

KORONAEPIDEMIAN MALLINNUKSESTA



Janne Solanpää

Koronaepidemian mallinnus on ollut otsikoissa puolitoista vuotta. Pahimmillaan mallinnukset ovat menneet aivan metsään: Koronan piti olla riesanamme puolisen vuotta, olla lähinnä vanhuksille vaarallinen, ja kausivaihtelun sekä rokotusten piti saada epidemia taltutettua viimeistään kesäksi 2021. Parhaimmillaan mallinnukset ovat tarjonneet varoittavia signaaleja epidemian kiihtymisestä jo kuukausia ennen varsinaisia kriisitilanteita, antaneet tarkan kuvan koronaepidemian vaarallisuudesta sekä luoneet informaatiota päättäjien tueksi.

Suomen koronaepidemian mallinnus mahdollistui heti alkuvuonna 2020, kun Terveysten ja hyvinvoinnin laitos (THL) alkoi julkaista dataa havaituista koronatartunnoista. Alkuvaiheessa data julkaistiin THL:n verkkosivuilla, josta sen sai käsipelillä poimitua talteen. Myöhemmin THL alkoi tarjoamaan tartuntatautirekisterin dataa suoraan koneluettavan rajapinnan kautta. Muutamat tahot julkaisevat julkisesti Suomen koronaepidemian mallinnusten tuloksia: THL:n mallinnuksia julkaistaan epäsäännöllisesti, epidemia.fi-sivustolla pyörii päivittäin päivittyvä malli ja esimerkiksi Kausal Oyn Reina-mallia on pystynyt ajamaan verkkokäyttöliittymän kautta.

Mallinnus tuottaa tulkintaa menneestä koronatilanteesta sekä ennusteita tilanteen kehittymisestä erilaisten datalähteiden pohjal-

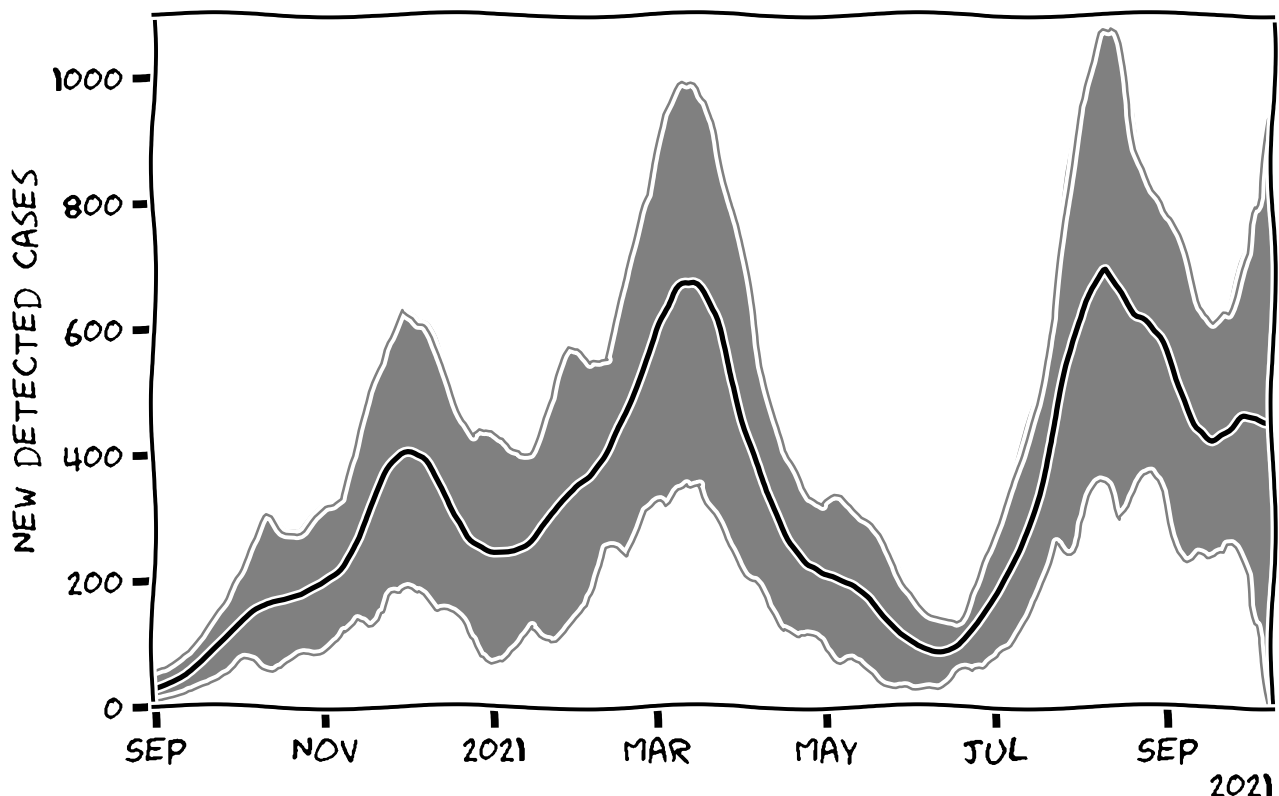
ta. Syötteistä tärkein on tartuntojen kokonaismäärä, joka saadaan vain huolellisella väestön testaamisella. Lisäksi mallista riippuen sille voidaan syöttää esimerkiksi koronaviruksen vasta-aineiden esiintyvyyttä väestössä, sairaanhoidossa olevien koronapotilaiden määrä, koronakuolleisuus, väestön ikä- ja kohtaamistilastoja sekä esimerkiksi teleoperaattoreiden liikkuvuusdataa. Havaittujen tartuntojen määrä on erinomainen syöte, sillä se seuraa liki reaaliaikaisesti todellista epidemian tilaa, kun puolestaan sairaanhoidon tarve kuvaa epidemiaa puolisentoista viikkoa menneisyydessä ja kuolleisuusdata laahaa noin kuukauden epidemiatilannetta jäljessä. Parhaimmillaan mallinnuksen tuloksena saadaan kuitenkin kattava kuva lähitulevaisuuden epidemiatilanteesta: arvio todellisesta koronatartuntojen

määrästä, sairaanhoidon tarpeesta sekä koronakuolleisuudesta.

