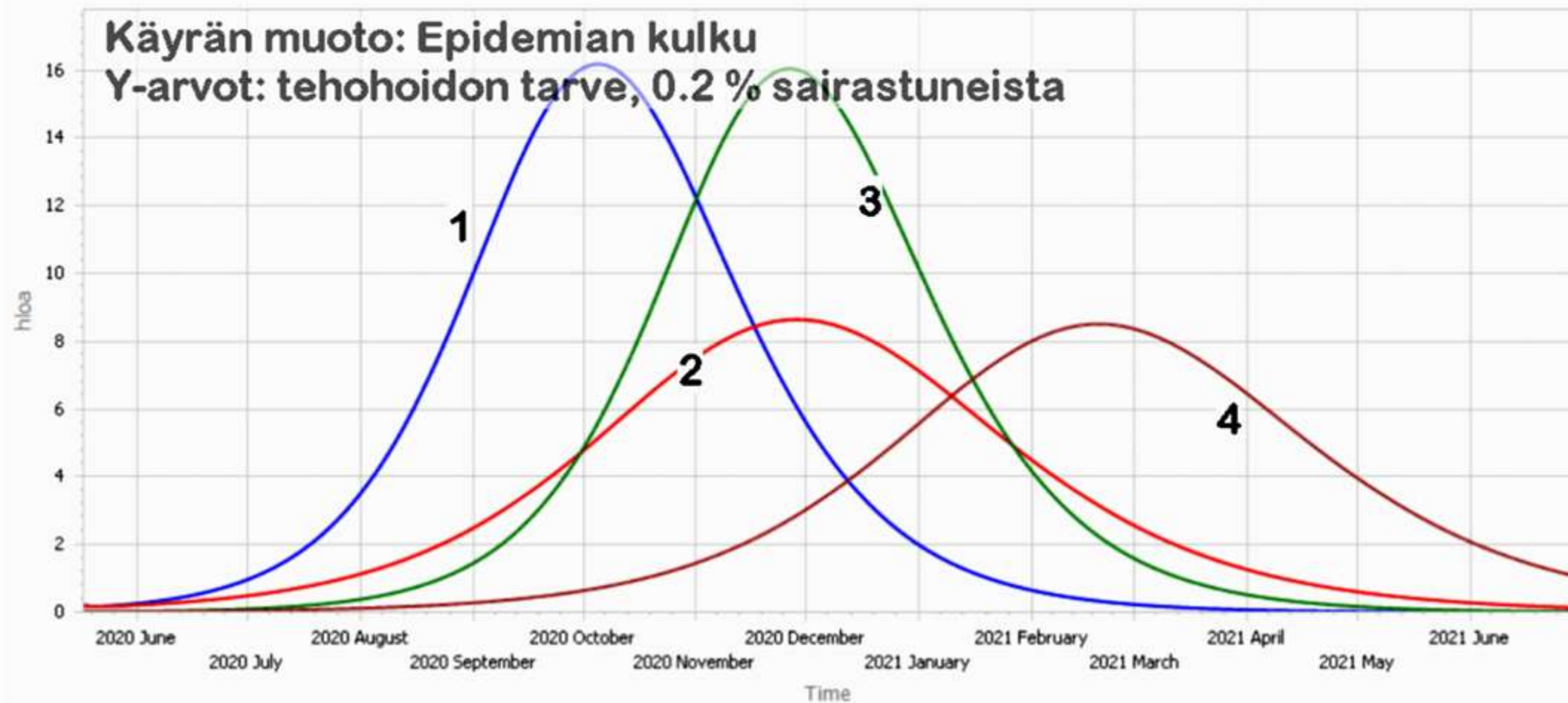


Kuva: 5/2020 laskettu SEIR-pohjainen epidemiamalli, mikä ennusti laskennallisesti epidemian etenemistä Kainuussa.

