

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

dr. Oroszi Beatrix

A hazai COVID járvány kapcsán azonosított térségi egyenlőtlenségek a megbetegedés, a halálozás és az átoltottság szintjén; azok háttere és népegészségügyi konzekvenciái

DEBRECENI EGYETEM

EGÉSZSÉGTUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Debrecen, 2022

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

**A hazai COVID járvány kapcsán azonosított térségi
egyenlőtlenségek a megbetegedés, a halálozás és az
átoltottság szintjén; azok háttere és népegészségügyi
konzekvenciái**

dr. Oroszi Beatrix

Témavezető: Prof. Dr. Ádány Róza



**Debreceni Egyetem
Egészségtudományok Doktori iskola**

Debrecen, 2022

Tartalomjegyzék

1	Rövidítések jegyzéke.....	6
2	Bevezetés	7
2.1	<i>A COVID-19 világjárvány, mint globális krízis; ennek egészségügyi, társadalmi és gazdasági aspektusai</i>	<i>7</i>
2.2	<i>Keretrendszer és szakirodalmi áttekintés a COVID-19 világjárvány egészségre és egészség-egyenlőtlenségekre gyakorolt hatásainak vizsgálatához</i>	<i>11</i>
2.3	<i>A kutatás fókuszálása a vizsgált pandémiás hullámokra és a pandémia közvetlen, rövid távú, egészséggel kapcsolatos hatásaira.....</i>	<i>16</i>
3	Irodalmi áttekintés	18
3.1	<i>COVID-19 pandémiás hullámok, a legfontosabb járványügyi beavatkozási stratégiák és a nemzetközi ajánlások érvényesülése Magyarországon</i>	<i>18</i>
3.2	<i>A pandémia előtt fennálló, a COVID-19 világjárvány egészségre és egészség-egyenlőtlenségekre gyakorolt hatásainak vizsgálata szempontjából releváns egyenlőtlenségek Magyarországon</i>	<i>26</i>
4	A kutatás célkitűzései.....	29
5	Anyag és módszer	29
5.1	<i>A kutatás adatforrásai.....</i>	<i>29</i>
5.2	<i>Általános epidemiológiai módszerek és mutatók a COVID-19 járvánnyal kapcsolatos egészségi állapot, valamint a COVID-19 elleni védőoltási program vizsgálatára</i>	<i>31</i>
5.3	<i>Az epidemiológiai mutatók területi mintázatának vizsgálata.....</i>	<i>31</i>
5.4	<i>Epidemiológiai mutatók (index) és módszerek a TGH (depriváció) vizsgálatára</i>	<i>33</i>
5.5	<i>Összefüggés vizsgálat.....</i>	<i>35</i>
6	Eredmények.....	37
6.1	<i>A COVID-19 morbiditás és mortalitás általános, leíró epidemiológiai jellemzése, térségi egyenlőtlenségek azonosítása</i>	<i>37</i>
6.2	<i>A COVID-19 elleni átvetttség térbeli és időbeli alakulása, területi egyenlőtlenségei.....</i>	<i>44</i>
6.3	<i>A morbiditás, mortalitás és a COVID-19 elleni átvetttségi mutatók térbeli egyenlőtlenségeinek háttérben feltételezett társadalmi-gazdasági hatások vizsgálata.....</i>	<i>47</i>
7	Megbeszélés	54
7.1	<i>A legfontosabb eredmények összefoglalása és összehasonlítása releváns nemzetközi szakirodalmi adatokkal, következtetések levonása</i>	<i>54</i>

7.2	<i>A COVID-19 világjárvány egészségre, egészség-egyenlőtlenségekre gyakorolt hatásainak várható népegészségügyi következményei Magyarországon rövid és hosszú távon</i>	<i>62</i>
7.3	<i>Kritériumrendszer és javaslatok a területi alapú kockázatértékelés és a kockázat alapú, területileg differenciált jövőbeli intézkedések kidolgozásához</i>	<i>64</i>
7.4	<i>A kutatás módszertani korlátai</i>	<i>71</i>
7.5	<i>Kiemelt megállapítások, következtetések.....</i>	<i>74</i>
8	Összefoglalás	75
9	Tárgyszavak	76
10	Summary	76
11	Keywords.....	77
12	Köszönetnyilvánítás	78
13	Irodalomjegyzék	79

1 RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

Rövidítés	Angol nyelvű megnevezés	Magyar nyelvű megnevezés
COVID-19	Coronavirus Disease-19	Koronavírus megbetegedés 2019
DI	Deprivation Index	Deprivációs Index
ECDC	European Centre for Disease Prevention and Control	Európai Betegségmegelőzési és Járványvédelmi Központ
EU	European Union	Európai Unió
GALI	Global Activity Limitation Indicator	n.r.
HR	Hazard Ratio	Kockázati arány
IHME	Institute for Health Metrics and Evaluation	n.r.
IHR (2005)	International Health Regulations (2005)	Nemzetközi Egészségügyi Szabályok (2005)
INLA	Integrated Nested Laplace Approximation	Integrált Beágyazott Laplace-Közelítés
ISH	n.r.	Incidencia Sűrűség Hányados
KI	n.r.	Konfidencia intervallum
MERS	Middle East Respiratory Syndrome	Közel-keleti Légúti Tünetegyüttes
NEAK	n.r.	Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő
NFI	n.r.	Nem-farmakológiai intézkedések
NNK	n.r.	Nemzeti Népegészségügyi Központ
PH	n.r.	Pandémiás hullám
PHEIC	Public Health Emergency of International Concern	Nemzetközi aggodalomra okot adó közegészségügyi veszélyhelyzet
R_0	Basic reproductive number	Alap reprodukciós szám
R	Effective reproductive number	Effektív reprodukciós szám
RIF	Rapid Inquiry Facility	n.r.
RK	n.r.	Relatív kockázat
SARS	Severe Acute Respiratory Syndrome	Súlyos Akut Légzőszervi Tünetegyüttes
SARS-CoV-2	Severe Acute Respiratory Syndrome-Coronavirus-2	Súlyos Akut Légzőszervi Tünetegyüttes-Koronavirus-2
TGH	n.r.	Társadalmi-gazdasági helyzet
VOC	Variants of Concern	Aggodalomra okot adó variánsok
WHO	World Health Organisation	Egészségügyi Világszervezet
WHO EC	WHO Emergency Committee	WHO Veszélyhelyzeti Bizottság
YLL	Years of Life Lost	Elvesztett életevek

(n.r. = nem releváns)

2 BEVEZETÉS

2.1 A COVID-19 világjárvány, mint globális krízis; ennek egészségügyi, társadalmi és gazdasági aspektusai

A COVID-19 világjárvány globális népegészségügyi és társadalmi hatását tekintve a 21. század eddigi legnagyobb egészségügyi kihívása. A kialakult súlyos egészségügyi válsághelyzet okainak és – egyelőre rövidtávú – következményeinek a feltárása hozzájárulhat ahhoz, hogy megértsük, milyen mozgatórugói voltak a több mint két éve tartó globális járványügyi krízis kialakulásának és eszkalációjának, fókuszba helyezve és értelmezve a társadalom különböző csoportjainak eltérő érintettségét.

2019. december 31-én jelentette be Kína az Egészségügyi Világszervezet (WHO) kínai országirodájának, hogy ismeretlen eredetű tüdőgyulladás megbetegedések halmozódását detektálták Kína Hubei tartományában, Wuhan városában (WHO, 2020d). A kínai hatóságok a járványkitörés kórokozójaként 2020. január 7-én azonosították a koronavírus egy új típusát, melyet a WHO 2020. február 11-én hivatalosan SARS CoV-2-nek, az általa okozott betegséget pedig COVID-19-nek nevezett el (WHO, 2020c). Egy újként felbukkanó kórokozó népegészségügyi jelentősége abból fakad, hogy az általa okozott megbetegedés esetén kezdetben a népesség fogékonysága általános, ezért a járvány első hónapjaiban célzott, hatékony intézkedések hiányában, rövid idő alatt a népesség jelentős hányada fertőződhet meg.

A kórokozó fertőzőképessége 2020-ban még nem sokkal haladta meg az influenzáét, és jelentősen elmaradt pl. a kanyaróétól vagy a bárányhimlőétől; letalitása pedig elmaradt a 2002-ben (SARS), illetve 2012-ben megjelent új koronavírusok (MERS) okozta betegségekéétől. Mégis a SARS-CoV-2 lett az a kórokozó, amely korunk eddigi legnagyobb globális járványügyi krízisét kirobbantotta.

Míg a 2002-2003-as SARS járványt nyolc hónap alatt felszámolták, és a halálesetek száma nem lépte túl az 1000 főt (WHO, 2003), addig a SARS-CoV-2 világjárvány máshogy alakult. SARS esetén ugyanis a fertőzötteknél egyértelműen azonosítható, gyakran súlyos tünetek alakultak ki, míg a COVID-19 fertőzöttek nagy része enyhe tünetekkel betegszik meg, vagy tünetmentes, miközben fertőzőképes lehet. A SARS-CoV-2 fertőzési láncokat emiatt sokkal nehezebb detektálni, a vírusterjedést megállítani, a járványt felügyelet alá vonni.