Liki kaikki koronaepidemian mallit jakavat yksilön tilan neljään kategoriaan: terve, sairastunut muttei tartuttava, tartuttava ja parantunut/menehtynyt. Nykyhetkellä mallit jakavat edellämainitut tilat vielä rokotusstatuksen mukaan. Karkeimmat mallit kuvaavat epidemian kehittymistä keskeiskenttämallilla, jossa väestöä käsitellään yhtenäisenä joukkona. Mallin yksityiskohtaisuutta voidaan lisätä ikä- ja aluepohjaisilla jaotelluilla, ja mikrotasolla voidaan jopa mallintaa epidemian leviämistä yksittäisten henkilöiden välisten kontaktien kautta. Dynamiikkaa kuvaa (mahdollisesti stokastinen) differentiaali- tai differenssiyhtälö, joka ratkaistaan numeerisesti. Sen sijaan viranomaistyönä dynamiikkaa voidaan ilmeisesti mallintaa myös suoransovituksella logaritmisella asteikolla.

Mallien ennusteiden osuvuuteen vaikuttavat käytännössä (1) mallin tarkkuus, (2) arvio nykyisestä epidemiatilanteesta, (3) henkilöiden kontaktien mallinnuksen tarkkuus, (4) arviot tulevista rajoitus- ja suojatoimista sekä (5) väestön käyttäytymisvaste epidemiatilanteeseen (ts. rajoittavatko ihmiset toimintaansa epidemiatilanteen pahentumissa). Näiden tekijöiden epävarmuudet tekevät ennusteiden kvantitatiivisista arvioista epävarmoja muutaman viikon jälkeen. Tosin, jos mallinnuksen tavoitteena on havainnollistaa mahdollisia skenaarioita, ei mallien epävarmuus ole niin kriittistä.

Skenaariomallinnuksessa kuitenkin arviot rajoitusten ja suojatoimien (”interventiot”) vaikutuksista ovat kriittisiä tulosten luotettavuuden kannalta. Erilaisten interventioiden tehoa epidemian hallinnassa onkin arvioitu useissa kymmenissä tutkimuksissa, ja interventioiden mallintaminen luo päättäjille arvokasta informaatiota poliittisten rajoit-



tuspäätösten ja suositusten vaikutuksista epidemiatilanteeseen. Usein interventioiden vaikutusta arvioidaan sovittamalla parametrisoituja malleja lukuisten eri maiden rajoitukseen ja epidemioiden kehittymiseen.

Interventioiden vaikutusarviot ovat usein kuitenkin epävarmoja, sillä ne voivat olla malliriippuvaisia ja mahdolliset huomiotta jääneet tekijät vääristävät niitä. Lisäksi interventioiden teho ei ole ajallisesti vakio, vaan teho muuttuu julkisen keskustelun, turnausväsymyksen ja ihmisten henkilökohtaisten riskiarvioiden mukaan. Epävarmuuksista huolimatta interventioiden vaikutusarvioita käytetään mielellään epidemiaskenaarioiden mallinnuksessa. Lisäksi oman epävarmuutensa mallintamiseen tuovat poliitikkojen ja virkamiesten luomat skenaarit. Esimerkiksi kokoontumisrajoitukseen tyypillisesti sisällytetään vaatimus, että ihmisten välille on *mahdollista* jättää turvaväli. Sen sijaan turvavälien *toteutuminen* ei

ole vaatimuksena. Näin suuri epävarmuus mallinnusskenaarion määrittelyssä hankaloittaa etukäteen tehtäviä arvioita päätösten vaikutuksista epidemiatilanteeseen.

Syksyllä 2021 epidemian etenemisen mallintaminen on huomattavasti helpottunut aikaisemmasta. Enää ei ole useaa mallinnettavaa virusvarianttia, vaan kaikki on käytännössä deltaa. Rokotuskattavuus on hieman yli 70 %, ja sen kasvu on hidastunut. Tekstin kirjoitushetkellä rajoitukset on pääosin poistettu, eikä uusia ole näköpiirissä. Datan perusteella koronaepidemia ei kuitenkaan ole vielä ohi. Tämän artikkelin kirjoitushetkellä tapausmäärät ovat kasvussa, ja sairaala- ja tehohoidon tarve alkaa olla samaa suuruusluokkaa kuin keväällä 2021. Mikään malli ei viittaa epidemian laantuvan lähikuukausina, mutta ne eivät toki sisällä ”pääministeriparametria”, joten mahdollisuudet ovat vielä avoimina.

Kirjoittaja *Janne Solanpää on laskennallisen fysiikan alan tekniikan tohtori. Hänen tutkimuksensa keskittyy laskennallisten menetelmien kehittämiseen ja soveltamiseen mm. fysiikan, lääketieteen ja terveystieteiden aloilla. Hän toimii nykyään teollisuudessa tutkimus- ja tuotekehitystehtävissä (data scientist), missä hän on viime aikoina tutkinut ihmisten terveydentilan ja hyvinvoinnin arviointia fysiologisten signaalien pohjalta. Lisäksi Solanpää tekee konsultaationa monenlaisia laskennallisia analyysjä mm. koronapandemiaan liittyen.*