- Kainuun SEIR-pohjainen epidemiamalli:
neljä skenaariota 1,2,3,4 — (skenaariot ks. edell. kuva 1/3)

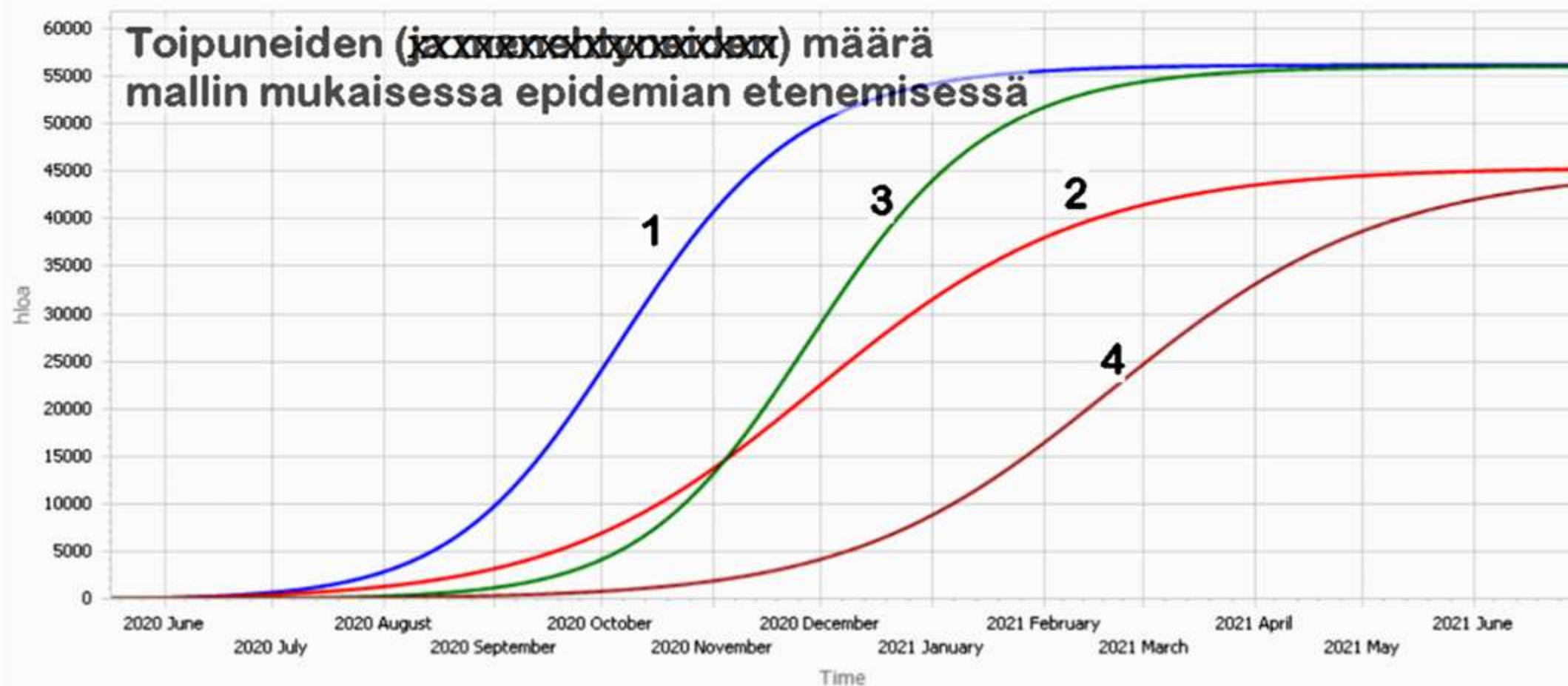
- TEHOHOIDON TARVE (kuva 2/3)

TartuttavaTeho



- Kainuun SEIR-pohjainen epidemiamalli:
neljä skenaariota 1,2,3,4 — (skenaariot ks. kuva 1/3)
 - TOIPUNEET (kuva 3/3)