2020 első hónapjaiban több országban is extrém kiterjesztésű karantén intézkedéseket vezettek be, beleértve nagyvárosok teljes elszigetelését, határok lezárását. Szigorú kijárási korlátozásokkal csökkentették az emberek közötti kontaktusszámot annak érdekében, hogy

megakadályozzák az új vírus terjedését. Ezek az intézkedések szükségesek voltak ahhoz, hogy a terjedés lassítása révén az emberiség időt nyerjen, és egy, az 1918-19-es „spanyolnáthához” hasonló nagyságrendű járványügyi katasztrófát elkerülhessen, ahhoz azonban már túl későn történtek, hogy a SARS-CoV-2 epidémia világvárossá válását az emberiség megelőzze.

2020 első néhány hónapjában szerte a világban közösségi terjedésről számoltak be, emiatt a WHO január 30-án különös aggodalomra okot adó veszélyhelyzetet jelentett be, majd 2020. március 11-én világvárossá minősítette a COVID-19-et (WHO, 2020a, 2020f).

A SARS-CoV-2 pandémia nagyságát, kiterjedtségét jól jelzi, hogy több mint két évvel a pandémia kihirdetését követően, 2022. április közepén a világszerte regisztrált COVID-19 esetek száma meghaladta az 500 milliót (WHO, 2020e). A helyzetet jobban tükröző becsléseket lehet készíteni olyan modellel, ami kombinálja a jelentett COVID-19 esetszámot, halálesetszámot, többethalálózást, a kórházi kezeléseket számát és a szeroprevalencia adatokat. Az Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) számításai szerint 2021. november 14-ig a világ lakosságának közel 40%-a (3,80 milliárd fő, 95% KI 3,44–4,08) fertőződött meg legalább egyszer SARS-CoV-2-vel (Barber *et al.*, 2022), az ezt követően kezdődő járványhullám pedig még a korábbiaknál is nagyobb COVID-19 esetszámot eredményezett. Az Egyesült Államokban véradók bevonásával végzett szeropidemiológiai vizsgálat eredménye szerint 2021 december végéig a 16 éven felüliek körében 92,9%-os volt a kombinált becsült SARS-CoV-2 szeroprevalencia, amelynek háttérében a fertőzés átvészélése, védőoltás, vagy mindkettő állt (Jones *et al.*, 2022).

A pandémia kezdete óta eltelt idő alatt a SARS-CoV-2 folyamatos genomikai változásokon ment keresztül, ami különböző tulajdonságú vírus-variánsok szelektálásához és időszakos térhódításához vezetett. Ezek közül az „aggodalomra okot adó variánsok” (Variants of Concern – VOC) a legfontosabbak járványügyi szempontból, mert megváltozott fertőzőképességük, lehetséges immunelkerülésük és/vagy az általuk okozott betegség súlyossága miatt ezek a variánsok képesek a pandémia menetét lényegesen befolyásolni (ECDC, 2022b). 2021-től már lényegében az aggodalomra okot adó variánsok alakítják a COVID-19 járványügyi helyzetet. A SARS-CoV-2 adaptív evolúciója jelenleg is zajlik, amely monitorozása, s az új variánsok egészségre gyakorolt hatásainak feltárása a járványügyi készség fenntartásához nélkülözhetetlen.

A pandémia eddigi súlyosságát mutatja, hogy 2022 április közepéig a COVID-19-cel összefüggő halálesetek regisztrált száma világszerte meghaladta a 6 milliót (WHO, 2022c). Összehasonlításként: a szezonális influenzával összefüggésbe hozható halálesetek becsült

évenkénti globális száma 389 000 (95% KI: 294 000 - 518 000), melynek 67%-a 65 évesek és idősebbek körében fordul elő (Paget *et al.*, 2019). Egy 31 országra kiterjedő vizsgálat szerint 2020-ban mintegy 28 millió többlet életév veszteség következett be, ami több mint ötszöröse a 2015-ös szezonális influenzajárvány idején detektáltak (Islam *et al.*, 2021). A rákövetkező évben, 2021-ben, is nagyszámú emberéletet követelt a világjárvány. Az Egyesült Államokban például az összes halálozás 2003 óta nem látott rekordot döntött, és a COVID-19 harmadik helyen állt a vezető halálokok sorában, a kardiovaszkuláris betegségek és a rosszindulatú daganatok után (Ahmad, 2022).

A WHO becslése alapján, 2020-2021-ben a COVID-19 világjárvány okozta többlethalálozás globálisan 14,9 millió volt (95% KI: 13,3-16,6) (WHO, 2022a); mintegy 2,7-szerese annak, mint amit a különböző országok hivatalosan jelentettek (Knutson *et al.*, 2022). Hasonló eredményre jutott az IHME hat modell eredményeinek összesítésén alapuló, ugyanezen időszakra vonatkozó többlethalálozás becslése, mely 18,2 millió (95% KI: 17,1-19,6) többlethalálozást valószínűsít, ami a regisztrált halálozási esetszám háromszorosa (Wang *et al.*, 2022).

A pandémia okozta halálozási veszteségek annak ellenére nagyon jelentősek, hogy 2020 decemberétől kezdődően fokozatosan elérhetővé váltak a COVID-19 elleni oltóanyagok, majd egy év alatt a világ lakosságának csaknem felét sikerült két dózissal beoltani. Ez alatt az egy év alatt a világ 185 országában a védőoltások révén megelőzött COVID-19-cel összefüggő halálesetek becsült száma 14,4 millió (95% KI: 13,7-15,9), de a többlethalálozással is számolva a becsült érték még magasabb, mintegy 19,8 millió (95% KI: 19,1- 20,4), ami az összes többlethalálozás mintegy 60%-os globális csökkentését jelenti (Watson *et al.*, 2022).

A COVID-19 megbetegedés és az azzal összefüggő halálozás nem meríti ki a világjárvány egészségre gyakorolt hatásainak körét. Nagyon sok túlélő szenved ugyanis a fertőzés posztakut következményeiben, melyet a WHO hosszú-COVID-ként definiált (Alwan and Johnson, 2021). A hosszú-COVID egészségügyi, társadalmi, gazdasági következményei jelenleg még pontosan nem ismertek, de nagy valószínűséggel nem maradnak el az akut COVID-19 következményeitől (Cutler, 2022).

A COVID-19 világjárvány járványügyi eseményként indult, de később egészségügyi, társadalmi és gazdasági krízisbe fordult. A kialakult globális krízisnek szükséges, de nem elégséges feltétele volt a SARS-CoV-2 megjelenése és terjedése, mivel a krízishez az intézkedések következményei is hozzájárultak.

A világmjárvány közvetlen egészségügyi hatásain túl a közvetett hatásai is jelentősek. Jól ismert, hogy a morbiditás és mortalitás vezető okát jelentő kardiovaszkuláris betegségek esetén a pandémiát megelőzően világszerte javuló túlélési mutatókat sikerült elérni. A kedvező trend fenntartása megköveteli a korai diagnózist, a komplex intervenciókat és a krónikus gondozást egyaránt magában foglaló, folytonos, összehangolt egészségügyi ellátási lánc biztosítását a betegek számára; mindezt azonban a COVID-19 pandémia, és a vírusterjedés visszaszorítására irányuló intézkedések gyakran és több ponton is megszakították (Nadarajah *et al.*, 2022). Egy másik példa a szervezett emlő, méhnyak- és vastagbél szűrések, melyekre szintén negatív hatással voltak a járványügyi intézkedések. Egy több országot magában foglaló, 11 közlemény adatait feldolgozó meta-analízis eredményei szerint a pandémia első évében szignifikáns csökkenés volt kimutatható a szervezett szűrésen résztvevők számában: a pandémia előttihez képest a mammográfiás szűrés incidenciája 63%-kal (95% KI: 0,53-0,77), a szűrő kolonoszkópia incidenciája 11%-kal (95% KI: 0,05-0,24), a méhnyakszűrés incidenciája 10%-kal (95% KI: 0,04-0,24) csökkent (Mayo *et al.*, 2021). Az ellátási láncok sérülése, a késői vagy elmaradt diagnózisok és kezelések számos krónikus nem-fertőző (kiemelten daganatos) betegség esetében tovább növelhetik a pandémiával összefüggő egészség- és életév-veszteségeket.

A COVID-19 világmjárvány társadalmi és gazdasági hatásait tekintve is jelentős krízist okozott. Megváltozott a társadalmi mobilitás: például csökkent az emberek közötti kontaktusok száma, időszakosan szünetelt a jelenléti oktatás az iskolákban, megváltoztak a közlekedési, munkavégzési szokások. A gazdálkodó szervezetek működését megzavarták a lezárások, a munkahelyi hiányzások, a megváltozott fogyasztói szokások és az akadózó ellátási láncok, ami jellemzően egy-egy gazdasági szereplő diszfunkcionalitásának tovaagyűrűző hatásaként széles kört érintett. A pandémia rávilágított a társadalom és a gazdaság egyes szereplőinek szoros kapcsolatára; arra, hogy a háztartások, üzleti szereplők, egészségügyi szolgáltatók, intézmények nagyon szorosan függenek egymástól, ezért egy jelentős járványügyi krízis negatív hatással bír más szektorokra, sőt destabilizálhat akár teljes nemzetgazdaságokat is.

A Világbank 2022. évi jelentése szerint a COVID-19 világmjárvány első évének kedvezőtlen gazdasági hatásai globális szinten meghaladták az azt megelőző 120 év gazdasági válságainak hatását (bármelyik év tekintetében), beleértve a két világháborút, az 1930-as évek, illetve a 2007-2008-as évek nagy gazdasági világválságait is (World Bank, 2022). A helyzetet tovább súlyosbítja, hogy a pandémia kedvezőtlen gazdasági terhei egyenlőtlenül sújtották a világ népességét, ezzel növelték az országok közötti és az egyes országokon belül már korábban is fennálló egyenlőtlenségeket (World Bank, 2022).