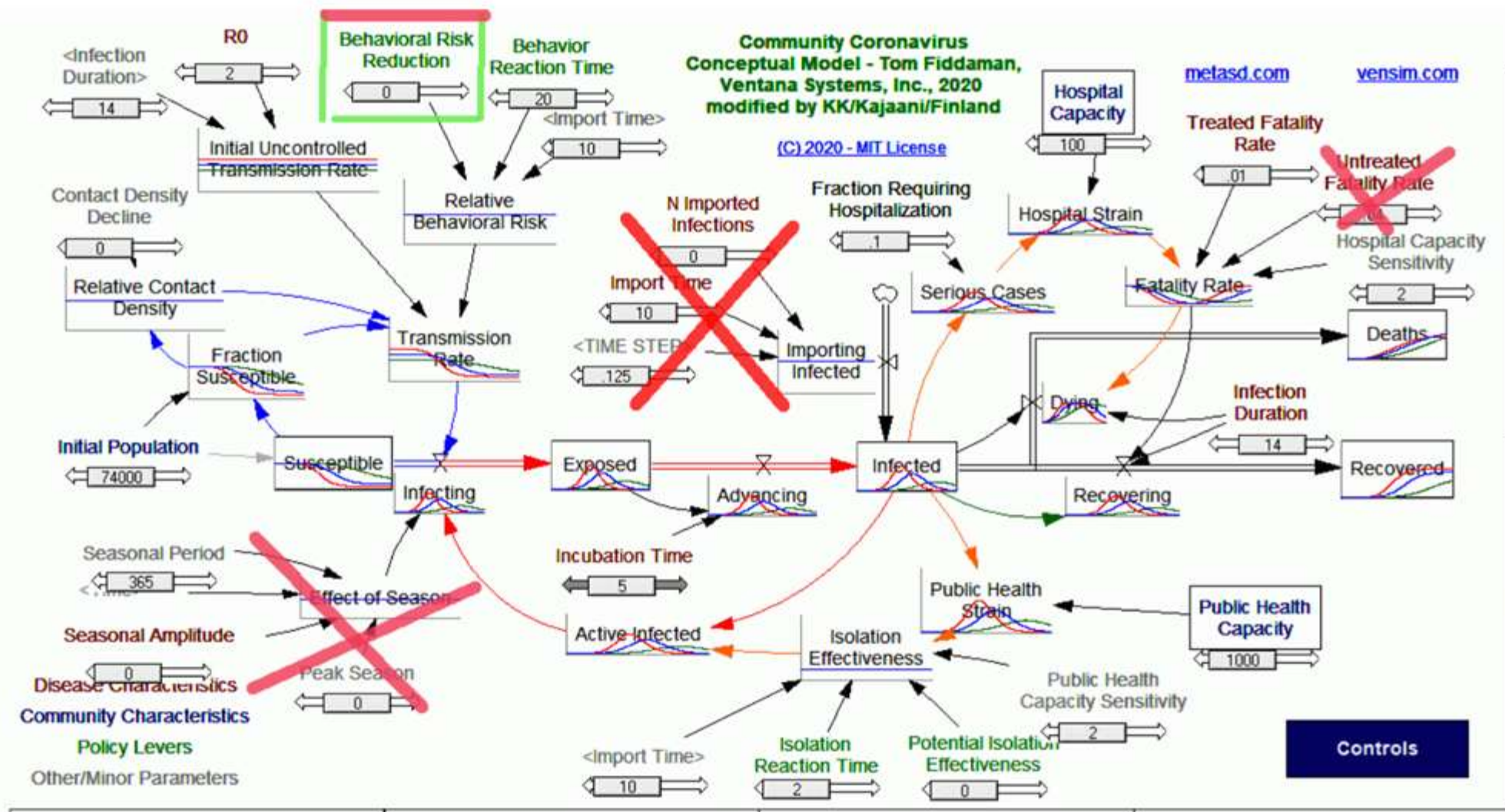
Toipuneet



Loppukeväällä testattiin myös **laajennettua alueellista mallia**, johon liitettiin laskennallisesti ympäröivän yhteiskunnan “piirteitä” ja resursseja:

- ihmisten käyttäytyminen (*behavioral risk*)
- tarttuneiden eristys (*isolation effectiveness*)
- sairaalan kapasiteetti (*hospital capacity and strain*)
- terveydenhuollon kapasiteetti (*public health capacity and strain*)
- systeemin tuodut infektiot (*imported infections*)
- vuosi-/kausivaikutus (*effect of season*)

Tämän laajennetun mallin SD-kaavio esitetään alla.