A COVID-19 világjárvány kirobbanása éppolyan gyors volt, mint az ezzel szinte egyidőben jelentkező kedvezőtlen hatások megjelenése. A világjárvány felszámolása és a károk helyreállítása azonban elhúzódó folyamat, amely hosszú éveket, évtizedeket vehet majd igénybe. A világjárvány ugyanis egy olyan összetett, összetársadalmi krízishelyzetet teremtett, amely kezelésében a kezdetektől fogva nagy kihívást jelentett megtalálni az egyensúlyt a krízis által veszélyeztetett emberi élet és egészség minél eredményesebb védelme és a hosszabb távú kedvezőtlen gazdasági hatások mérséklése között. Az emberek társadalmi-gazdasági helyzetének (továbbiakban TGH) romlása hosszútávon ugyancsak jelentős egészségben eltöltött életév-veszteségeket okozhat.

Az 1918-as influenza világjárvány idején széles körben elfogadott volt az az állítás, hogy az influenza a gazdagokat és a szegényeket egyaránt sújtja. 1931-ben Edgar Sydensticker, az Egyesült Államok Népegészségügyi Szolgálatának statisztikusa tudományos eredményeivel cáfolta ezt a feltételezést (Morabia, 2021). A COVID-19-ről is sokan tévesen gondolják azt, hogy a vírus a társadalmi státusztól függetlenül ugyanolyan mértékben veszélyes az emberekre.

A COVID-19 világjárvány kedvezőtlen hatásai súlyosabbak, tartósabbak, és nehezebben helyreállíthatóak azokban a társadalmi csoportokban, amelyeket kedvezőtlenebb TGH jellemez. Az e mögött meghúzódó jelenségek és összefüggések komplex, bonyolult rendszert alkotnak, amelynek elemzése, feltárása és a problémák megoldására irányuló stratégiák kidolgozása nemcsak a COVID-19 pandémia, hanem a jövőbeli egészségügyi, társadalmi, gazdasági krízishelyzetek kezelése szempontjából is hasznosítható lehet.

2.2 Keretrendszer és szakirodalmi áttekintés a COVID-19 világjárvány egészségre és egészség-egyenlőtlenségekre gyakorolt hatásainak vizsgálatához

Az egészséget számtalan tényező alakítja, ezek egy része az egyén személyes jellemzőivel (pl. nem, kor, genetikai tényezők) és egészségmagatartásával (pl. dohányzás, kontrollálatlan alkohol fogyasztás, egészségtelen táplálkozás, rendszeres testmozgás hiánya), másik része természeti és épített környezetével, illetve társadalmi és gazdasági helyzetével függ össze.

A WHO definíciója szerint az egészség társadalmi meghatározói azok a nem-medikális körülmények, amelyek befolyásolják az egészséget, miközben „az emberek születnek, felnőnek, élnek, dolgoznak és öregszenek”, továbbá meghatározzák az emberek „hatalomhoz, pénzhez és erőforrásokhoz való hozzáféréseinek egyenlőtlenségét” (Marmot, 2011). Ide tartozik pl. a jövedelem, az iskolázottság, a munkanélküliség, a munkahelyi környezet, a lakókörnyezet és a lakóhely, a társadalmi és közösségi viszonyok, a társas kapcsolatok, az esetleges

diszkrimináció, továbbá a hozzáférés a megfelelő minőségű gyógyító-megelőző egészségügyi ellátáshoz (WHO, 2021a). Ezek a társadalmi tényezők az egészség-egyenlőtlenségek legfontosabb meghatározói.

A pandémia hatásainak vizsgálatakor fontos rámutatni a pandémia előtt már fennálló egészség-egyenlőtlenségek szerepére, amelyek az Európai Unió (EU) tagállamaiban már a COVID-19 világjárvány előtt is jelentősek voltak. Egy 26 országot magában foglaló kutatás 2002 és 2017 között vizsgálta a fogyatékossgal kapcsolatos egyenlőtlenségek alakulását egy önbevalláson alapuló, ún. Global Activity Limitation Indicator (GALI) segítségével, két felmérés adataira támaszkodva. Az EU jövedelmi és megélhetési statisztikája alapján végzett elemzés (European Union Statistics on Income and Living Conditions - EU-SILC) a korlátozottság prevalenciájának évenkénti alakulását vizsgálta az iskolázottság függvényében. A vizsgálat az alacsony és magas iskolai végzettségű csoportok közötti különbség és viszonyszám (prevalencia az alacsony iskolázottságúak körében a magasán iskolázottak esetében tapasztalt prevalenciához viszonyítva) időbeli növekedését jelezte, annak ellenére, hogy a magasabb iskolázottságúak esetében a prevalencia csökkent. Az Európai Szociális Felmérés (European Social Survey - ESS) adatai alapján a 30-79 éves lakosság körében országonként különböző mértékben voltak eltérések kimutathatók úgy a prevalencia értékek, mint a viszonyszámok tekintetében. A szerzők megállapították, hogy a fogyatékossg eloszlásában tapasztalt társadalmi-gazdasági egyenlőtlenségek a vizsgált időszak alatt az EU-ban nem javultak (Rubio-Valverde, Mackenbach and Nusselder, 2021).

Társadalmi egyenlőtlenségek állnak fenn a világjárvánnyal szembeni megküzdési képesség (reziliencia) tekintetében is, ami társadalmi, ágazati, intézményi és egyéni szinten is értelmezhető. A reziliencia mértékét társadalmi szinten alapvetően meghatározza, hogy milyen egy adott térség egészségügyi, népegészségügyi rendszerének fejlettsége, kapacitása és képessége hatékony beavatkozásokra és a nehézségek átvészelésére a pandémiás hullámok során, valamint a járványból való gyors kilábalás képessége a lehető legkevesebb veszteséggel. A reziliencia egyéni szinten azt a megküzdési képességet jelenti, ami alkalmassá teszi az egyént helytállásra és alkalmazkodásra szélsőséges élethelyzetekben, erős stresszhatásoknak kitéve is. A társadalmi tényezők a reziliencia egyéni szintjét is messzemenőig befolyásolhatják.

A fentiek alapján már a pandémia legelején is valószínűsíthető volt, hogy az egészséget meghatározó társadalmi tényezőknek a COVID-19 világjárványban kulcsszerepük lesz.

A COVID-19 világjárvány egészségre és egészség-egyenlőtlenségekre gyakorolt hatásainak áttekintését szolgáló keretrendszert az *1. táblázat* tartalmazza.

1. táblázat
Keretrendszer a COVID-19 világjárvány egészségre és egészség-egyenlőtlenségekre gyakorolt hatásainak áttekintéséhez

Pandémia előtt	Egészségi állapot a pandémia előtt
	Egészséget meghatározó tényezők a pandémia előtt
	Reziliencia
Pandémia során	COVID-19 közvetlen hatások
	COVID-19 okozta közvetett hatások
	Központi intézkedések hatásai
Pandémia után	A COVID-19 közvetlen és közvetett hatásainak következményei
	Központi intézkedések következményei egyéni és társadalmi szinten
	Pandémia során szerzett tapasztalatok hasznosulásának mértéke

A COVID-19 világjárvány még inkább felfedte a különböző társadalmi csoportok közötti, már a pandémia előtt is meglévő egyenlőtlenségeket, és ráirányította a figyelmet arra, hogyan befolyásolják a pandémia okozta járványügyi krízist az egyenlőtlenségek, és a krízis hogyan befolyásolja az egyenlőtlenségeket.

A SARS-CoV-2 fertőzés és a COVID-19 közvetlenül, többféle mechanizmussal növelheti rövidtávon az egészség-egyenlőtlenségeket. A folyamat kritikus pontjai egyéni szinten a különbségek a fogékonyságban, a megfertőződés kockázatában, valamint a súlyos, potenciálisan halálos kimenetelű COVID-19 kockázatában.

Az akut COVID-19-et követően különböző tünetek és panaszok hosszabb távon is fennállhatnak, vagy megjelenhetnek, ezt nevezik hosszú-COVID-nak, amelynek gyakorisága jellemzően az akut morbiditás egyenlőtlenségeit követi. Beletartozik ebbe a COVID-19 megbetegedés fennállása 4-12. hétig, valamint a poszt-COVID tünetegyüttes, amikor a COVID-19 akut szakaszában, vagy azt követően kialakuló tünetek 12 héten túl is fennállnak (Alwan and Johnson, 2021).

Az Egyesült Államokban a poszt-COVID szindróma előfordulási gyakoriságát egy hónappal az akut fertőzés lezajlása után a 18-60 évesek körében 20%-ra, a 65 évesek és idősebbek körében 25%-ra becsülik (Bull-Otterson, 2022). A poszt-COVID tünetek széles spektrumon mozognak: gyakori például a kimerültség, a légszomj, izom- és ízületi fájdalmak, heves szívdobogás érzés, fejfájás, depresszió és kognitív problémák, az azonban még nem ismert, hogy ezek milyen hosszú ideig állhatnak fenn.

Egy másik vizsgálat szerint a túlélők nagy arányban számoltak be a fizikai aktivitás beszűküléséről, az életminőség tartós romlásáról, valamint szív-, tüdő-, vese-, illetve neurológiai elváltozásokról (Ali *et al.*, 2022; Morrow *et al.*, 2022). A poszt-COVID tünetegyüttes előfordulása szorosabb korrelációt mutat a COVID-19 fertőzés súlyosságával, mint a korábban meglévő krónikus alapbetegségekkel (Maglietta *et al.*, 2022).

Az eddigi leghosszabb követési idejű kutatás keretében a kínai Wuhanban közel 1200 COVID-19 miatt kórházban kezelt személyt vizsgáltak 6 hónappal, 12 hónappal és 2 évvel a kórházi elbocsátás után, hogy meghatározzák a COVID-19 hosszútávú, egészségre gyakorolt hatásait. Bár a fizikai és mentális egészség idővel javult, a résztvevők 55%-a két évvel később is legalább egy fennálló tünetről számolt be, például fáradtságról, alvászavarokról. Körükben romlott az életminőség, csökkent a fizikai aktivitás, gyakoribbá váltak a mentális problémák. A tünetek és panaszok miatt az egészségügyi szolgáltatások fokozott igénybevételére kényszerültek a hosszú COVID-ban nem érintettekhez képest. Összességében a gyógyult betegek egészségi állapota még két évvel az elbocsátás után is általában rosszabb volt, mint az általános népességé. (Huang *et al.*, 2022). A COVID-19 elleni védőoltások csökkentik a poszt-COVID kialakulásának kockázatát (Zisis *et al.*, 2022), de az egyenlőtlenségek itt is megjelennek: az alacsonyabb átoltottságú csoportok ebből kevésbé tudnak profitálni.

Vannak ugyan arra utaló adatok, hogy az omikron variáns okozta COVID-19 túlélői között a poszt-COVID ritkábban fordul elő, mint a korábbi variánsok esetében (Morioka *et al.*, 2022), de összességében a poszt-COVID okozta perzisztens egészség-problémák az elkövetkező időkben valószínűleg még így is nagy terhelést rónak majd az egészségügyi ellátórendszerre, és tovább növelik az egészség-egyenlőtlenségeket is.

A legújabb kutatások a COVID-19 kockázati tényezőként való megfontolásának szükségességét is felvetették egyes krónikus betegségek, pl. szív-érrendszeri betegségek, esetében. Xie és munkatársai például számos kardiovaszkuláris betegség magas kockázatát azonosították egy egyéves követési idejű kohorszvizsgálat során, melybe több mint 150 000 - COVID-19 első 30 napját túlélő - személyt, valamint kontrollcsoportokat vontak be. A COVID-

19-en átesettek csoportjában megnőtt többek között a stroke (HR = 1,52; 95% KI:1,43–1,62), az akut koronária-betegség (HR = 1,72; 95% KI:1,56–1,90), a tüdőembólia (HR = 2,93; 95% KI: 2,73–3,15), és a mélyvénás trombózis (HR = 2,09; 95% KI:1,94–2,24) kockázata. A kockázatemelkedés korra, nemre, korábbi krónikus szív-érrendszeri betegség fennállására való tekintet nélkül igazolható volt, és az eredmények azt valószínűsítik, hogy az elváltozások összességében a COVID-19 fertőzés következményének tudhatók be (Xie *et al.*, 2022).

A pandémia következtében növekvő egészség-egyenlőtlenségek számbavétele során a COVID-19 direkt egészséghatásain túl számos indirekt hatásával is számolni kell rövid (pl. számos, nem-COVID-19 beteg ellátásának halasztása) és hosszútávon (pl. elmaradt szervezett szűrővizsgálatok) is. Ez utóbbiak háttérben nagyon gyakran a COVID-19 miatti védelmi intézkedések állnak. Az indirekt hatások lehetnek negatívak (pl. a társadalmi kontaktuscsökkenés miatt kialakult elszigetelődés, magány és depresszió), vagy akár pozitívak (pl. a kötelező maszkviselés miatt más légúti fertőzések háttérbe szorulása, vagy a lezárások miatti forgalom csökkenés miatt kevesebb közlekedési baleset, jobb levegőminőség).

Egyenlőtlenségekre is valószínűleg kiható negatív indirekt hatásra példa a szervezett szűrővizsgálatok huzamosabb ideig tartó szüneteltetése, illetve redukált kapacitással való működtetése a pandémia során. Emiatt a daganatok kisebb hányadát azonosították, és gyakran csak előrehaladott stádiumban. Elek és munkatársai vizsgálták a világjárvány hatását az emlőszűrésre Magyarországon, mivel a szervezett szűrések a pandémia során két alkalommal is felfüggesztésre kerültek: az első hullám során két és fél hónapra, majd a harmadik hullám idején 2021 áprilisában. Ennek következtében az újként diagnosztizált emlőrák esetek száma, valamint az emlőeltávolítások száma is csökkent, ezen belül a részleges mastectomiáké nagyobb mértékben, mint a teljes emlőeltávolításoké. A mammográfiás vizsgálatok arányszáma sokkal meredekebb visszaesést mutatott a szervezett szűrések célcsoportjában (45-64 éves korcsoport), mint a 65 éveseknél és idősebbeknél. A szerzők megállapították, hogy a szervezett szűrések szüneteltetése miatti korlátozott hozzáférés mellett minden bizonnyal az igény is csökkent a szűrésekre a pandémia során, azért a mammográfiás vizsgálatok számának visszaesését a keresleti és a kínálati problémák együttesen okozhatták (Elek *et al.*, 2022).

További, egyenlőtlenségekre is negatívan ható következményei lehetnek hosszútávon a nem-COVID-19 betegek ellátási zavarainak, amelyek közül különös figyelmet érdemel a kardiovaszkuláris betegek népegészségügyi szempontból kiemelt fontosságú ellátása. Hat kontinens 49 országából származó 158 megfigyelési tanulmányt magában foglaló szisztematikus irodalomkutatás és metaanalízis keretében elemezték a COVID-19 világjárvány

hatását a SARS-CoV-2 fertőzéstől független kardiovaszkuláris betegségek ellátására. Ennek eredményei szerint a világméretű idején valamennyi kardiovaszkuláris betegség és földrajzi terület esetében kevesebb volt a kórházi felvétel, diagnosztikai és beavatkozási eljárás és járóbeteg-ellátás. A metaregressziós vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy az alacsony és közepes jövedelmű országokban jelentősebb csökkenés volt az ST-elevációval járó szívinfarktus miatti kórházi kezelések (RK=0,79; 95% KI: 0,66–0,94), valamint a revaszkularizációs kezelések (RK=0,73; 95% KI: 0,62–0,87) arányszámában, mint a magas jövedelmű országokban. Az alacsony- és közepes jövedelmű országokban a szívinfarktus (RK=1,22; 95% KI: 1,10–1,37) és a szívelégtelenség miatti (RK=1,08; 95% KI: 1,04–1,12) kórházi halálozás is növekedett. A szerzők megállapították, hogy a világméretű súlyosan kedvezőtlenül érintette a kardiovaszkuláris betegek ellátását, és az ellátási zavaroknak valószínűleg a jövőben is lesznek hatásai, mivel a késedelmes orvosi ellátás miatt növekedhet a szívizom károsodás, ezzel együtt pedig a halálozás kockázata is (Nadarajah *et al.*, 2022).

Szintén egészség-egyenlőtlenséget növelő tényező lehet a világméretű és más, egyidejűleg fennálló krízishelyzetek kapcsán kibontakozó gazdasági válság, mely az egyébként is kedvezőtlenebb TGH-ban élők növekvő munkanélküliségét és egyre mélyülő elszegényedését okozhatja.

Összességében tehát a pandémia egészség-egyenlőtlenségekre gyakorolt közvetlen, a járvány ideje alatt észlelt hatásán kívül számos olyan indirekt következménnyel kell számolni, amelyek hosszú évekig velünk maradnak, ezért a COVID-19 pandémia következtében tovább mélyülő egészség-egyenlőtlenségekről csak évekkel a pandémiát követően lehet majd megalapozott véleményt alkotni. Hosszútávon azonban lehetőség van az egyenlőtlenségek csökkentését célzó beavatkozásokra is, ha a világméretű tanulságaiból kiindulva adekvát intervenciókra kerül sor.

2.3 A kutatás fókuszálása a vizsgált pandémiás hullámokra és a pandémia közvetlen, rövid távú, egészséggel kapcsolatos hatásaira

Jelen kutatás az 1. ábrán feltüntetett komplex keretrendszeren belül a COVID-19 világméretű közvetlen, rövid-távú egészséghatásaival (regisztrált COVID-19 morbiditás és COVID-19-cel összefüggő mortalitás) foglalkozik, és a társadalmi, gazdasági helyzettel kapcsolatos magyarországi egyenlőtlenségeket tárja fel, ökológiai vizsgálat keretében.

A COVID-19 világméretű első két évében öt nagy járványhullám indult Magyarországon. Az első járványhullámot korán meghozott, drasztikus kontaktuscsoökkentő intézkedésekkel elfojtották, és a regisztrált COVID-19 esetek mintegy kétharmada intézményi terjedéshez volt

köthető (pl. kórházak, tartós ápolást, gondozást nyújtó szociális intézmények) (Röst *et al.*, 2020), ezért a limitált közösségi terjedés okán az első hullám térségi egyenlőtlenségeinek vizsgálatára jelen kutatásban nem került sor. Hasonlóképpen nem került bevonásra a vizsgálatba az ötödik járványhullám sem, mert az elemzés ideje alatt még nem zárult le.