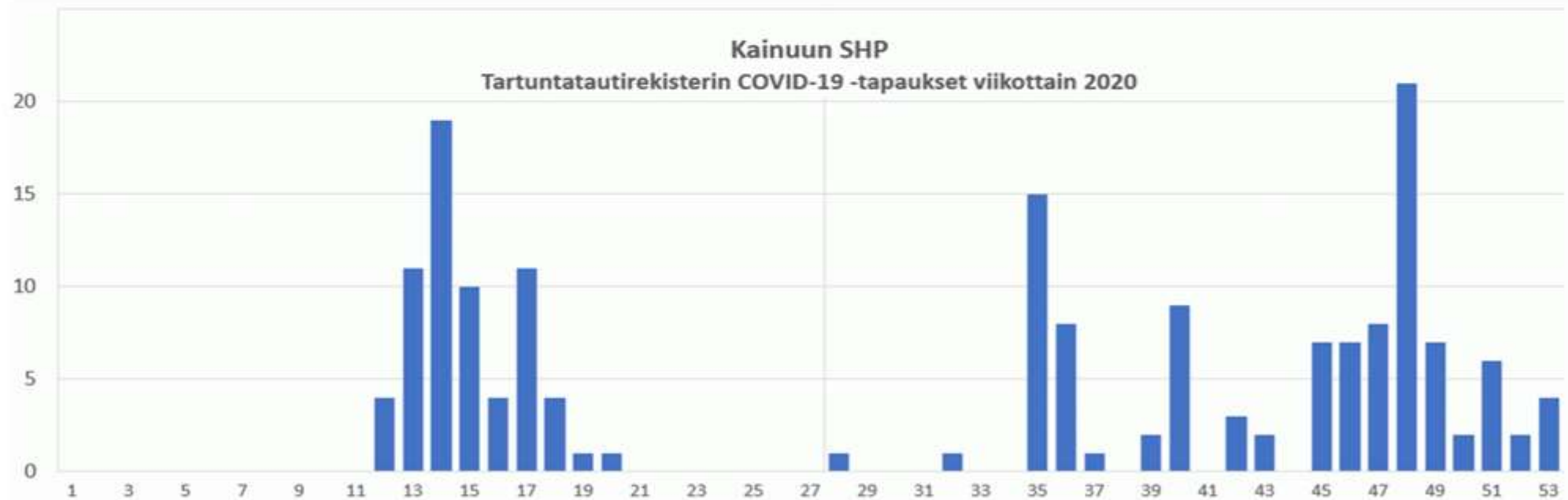
Kuva: Laajennetun epidemiamallin SD-peruskaavio

Em. **Laajennettu malli**

- Testatuilla lähtöarvoilla ei oleellisesti muuttanut aiemman mallin ja kuvan skenaarioita ja tärkeimpiä tuloslukuja.
- Toi esille mahdollisuuden hyödyntää systeemidynamiikan työkaluja edpidemian hallinnan lisäksi myös terveydenhuollossa, ja jopa...
- monitahoisen ja monimutkaistenkin yhteiskunnallisten prosessien tilanneskenaarioissa.

Syksyn seuranta

- Suomessa koronaepidemia hiipui kesällä alhaiselle tasolle.
- Seuraavassa kuvassa COVID-19 -tapauksen viikottainen tilastointi Kainuun sairaanhoitopiirissä.
 - Kevään tapausten esiintyvyys on ajallisesti yhtenäinen.
 - Syksyllä esiintyvyys on purskemaisten.
- Ko. tapausympäristössä ei alueellista epidemiamallinnusta ollut syytä harkita syksyllä edes skenaariomielessä.