Magyarországon az első járványhullám a szigorú intézkedések miatt elsősorban a társadalom és a gazdaság működésére gyakorolt jelentős kedvezőtlen hatást, a morbiditási, mortalitási, többlethalálozási mutatók tekintetében következményei eltörpülnek a második járványhullám súlyossága mellett. A második járványhullámnak tudható be, hogy Magyarországon már az első pandémiás év is nagyon súlyos következményekkel zárult, ugyanis csökkent a születéskor várható átlagos élettartam mind férfiak (-0,97 év) mind pedig nők (-0,79 év) körében, a többlet életév veszteség becsült száma 100 000 lakosra számolva pedig több mint 2320 volt (Islam *et al.*, 2021). Nem csökkent ebben az időszakban a várható élettartam Norvégiában, Dániában, Dél-Koreában, vagy Izlandon, de Magyarországnál is nagyobb veszteség sújtotta például az Egyesült Államokat, ahol a várható élettartam az előző évhez képest 1,98 évvel csökkent, vagy Bulgáriát, ahol 1,75 évvel rövidebb várható élettartamot becsültek (Pifarré i Arolas *et al.*, 2021). A második hullám után a harmadik és negyedik hullám sem bizonyult kevésbé súlyosnak Magyarországon.

A vizsgált három járványhullám különbözött a domináns SARS-CoV-2 típusai szerint. A SARS-CoV-2 evolúciója a világszerte megnőtt fertőzésszám, vírusreplikáció és a vírus genom extrém magas mutációs rátája (pusztán a tüskefehérjét kódoló génben közel tízezer mutációt azonosítottak 2021 decemberéig (Cameroni *et al.*, 2022)) miatt már a világjárvány első éveiben felgyorsult. A vírus kiváló adaptációs (immunválaszt elkerülő) képessége és a vele szemben meghozott intézkedések minőségének és mennyiségének globális szintű heterogenitása egyaránt közrejátszhatott abban, hogy az egyre nagyobb variabilitást mutató SARS-CoV-2 vírusok között a „leg fittebbek” (a korábbiaknál nagyobb fertőzőképességű, vagy az immunválasz „kicselezésére” leginkább képes variánsok) kisselektálódhattak, hogy időről-időre leváltsák a korábban domináns variánst (Liu *et al.*, 2022; Ulrich *et al.*, 2022).

A különböző SARS-CoV-2 variánsok nyomon követését a WHO koordinálja a szakértői és kutatói hálózatokkal, nemzeti hatóságokkal, intézményekkel együttműködve. 2020 végén a globális közegészségügyre fokozott kockázatot jelentő, növekvő számú variáns megjelenése arra készítette a WHO-t, hogy a monitorozás és kutatás prioritásainak meghatározása, valamint a COVID-19 világjárványra való folyamatos reagáláshoz szükséges információk biztosítása érdekében csoportosítsa ezeket a variánsokat (WHO, 2022b). Ezekből a variáns csoportokból a

legnagyobb népegészségügyi jelentősége az aggodalomra okot adó variánsoknak (VOC) van. Ide sorolják azokat a variánsokat, amelyek a globális járványügyi helyzet alakulását jelentősen befolyásolhatják a megnövekedett terjedési képességük (mértékegysége a reprodukciós szám, R_0), virulenciájuk vagy immun-elkerülő képességük miatt.

2. táblázat

A 2-4. pandémiás hullám (PH) domináns, aggodalomra okot adó SARS-CoV-2 variánsai Magyarországon és azok legfontosabb becsült karakterisztikumai

PH sorszáma	Domináns variáns	Első minta helye és ideje	Terjedési képesség, R_0	Virulencia	Immun-elkerülési képesség
2.	SARS-CoV-2 vad törzs	Wuhan, 2020 január	2,2 (Li <i>et al.</i> , 2020) 2,79 (Liu <i>et al.</i> , 2020)	Súlyos lefolyás kockázata 18% (95% KI:12,6-23,5%) (Hu <i>et al.</i> , 2020)	---
3.	Alfa-variáns	Egyesült Királyság, 2020 szeptember	4,56 (Du <i>et al.</i> , 2022)	Virulensebb a 2. PH során azonosított variánsoknál (Davies <i>et al.</i> , 2021)	Minimális (Haas <i>et al.</i> , 2021; Vokó <i>et al.</i> , 2022)
4.	Delta-variáns	India, 2020 december	5,94 (Du <i>et al.</i> , 2022)	Virulensebb a korábbi variánsoknál (Twohig <i>et al.</i> , 2022)	Növekvő (Goldberg <i>et al.</i> , 2021; Pouwels <i>et al.</i> , 2021)

Összességében megállapítható, hogy a Magyarországon lezajlott és jelen vizsgálat tárgyát képező három hullám során a SARS-CoV-2 egyre gyorsabb terjedési képességűvé és egyre virulensebbé vált, miközben az immunelkerülő képessége is fokozatosan növekedett (2. táblázat).

3 IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1 COVID-19 pandémiás hullámok, a legfontosabb járványügyi beavatkozási stratégiák és a nemzetközi ajánlások érvényesülése Magyarországon

Egy-egy járvány kedvezőtlen hatásainak mérséklésére a három alapvető védekezési stratégia az elimináció, a szupresszió és a mitigáció. Az elimináció célja a közösségi átvitel lehető legnagyobb mértékű kontrolljával a kórokozó terjedésének megakadályozása. A drasztikus járványfelszámolás célja a közösségi átvitel lehetőségének megszüntetése, és az elért nulla

regisztrált esetszám legalább 28 egymást követő napig történő fenntartása közegészségügyi beavatkozások végrehajtásával (zéró-COVID stratégia), amelyre példa Kína járványkezelése (Wu *et al.*, 2021). Az eliminációs stratégia fenntarthatósága COVID-19 esetén hosszabb távon kérdéses.

A visszaszorítás (szuppresszió) célja a közösségi fertőzések minimális szinten tartása, de nem szükségszerűen nulla esetszám elérésével. A kárenyhítő (mitigációs) stratégiák pedig célzott intézkedéseket jelentenek a megbetegedések számának kevésbé drasztikus csökkentésére annak érdekében, hogy az egészségügyi ellátórendszer túlterhelését megakadályozzák (Oliu-Barton *et al.*, 2021).

Mindhárom stratégia esetében a hatásos és eredményesen alkalmazható védőoltások elérhetővé válása új szintre emelte a védekezést. Az eliminációs és szuppressziós stratégiák végrehajtásának költsége például magas átoltottság esetén jelentősen csökkenhet.

Szakemberek széles köre egyetért abban, hogy a társadalom érdeke a COVID-19 incidencia minél alacsonyabb szinten tartása népegészségügyi és gazdasági szempontból egyaránt (Priesemann *et al.*, 2021).

Korántsem könnyen megválaszolható kérdés azonban, hogy ezt milyen módszerekkel a legelőnyösebb elérni. Globálisan összehangolt intézkedések hiánya és/vagy a COVID-19 elleni átoltottság egyenlőtlenségeinek figyelmen kívül hagyása azt eredményezi(k), hogy a SARS-CoV-2 fertőzések importálása folyamatosan csökkenti az eliminációs és szuppressziós törekvések eredményességét, s ezek költségei meghaladhatják társadalmi hasznukat (Oliu-Barton *et al.*, 2021). Figyelembe kell venni azt is, hogy az alacsony víruscirkuláció ugyan rövidtávon kisebb COVID-19 morbiditási és mortalitási egyenlőtlenségeket eredményezhet, de a hosszan tartó, vagy ismétlődő lezárások a TGH-juk alapján sérülékeny lakosságot veszélyeztetik a leginkább, például munkanélküliség, elszegényedés révén, ami hosszabb távon tovább növelheti az egyenlőtlenségeket.

Az átoltottság egyenlőtlenségei, a csökkenő immunitás, valamint a folyamatos vírusevolúció miatt a védőoltások szükséges, de nem elégséges feltételei az alacsony COVID-19 incidencia elérésének. Az országok nagy része, köztük Magyarország is, feladta az eliminációs és szuppressziós törekvéseket az első pandémiás hullámot követően, amelynek oka egyrészt annak magas társadalmi és gazdasági költsége, másrészt pedig a szigorú korlátozó intézkedések betartására a lakosság együttműködési hajlandóságának csökkenése volt. A világ országainak

a többsége, beleértve Magyarországot, - a COVID-19 elleni védőoltások széleskörű rendelkezésre állását követően is – ma már a kárenyhítő stratégiákat részesíti előnyben.

Az sem mellékes kérdés, hogy mikor, milyen és mekkora kiterjedtségű beavatkozásra van szükség az adott járványhullámban az eliminációs, szuppressziós vagy mitigációs célok eléréséhez. Erre a kérdésre a választ a fertőzés közösségi terjedési képességét jellemző reprodukciós szám alapozza meg, amelynek két fő típusa van: az alap és az effektív reprodukciós szám.

Az alap reprodukciós szám (R_0) azt fejezi ki, hogy a járvány egy adott szakaszában egy fertőzött személy átlagosan hány másikat fertőz meg, preventív intézkedések nélkül, betegségének teljes ideje alatt, egy teljesen fogékony népességben. Az R_0 tehát a fertőzés intrinszc terjedési képességének a mérőszáma, ami például a SARS-CoV-2 delta-variáns esetén magasabb, mint az alfa-variánsnál, az omikron-variáns esetén pedig magasabb, mint a delta-variánsnál (2. táblázat). Minél magasabb az értéke, annál nagyobb erőfeszítéseket kell tenni annak érdekében, hogy az adott járványhullámot meg lehessen fékezni.