Kuva: Kainuun SHP, COVID-19 -tapaukset 2020, viikkotarkastelu

1 Taustaa

2 Epidemian mallinnuksesta

3 Koronaepidemian mallinnus
2020

**4 Alueellisen terveydenhuollon
resursointi —
systemiskenaarioesimerkkejä**

4.1 Päivystysaktiviteetin kausivaihtelu 2019

4.2 Hoidon resurssisuunnittelun erikoistarve

4.3 Hoidon resurssisuunnittelun yleistäminen

4.4 Sote-toiminnan yleinen malliskenaario

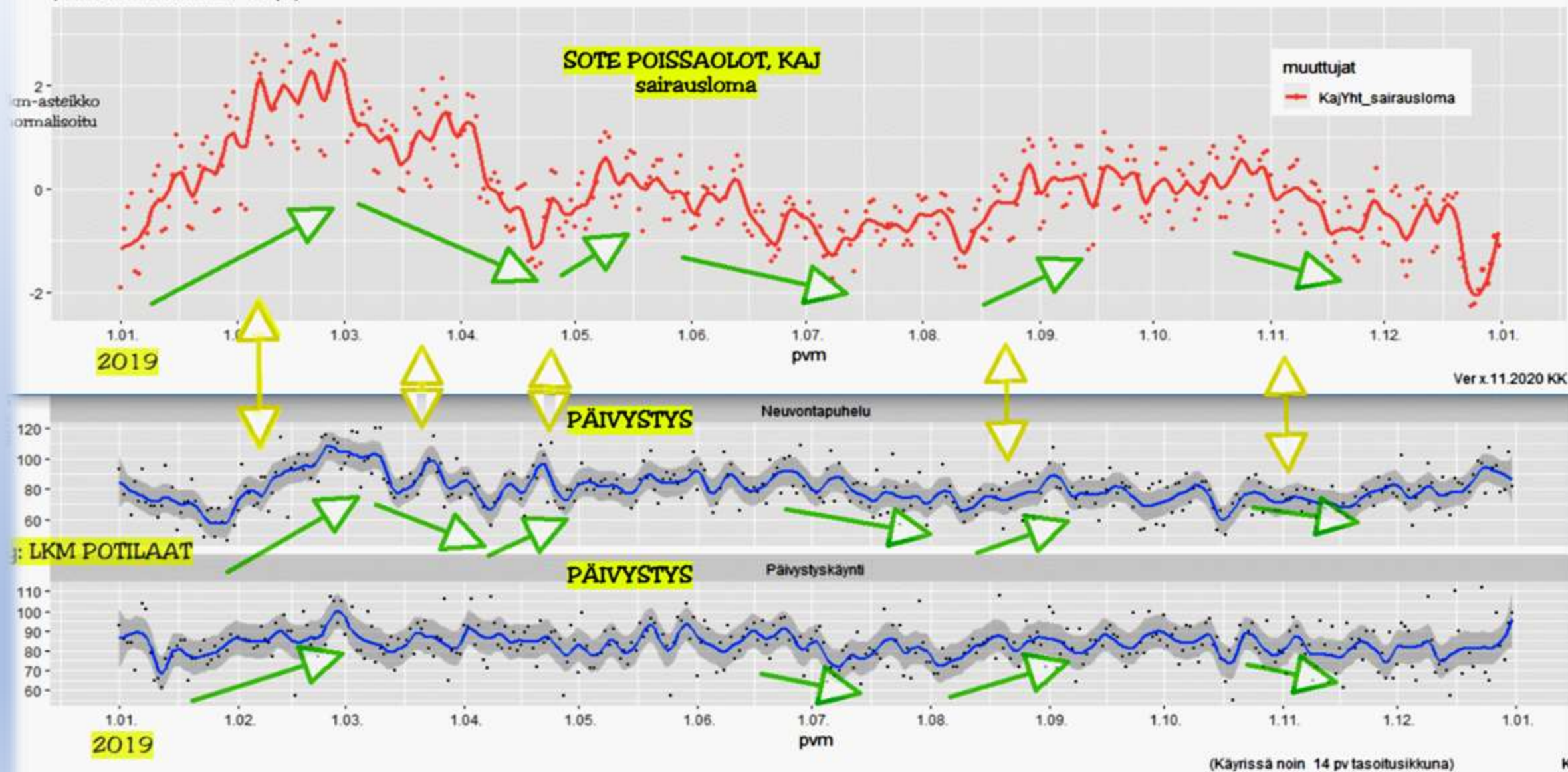
5 Johtopäätöksiä, pohdintaa

6 Liitteet

4.1 Päivystysaktiviteetin kausivaihtelu 2019

- THL seuraa koko maan influenssatilannetta.
- Alueellisten vaihteluiden ennakointi?
 - *esim. resursoinnin vaihtelutarve tai optimointi*
- Testi:
 - *2019 päivystysdata (neuvonnat, käynnit)*
 - *Kainuun soten sairauspoissaolodata*
 - *Löytyykö yhteneväisyyttä?*

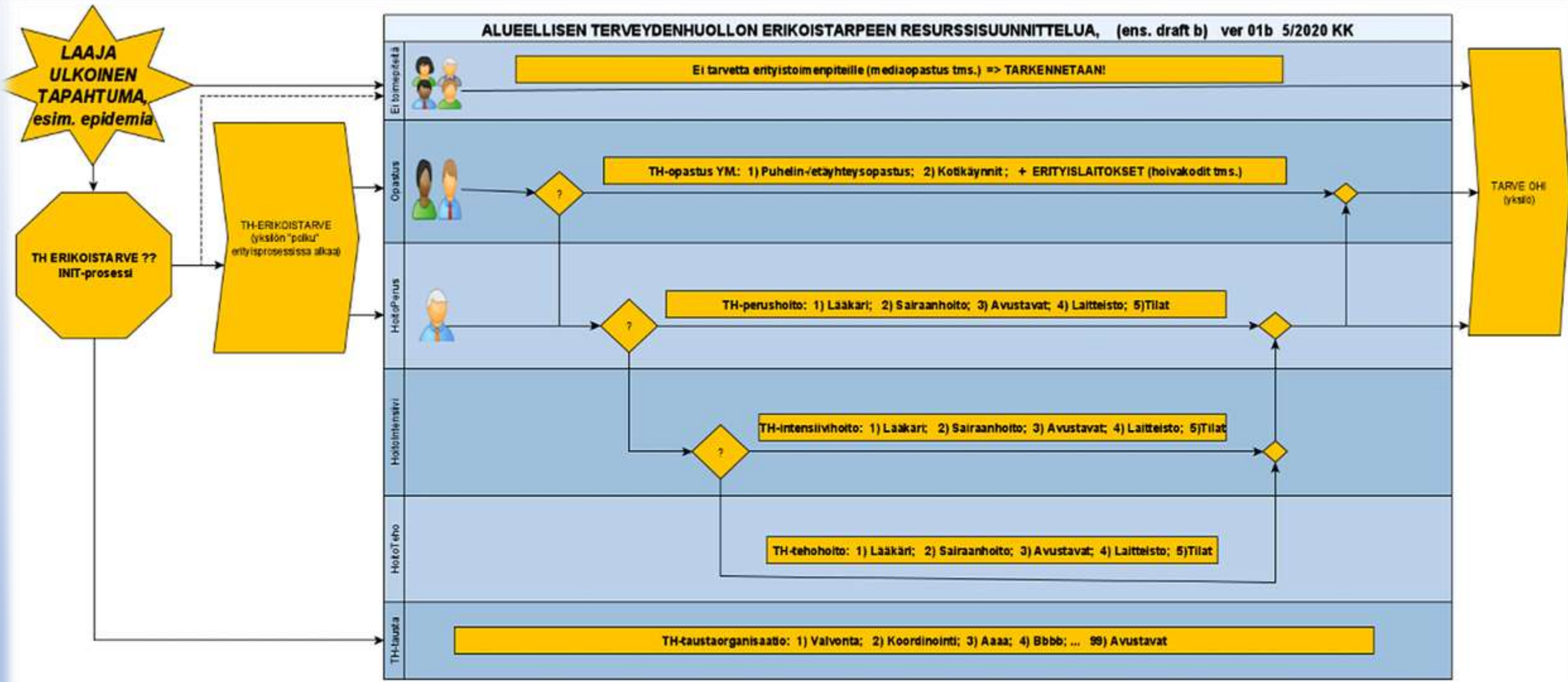
Kainuun sote: poissaolot 2019 sairausloma, valitut paikat
(datan tasoitusikkuna n. 14 pv)



Kuva: Poissaolojen ja päivystysaktiiviteetin kausivaihtelu 2019

4.2 Hoidon resurssisuunnittelun erikoistarve

- Voidaanko resurssien kohdistus suunnitella ja optimoida jo ennalta erikoistilanteita - kuten pandemiaa - varten?
- Laadittin esimerkinomainen “uimaratamalli” (seur. kuva):
 - *Määritellään aluksi hoitotarve*
 - *Asiakas asetetaan yläradoille 1, 2 tai 3*
 - *Jatkaa radoilla kenties muuttuvan hoitotarpeen mukaan*
- Esimerkkiradat:
Opastus, Perushoito, Intensiivihoido, Tehohoito



Kuva: Erikoistarpeen resursoinnin eräs linjaskenaario (uimaratamalli)

4.3 Hoidon resurssisuunnittelun yleistäminen

- Kapeaa erikoistapauksen mallia voidaan laajentaa ja yleistää.
(seur. kuva)
- “Uimarata-kerrosvoileipämalli”
- Samaa pohjaa hyödyntäen luodaan spesifinen uimaratamalli eri tilanteisiin, eri yksilöille, ikäryhmille, jne.

Resurssiskenaariomallinnuksen rakenne – RESURSSILINJAT

keskustelun pohjaksi (Jyrki P, O-P K.)

→ **HLÖRYHMÄT:** Tarkasteltavat ryhmät resurssienakointiin ja -kuormitukseen : esim.