Az effektív reprodukciós szám (R) ezzel szemben azt méri, hogy egy adott, már nem teljesen fogékony népességben, adott preventív intézkedések mellett, egy fertőzött személy átlagosan hány további egyént fertőz meg betegségének teljes ideje alatt. Ha $R > 1$, akkor a járvány növekvő, ha $R < 1$, akkor csökkenő fázisban van. Az R 1 körüli értéket vesz fel a járvány fordulópontján (pl. a csúcán), valamint hosszabb ideig 1 körül ingadozik a stagnálás (ekvilibrum) állapotában. Stabil, hosszabb ideig tartó egy körüli reprodukciós mutató az endémikus megbetegedésekre jellemző.

Járvány matematikai alapelve, hogy az intézkedések tervezésénél az a cél, hogy az R 1 közelébe vagy az alá kerüljön, mert ebben az esetben a járványos terjedés visszaszorul. Kombinált intézkedésekkel el lehet érni az alacsony esetszámokkal járó egyensúlyi helyzetet, amelyben például teszteléssel, kontaktuskutatással, elkülönítéssel és karantén-intézkedésekkel a járványkitörések felügyelet alá vonhatók.

Szezonális hatások, csökkenő immunitás, egy új variáns, valamint a korlátozások lazítása destabilizálhatja ezt az egyensúlyi helyzetet, ami az esetszámok újbóli növekedését, és egy új járványhullám elindulását eredményezheti. Időben meghozott és időszakosan fenntartott, mérsékelt kontaktuscökkentő intézkedésekkel, fokozott egyéni védekezéssel és védőoltási programok segítségével a terjedés visszaszorítható és az egyensúlyi helyzet ismét elérhető anélkül, hogy lezárásokra lenne szükség (Contreras *et al.*, 2021). Ennek a stratégiának a kulcsa

az effektív reprodukciós szám folyamatos, valós idejű monitorozása, és ez alapján hatékony, kombinált intézkedés-csomagok megtervezése, bevezetése, valamint az intézkedések eredményességének folyamatos ellenőrzése mellett azok reaktív módosítása.

Magyarországon az Innovációs és Technológiai Minisztérium Járvány matematikai és Epidemiológiai projektjének keretében az egyik fő feladat az effektív reprodukciós szám valós idejű monitorozása volt több adatforrás felhasználásával, valamint a döntéshozók folyamatos tájékoztatása a döntéshozatal támogatása érdekében (Röst *et al.*, 2020; Oroszi *et al.*, 2021).

A reprodukciós szám alapvetően négy tényezőtől függ, ami meghatározza a csökkentésére irányuló stratégiákat is:

- a továbbfertőzési veszély fennállásának időtartamától (csökkenthető pl. elkülönítéssel és karanténnal, ami mérsékli az egy fertőzött személy által megfertőzött további személyek átlagos számát);
- az átlagos kontaktusszámtól (csökkenthető pl. csoportosulások korlátozásával, kijárási korlátozással, üzletek, éttermek vagy iskolák lezárásával);
- annak valószínűségétől, hogy egy kontaktus során átkerül a vírus egy fogékony személyre (csökkenthető pl. maszkhasználat, távolságtartással);
- a fogékony egyének arányától a közösségen belül (csökkenthető pl. védőoltással).

A reprodukciós szám csökkentése nem-farmakológiai és farmakológiai intézkedésekkel is lehetséges. A nem-farmakológiai intézkedések (NFI) közé sorolható a fizikai távolságtartás előírása/ajánlása (a közeli kontaktusok számának csökkentése érdekében, például otthoni munkavégzés, jelenléti helyett on-line oktatás), környezeti intézkedések (közösségi terekben gyakori fertőtlenítés), az egyéni védekezési eszközök és módszerek használata (pl. maszkhasználat, kézhigiéné), valamint az esetek járványügyi felderítése és felügyelete (tesztelés, elkülönítés, karantén) (ECDC, 2020, 2021), amelyek kombinált formában a leghatékonyabbak (Davies *et al.*, 2020). A farmakológiai intézkedések közé tartoznak a COVID-19 elleni védőoltások.

Az intézkedési csomagok összeállításánál nemcsak az elérni kívánt hatás mértékét, hanem az intézkedések várható járványügyi és nem kívánt gazdasági következményeit is figyelembe kell venni (3. táblázat).

3. táblázat
A SARS-CoV-2 terjedésének visszaszorítására irányuló intézkedés típusok és azok várható járványügyi és gazdasági hatása

Intézkedés típusok	Megjegyzés	Járványügyi hatás	Gazdasági hatás
Fizikai kontaktusszám csökkentése, lezárások	Nem kívánt társadalmi-gazdasági következményei miatt csak utolsó lehetőségként ajánlott	+++	+++
Hatékony esetazonosítás, a potenciális fertőzöttek felderítése, járványügyi kivizsgálás, variánsmonitorozás	Különösen jól használható betegségmegelőzés céljából alacsony incidencia esetén	++	++
A betegek elkülönítése, a közeli kontaktok karanténba helyezése, a fertőzési láncok megszakítása.		++	+
Egyéni védelem az orrot és szájat eltakaró maszkhasználat, távolságtartással, személyi higiéniával		++	-
Védőoltások	Magas átoltottság elérése esetén nemcsak egyéni, hanem közösségi szinten is bizonyos szintű védelmet nyújt	+++	+

Jelen kutatás a 2-4. járványhullámra terjed ki, amelyek kezelése során Magyarország a kárenyhítő (mitigációs) stratégiát követte, de ezen belül markánsan különböző beavatkozási csomagok különíthetők el. A második járványhullámban a SARS-CoV-2 fertőzés terjedésének megelőzésére még csak kombinált, nem-farmakológiai intézkedések álltak rendelkezésre. Ezek fő pillérei az emberek közötti távolságtartás (fertőzést lehetővé tevő közeli kontaktusok számának csökkentése), az egyéni védekezés (maszkhasználat, kézhigiéne), valamint az esetek járványügyi felderítése és felügyelete (tesztelés, elkülönítés, karantén) voltak. A COVID-19 elleni védőoltások beadása Magyarországon már a 2. járványhullám végén megkezdődött az egészségügyi dolgozók oltásával, és a harmadik járványhullámban a hagyományos járványügyi intézkedések mellett már védőoltások is rendelkezésre álltak a tömeges oltási programhoz szükséges mennyiségben. Az oltási program előrehaladása azonban elmaradt attól, mint ami a gyorsabb terjedési képességű alfa-variáns visszaszorításához szükséges lett volna, ezért 2021.

március elején, a járványügyi helyzet súlyosbodásával újabb szigorító NFI-csomag bevezetésére került sor, melyet 2021 áprilisának közepétől kezdve, fokozatosan oldottak fel. A negyedik járványhullámban a központi védekezés már dominánsan a védőoltásokra támaszkodott, az egyéb NFI-k alkalmazása jelentősen visszaszorult (4. táblázat).

4. táblázat

Legfontosabb nem-farmakológiai intézkedések és a védőoltási program fontos állomásai a COVID-19 világjárvány 2-4. hulláma során Magyarországon (Horváth, Komlós, et al., 2022)

PH	Dátum	Közösségi intézkedések
2.	2020. 39. hete (szept. 21.)	Kötelező maszkhasználat elrendelése meghatározott zárt közösségi terekben; néhányuk pl. kávézók, éttermek részleges lezárása (nyitvatartási idő korlátozása).
	2020. 45. hete (nov. 2. és 4.)	Kötelező maszkhasználat elrendelése további zárt közösségi terekben, pl. éttermekben, kávézókban. Kijárási korlátozás éjfél után.
	2020. 46. hete (nov. 11.)	Kijárási korlátozás 20:00 és 5:00 között. A 9-12. osztályosok oktatása és a felsőoktatás átállítása digitális oktatásra. Fitnessztermek, sportközpontok bezárása. Kötelező maszkhasználat elrendelése valamennyi zárt közösségi térben. Szállodák részleges, nem alapvető árucikkeket/szolgáltatást eladó/nyújtó üzletek, valamint éttermek, kávézók teljes bezárása. 10 főnél több ember csoportosulásának tilalma.
	2020. 52. hete	Védőoltási program elindulása elsőként a Pfizer-BioNTech/BNT 162b2 COVID-19 védőoltások beadásával.
	2021. 2. hete	A Moderna/mRNA-1273 COVID-19 védőoltások bevezetése.
3.	2021. 6. hete	Oxford/AstraZeneca ChAdOx1-S és a Gamaleya Gam-COVID-Vac/Sputnik védőoltások bevezetése.
	2021. 8. hete	Beijing/Sinopharm BBIBP-CorV vakcinák bevezetése.
	2021. 10. hete (márc. 8-9.)	Általános iskolák átállása digitális oktatásra, óvodák bezárása, nem alapvető árucikkeket/szolgáltatást eladó/nyújtó üzletek teljes lezárása.
	2021. 14. hete (ápr. 7.)	Üzletek újra nyitása, (nem-alapvető) szolgáltatásnyújtás újraindítása.
	2021. 16. hete (ápr. 19-24.)	Óvodák kinyitása, általános iskolák első négy osztályában a jelenléti oktatás újraindítása. Éttermek teraszainak, kávézóknak, fitnessztermeknek és sportközpontoknak az újra nyitása.