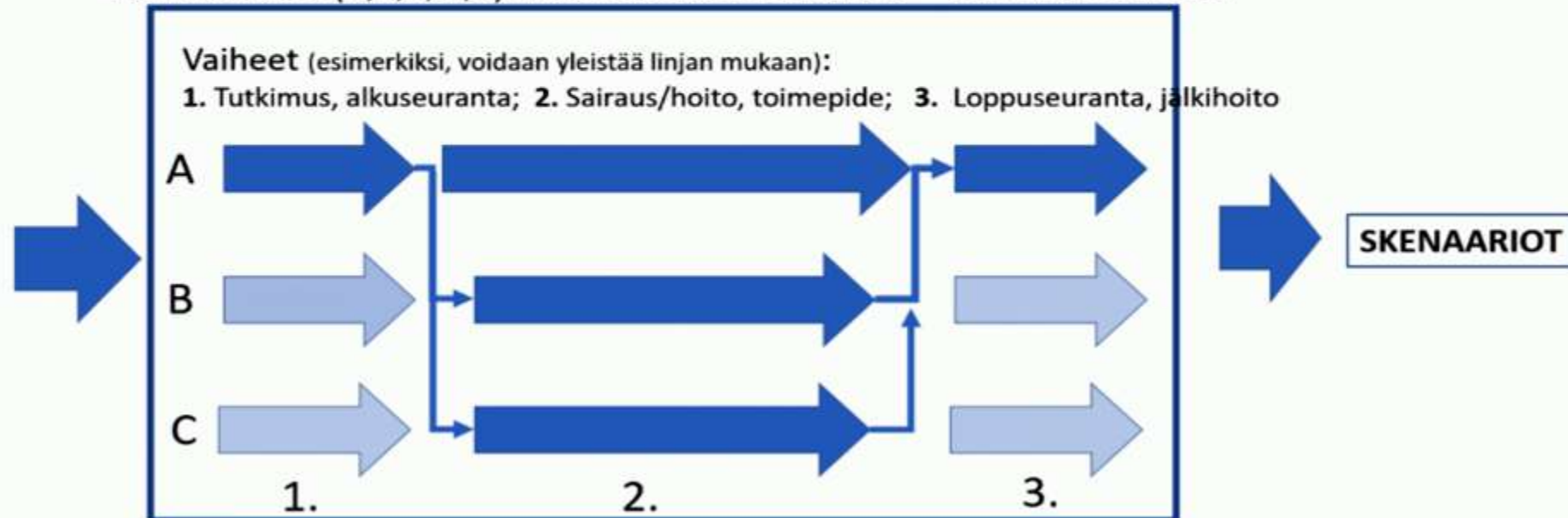
- 1) IKÄ: 0-9,10-19, ... 70-79, 80-89, 90- (*ensin*)
- 2) LAITOS : Hk1, Hk2, ... HkN
- 3) ALUE: Kaj, Sot, Kuhmo,...
- 4) PERUSSAIRAUS: ??? (*eil*)

Määritellään jokaiselle ryhmälle sopivat mallinnuksessa tarvittavat ominaisuuttajat.



VAKIOTOIMINTA ja/tai
TAPAHTUMAMALLI
(esim. epidemia)

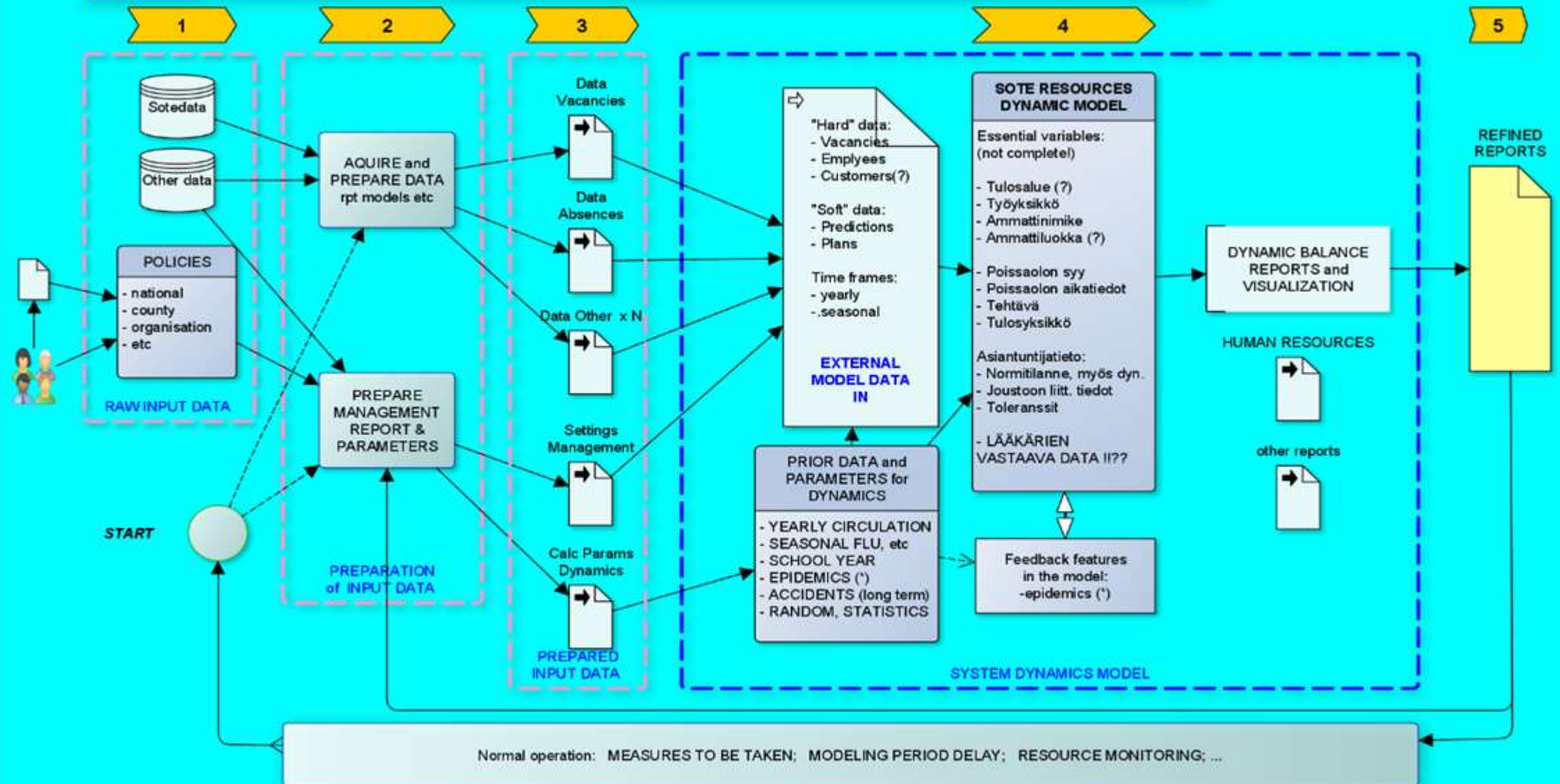
Kuormituksen (A,B,C,...,n) mukaiset RESURSSILINJAT – PERIAATEKAAVIO:



Kuva: Erikoistarpeen resurssit, linjaskenaarion yleistys

4.4 Sote-toiminnan yleinen malliskenaario

- Systeemidynamiikan työkaluja käytettiin alueellisen epidemiamallinnuksen testauksessa.
- Onko mahdollista hyödyntää niitä laajempien ja aikajanalla muuttuvien monimutkaistenkin toiminnallisten kokonaisuuksien hallinnassa?
- Laadittiin periaatetasolla karkea SD-kaavioluonnos Kainuun soten toimintadynamiikasta.



Kuva: Kainuun sote, Systems Dynamics model, rough sketch

Johtopäätöksiä, pohdintaa

Globaali ympäristö

- koronapandemia toi esille uusien suurten toimintamallien tarpeen
- mallit erilaisia eri ympäristöissä

Suomi

- maahamme uudet toimintamallit
 - *Ovatko toimenpiteet olleet riittäviä?*
 - *Ovatko ne olleet ylimitoitettuja?*

Johtopäätöksiä, pohdintaa...

Kainuu

- monilokeroinen soteorganisaatio
- eri yksiköiden toimintojen suuruusluokka vaihtelee paljon
 - *dynamiikka toimii yksiköillä eri tavoin*
- Kainuun terveydenhuollon valmius muutoksiin(?)
 - *akuutisti (kuten keväällä 2020)*
 - *pitkät linjat*
 - suunnittelu, ehkä testausta/kokeilua, pohdintaa
 - data-analytiikka. mallinnus, skenaariot !?
 - lisäarvo päätöksentekoprosesseihin?

Lopuksi

Tässä raportissa mallinnus- ja skenaarioanalyysin lähtökohtana oli alkujaan koronaepidemian alueellinen hallinta ja taustatiedon luominen päätöksiä varten. Kuitenkin käytetyt laskennan työkalut ja osaaminen mahdollistavat myös laajan data-analyysi-, mallinnus- ja skenaariopohjaisen työkalupakin laatimisen ja sitä kautta uudenlaisen taustatiedon luomisen soteorganisaation dynaamiseen toimintaan sekä päätöksentekoprosesseihin.

Alueellinen mallinnus/skenaariot Kainuussa pandemiavuoden 2020 aikana

Raportti, 1/2021 Kyösti Karttunen (FL), data-analyytikko

Kainuun sosiaali- ja terveydenhuollon kuntayhtymä (Kainuun sote)