2021. 17. hete (május 1-től)	Fokozatos, teljes nyitás mindazok számára, akik legalább egy COVID-19 elleni védőoltásban részesültek. Csoportosulások tilalmának részleges feloldása. Kijárási korlátozás feloldása először vidéken, majd később Pest megyében és végül Budapesten.
2021. 18. hete	Janssen/Ad26.COVS egydózisú vakcinák bevezetése.
2021. 19. hete	Megkezdődött a védőoltások beadása a 16–17 évesek számára.
2021. 19. hete	A 9-12 osztályokban és a felsőoktatásban újraindul a jelenléti képzés.
2021. 20. hete (május 22.)	Külső térben kötelező maszkhasználat feloldása, kijárási korlátozás teljes feloldása.
2021. 23. hete	Megkezdődött a 12–15 évesek oltásának regisztrációja.
2021. 26. hete (júl. 1.)	Zárt térben kötelező maszkhasználat feloldása, kivéve az egészségügyi és tartós ápolást nyújtó bentlakásos intézményekben.
4. 2021. 31. hete	Megkezdődött az emlékeztető oltások beadása (először azon 18 évesek és idősebbek körében, akik legalább 4 hónappal korábban kapták meg a második oltásukat).
2021. 35. hete	Megkezdődik a közoktatásban a jelenléti képzés, a felsőoktatásban a hibrid (jelenléti + online képzés).
2021. 45. hete	Zárt térben kötelező maszkviselés elrendelése.
2021. 50. hete	Megkezdődött az 5–11 éves gyermekek oltása Pfizer-vakcinával.

Megjegyzés: szürke színnel a feloldó intézkedések kerültek kiemelésre

A WHO rámutatott arra, hogy a COVID-19 pandémia ellenőrzés alá vonásának feltétele a széleskörű járványügyi surveillance; ennek keretében az esetek felderítése (részben a gyanús esetek vizsgálatával, teszteléssel) és elkülönítése, továbbá az esetek környezetében kontaktuskutatás a fertőzés további terjedésének megakadályozása érdekében (WHO, 2020f). Számos ország példája igazolja, hogy a megfelelő tesztelés és elkülönítés hatékony eszköz a pandémiás hullámok amplitúdójának csökkentésére (Kim *et al.*, 2020; Steinbrook, 2020; Yarmol-Matusiak, Cipriano and Stranges, 2021). Nem könnyű azonban annak eldöntése, hogy a surveillance adott helyen és időben elég széles körű-e ahhoz, hogy valóban hozzájáruljon a fertőzés terjedésének visszaszorításához. A WHO 2020 májusában azt ajánlotta, hogy mielőtt a kormányok fontolóra vennék a járványfelügyeleti intézkedések lazítását, a pozitív tesztek százalékos aránya legalább két hétig maradjon 5% alatt (WHO, 2020b). Magyarország ezt az ajánlást nem követte, ugyanis pl. 2021. április elején, a harmadik pandémiás hullám korlátozó intézkedéseinek feloldása kezdetén a pozitivitási arány 20% felett volt (Ritchie *et al.*, 2020a).

A pandémia első három hónapjában készült, 36 ország adatait elemző vizsgálat arra a következtetésre jutott, hogy a népesség COVID-19 halálozási adatai nagymértékben korreláltak a tesztelési lefedettséggel (ami az egy megerősített COVID-19 esetre jutó tesztek számát jelenti), azonban nem mutattak összefüggést a lakosság-arányos tesztelésszámmal. A szerzők ajánlása szerint, feltételezve azt, hogy a tesztelési kapacitás időben és földrajzilag egyenletes eloszlást mutat, azoknak az országoknak, ahol a tesztelési lefedettség eléri a 45-öt (azaz egy megerősített esetre 45 teszt jut), nem szükséges a tesztelési kapacitásaikat tovább növelni, mert az nem jár együtt további lényeges populációs szintű mortalitási előnnyel (Wei *et al.*, 2020). Magyarország tesztelési lefedettsége a vizsgált időszakban 23,8 volt.

Egy másik vizsgálat, amely 27 ország tesztelési lefedettségét hasonlította össze a COVID-19-cel összefüggő halálozással, szintén arra a következtetésre jutott, hogy azokban az országokban, amelyekben már a pandémia kezdetétől nagyobb tesztelési lefedettséggel rendelkeztek, alacsonyabb COVID-19 halálozást tapasztaltak (Kannoth, Kandula and Shaman, 2022).

Magyarországon az egy megerősített COVID-19 esetre jutó tesztelések számának hétnapos mozgóátlaga 2020. szeptember 30-án, a második pandémiás hullám felfutó ágán 11,7 (pl. Dániáé 92,8, Portugáliáé 29 ugyanebben az időszakban), 2021. december 4-én, a negyedik hullám csúcsa körül pedig 3,8 (Dániáé 42, Portugáliáé 29,6) volt (Ritchie *et al.*, 2020a). Érdeemes összehasonlítani az egymillió lakosra jutó kumulatív halálozást, mely 2021. december 4-én Magyarország esetében elérte a 3645,6 főt, miközben Dániáé 505,6 fő, Portugáliáé 1820,8 fő volt (Ritchie *et al.*, 2020b).

Egy magyarországi tanulmány vizsgálta a tesztelési intenzitás, az egyéb nem-farmakológiai intézkedések szigorúságának és a védőoltási program integrált tervezésének összefüggését matematikai modell segítségével. Az eredmények többek között azt mutatják, hogy a magasabb tesztelés-szám kompenzálhatja az alacsonyabb COVID-19 átoltottságot és/vagy az alacsonyabb védőoltás-eredményességet, és összességében csökkentheti a pandémiás hullám nagyságát, az egészségügyi ellátórendszer terhelését és a gazdasági veszteségeket. A tesztelés intenzitásának optimalizálása még limitált tesztelési kapacitás esetén is jelentősen csökkenti a járványkontroll költségeit, míg a nem megfelelően tervezett tesztelési intenzitás magasabb beavatkozási költségeket és szigorúbb nem-farmakológiai intézkedéseket tesz szükségessé az adott járványfelügyeleti célok – például az egészségügyi rendszer túlterhelésének elkerülése - elérése érdekében (Péni *et al.*, 2022).

Összefoglalásként megállapítható, hogy Magyarországon a tesztelési lefedettség a pandémia idején elmaradt a kívánatostól, ennek értelmében megalapozott az a feltételezés, hogy

robusztusabb tesztelési és surveillance kapacitások kialakításával, a tesztelési stratégia optimalizálásával, valamint az erre épülő hatékonyabb kontaktuskutatással javítani lehetett volna a pandémia felügyeletén, ami a COVID-19-cel összefüggő halálozás és a gazdasági károk csökkentéséhez is hozzájárult volna.

3.2 A pandémia előtt fennálló, a COVID-19 világjárvány egészségre és egészség-egyenlőtlenségekre gyakorolt hatásainak vizsgálata szempontjából releváns egyenlőtlenségek Magyarországon

Magyarországon a születéskor várható élettartam 2010 és 2019 között közel két évvel nőtt, mielőtt a világjárvány első két évében bekövetkezett a csökkenés. A pandémia előtti növekedéssel sem tudta azonban behozni az eleve fennálló lemaradását (a várható élettartam mintegy öt évvel maradt el az EU átlagtól) az EU számos, fejlettebb országától (Eurostat, 2022). Az egészségben eltöltött életevek száma (61,7 év) csaknem 8 évvel maradt el az EU átlagától 2009-ben (Eurostat, 2022). Korunk orvostudományának fejlettsége és a vívmányok adekvát alkalmazása alapján megelőzhető és elkerülhető halálozást tekintve az EU-27 országának rangsorában az utolsó előtti helyen végzett Magyarország 2019-ben, kizárólag Romániát megelőzve (Eurostat, 2022).

Jelentősek a várható élettartam iskolai végzettség szerinti egyenlőtlenségek. 2019-ben a legalacsonyabb iskolai végzettséggel rendelkező 30 éves magyar férfiak átlagosan majdnem 11 évvel kevesebb várható élettartamra számíthattak, mint a felsőfokú végzettségűek. A magyar nők esetében a különbség sokkal kisebb, 3,1 év (Eurostat, 2022). A magasabb jövedelemmel rendelkezők nagyobb valószínűséggel gondolják jónak az egészségi állapotukat: a legmagasabb jövedelmi ötödbe tartozó magyarok 73%-a számolt be jó egészségi állapotról, míg a legalacsonyabb jövedelmi ötödbe tartozóknak csupán 47%-a (Eurostat, 2022). 2019-ben Magyarország felnőtt lakosságának mintegy 40%-a élt legalább egy krónikus betegséggel, de jövedelmi csoportonként ennél az indikátornál is jelentős különbségek tapasztalhatók: a legmagasabb jövedelmi ötödbe tartozók 30%-a, ezzel szemben a legalacsonyabb jövedelmi ötödbe tartozók 46%-a számolt be legalább egy krónikus betegségről (Eurostat, 2022).

A magyarországi halálozás mintegy fele életmódi kockázati tényezőkre vezethető vissza, ezek közül is a legfontosabbak a dohányzás, az egészségtelen táplálkozás, a túlzott alkoholfogyasztás és a rendszeres testmozgás hiánya. A TGH alapján ezen a téren is jelentős egyenlőtlenségek azonosíthatók, mert számos életmódi kockázati tényező gyakoribb az alacsonyabb iskolai végzettségűek, illetve jövedelmük körében. Például a felsőfokú végzettséggel rendelkezők

körében a rendszeres dohányzók aránya 2014-ben 17%, míg a középfokú végzettséggel sem rendelkezők körében 30% volt (Eurostat, 2022). Hasonló különbségek figyelhetők meg elhízás terén is: 2019-ben a felsőfokú végzettségűek 17%-a, míg a legalacsonyabb iskolai végzettséggel rendelkezők közül átlagosan minden negyedik személy vallotta magát elhízottnak (Eurostat, 2022). A kockázati tényezők nagyobb gyakorisága a kedvezőtlenebb TGH-jú csoportok körében jelentősen hozzájárul az egészségi állapotban tapasztalt egyenlőtlenségekhez.

2015 és 2019 között a magyar lakosság általános, idő előtti halálozása (25-64 évesek) az egyre kedvezőtlenebb TGH-jú lakossági kvintilisek felé haladva mindkét nem esetén növekedést mutatott (Juhász *et al.*, 2022). Hasonló szignifikáns összefüggés azonosítható egyes kiemelt népegészségügyi jelentőségű halálokok vizsgálata során is: a keringési rendszer betegségei miatti korai halálozás ($ISH_{\text{férfi}}=1,19$; 95% KI:1,17-1,21; $ISH_{\text{nő}}=1,27$; 95% KI:1,24-1,30), a rosszindulatú daganatok miatti korai halálozás ($ISH_{\text{férfi}}=1,14$; 95% KI:1,12-1,16; $ISH_{\text{nő}}=1,14$; 95% KI:1,12-1,16), a magas vérnyomás miatti halálozás ($ISH_{\text{férfi}}=1,22$; 95% KI:1,16-1,28; $ISH_{\text{nő}}=1,34$; 95% KI:1,25-1,42), vagy a diabetesz miatti halálozás ($ISH_{\text{férfi}}=1,16$; 95% KI:1,10-1,23; $ISH_{\text{nő}}=1,37$; 95% KI:1,27-1,46) esetén (Juhász *et al.*, 2022). Az életmódi kockázati tényezők nagyobb gyakoriságát látva nem meglepő, hogy a kedvezőtlenebb TGH-jú lakosság körében az elsődleges megelőzéssel elkerülhető halálozás mértéke is nő a kedvezőtlenebb társadalmi gazdasági-gazdasági kvintilisek felé haladva ($ISH_{\text{férfi}}=1,15$; 95% KI:1,14-1,16; $ISH_{\text{nő}}=1,23$; 95% KI:1,21-1,24) (Juhász *et al.*, 2022). A gyógyítás eredményességében is kimutathatók egyenlőtlenségek Magyarországon a társadalmi gazdasági helyzettel összefüggésben; az időben és megfelelően történő egészségügyi szolgáltatási tevékenység révén elkerülhető halálozás ugyanis a depriváció mélyülésével szintén növekedést mutat ($ISH_{\text{férfi}}=1,16$; 95% KI:1,14-1,17; $ISH_{\text{nő}}=1,17$; 95% KI:1,15-1,19) (Juhász *et al.*, 2022).

Számos hazai tanulmány vizsgálta több kiemelt népegészségügyi jelentőséggel bíró betegség epidemiológiáját a világiárvány előtt, és jelentős kockázatként azonosította az egészségi állapotban a TGH-val összefüggésben tapasztalt egyenlőtlenségeket (Juhász *et al.*, 2010a, 2020; Boruzs *et al.*, 2016, 2018; Nagy *et al.*, 2021).

Magyarország jelentős és növekvő lélekszámú roma etnikumú lakossággal bír, amelynek becsült száma egy 2010-13-as vizsgálat szerint 867 000 fő, aránya a népességen belül 8,8% volt (Pénzes *et al.*, 2019). A roma lakosság földrajzi eloszlásának mintázata nem változott lényegesen a 80-as évek óta, a legmagasabb roma lakosságarányú települések főként az ország északkeleti és délnyugati részén találhatók, elsősorban határmenti, periférikus területeken (Pénzes *et al.*, 2019).

A roma népesség jelentősen kedvezőtlenebb TGH-jú, mint a magyar lakosság általában. A pandémia előtt, 2019 második felében a 15-64 éves romák foglalkoztatási aránya 25,5 százalékponttal volt az országos átlag alatt (2022 *European Semester: National Reform Programmes and Stability/Convergence Programmes*, 2022). Az oktatásból és képzésből idő előtt kilépők aránya Magyarországon az EU átlag feletti, 2021-ben 12,0%-ra emelkedett, de még ennél is magasabb ez az arány a legkevésbé fejlett járásokban és a romák körében, ahol eléri a 65,3%-ot (2022 *European Semester: National Reform Programmes and Stability/Convergence Programmes*, 2022).

A magyarországi roma populáció egészségi állapotát erősen meghatározza a kedvezőtlen társadalmi-gazdasági státuszuk. Egy 2009-es magyarországi kutatás eredményei azt mutatják, hogy a roma népesség átlagosnál rosszabb egészségi állapota teljes mértékben magyarázható volt a kedvezőtlen TGH-jukkal (Vokó *et al.*, 2009). Egy másik tanulmány bemutatta, hogy a magyarországi roma lakosság körében az elmúlt évtizedben szignifikánsan nőtt a metabolikus szindróma és komponenseinek (különösen a centrális típusú elhízás, a hipertónia és az emelkedett éhomi vércukorszint) prevalenciája (Piko *et al.*, 2021a). Bár Magyarország egészségügyi ellátórendszere fejlett, a roma populációban gyakran magas a kielégítetlen egészségügyi szükségletek aránya, ami szintén hozzájárulhat a kedvezőtlen egészségi állapotukhoz (Arora, Kühlbrandt and McKee, 2016; Losonczy *et al.*, 2022). A társadalmi-gazdasági szempontból hátrányos helyzetű közösségek, valamint az etnikai kisebbségi csoportok már a világjárvány előtt is jellemzően alacsonyabb egészségműveltséggel rendelkeztek Magyarországon (Sántha, 2021), ami kiszolgáltatottabbá teszi őket a szakmailag releváns információk elérése szempontjából is, s ezáltal kisebb valószínűséggel követik a szakmailag indokolt megelőző és védőintézkedéseket.

Összességében megállapítható, hogy Magyarországon a társadalmi-gazdasági szempontból hátrányos helyzetű közösségek, valamint az etnikai kisebbségi csoportok tagjai nagyobb valószínűséggel rendelkeznek egészséget kedvezőtlenül befolyásoló kockázati tényezőkkel, és szenvednek már meglévő, krónikus betegségekben, amelyek növelik a súlyos lefolyású, halálos kimenetelű, COVID-19 kockázatát.

4 A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI

A kutatás célja a magyarországi COVID-19 világjárvány 2-4. járványhulláma kapcsán, amelyek háttérében három különböző domináns SARS-CoV-2 vírusvariáns állt (2. táblázat), és három különböző intézkedési csomag került azonosításra (4. táblázat):

- A regisztrált, igazolt COVID-19 megbetegedések és a COVID-19-cel összefüggő halálozás leíró epidemiológiai vizsgálata, valamint a többlethalálozás meghatározása;
- A regisztrált, igazolt COVID-19 megbetegedések és a COVID-19-cel összefüggő halálozás földrajzi különbségeinek térepidemiológiai elemzése, és a 2-3. PH-ok területi közös komponenseinek azonosítása;
- A lakosság település szintű társadalmi-gazdasági jellemzőinek és a fenti egészségi állapot mutatók térbeli eloszlásának összefüggés-vizsgálata;
- A COVID-19 elleni átoltottság földrajzi különbségeinek a vizsgálata a 3-4. PH-okban;
- A COVID-19 elleni átoltottság, a TGH, valamint a COVID-19-cel összefüggő mortalitás térbeli összefüggéseinek vizsgálata;
- Az alacsony TGH-jú populáción belül a roma lakosság legmagasabb reprezentációjával jellemezhető járások megbetegedési, halálozási és átoltottsági viszonyainak jellemzése.

5 ANYAG ÉS MÓDSZER

5.1 A kutatás adatforrásai

A regisztrált COVID-19 esetek adatait a Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK) által működtetett országos fertőzőbeteg bejelentési rendszer szolgáltatta. Az országos nyilvántartás kor, nem és település szerint bontható formában tartalmazza a regisztrált COVID-19 eseteket. Az esetdefiníciót az NNK eljárásrendje tartalmazza, amely a pandémia idején az ECDC és a WHO iránymutatása alapján többször módosult (NNK, 2022). A COVID-19 gyanús esetet, aki a klinikai és az epidemiológiai kritériumoknak megfelel vagy akit a kezelőorvosa gyanús esetnek minősít, az egészségügyi ellátást nyújtó fél jelenti az NNK által működtetett járványügyi szakrendszerbe. Megerősített COVID-19 esetnek az a személy minősül, akinél teljesül legalább az egyik laboratóriumi kritérium: SARS-CoV-2 fertőzés igazolása nukleinsav kimutatással, illetve 2020. november 7. napjától antigén gyorseszttel (laterális áramlási immunpróba) (NNK, 2022)

A többlethalálozás kiszámításához a vizsgált időszakban a magyar lakosság körében bármely ok miatt bekövetkezett halálozás került felhasználásra. A 2-4. pandémiás hullám idejére vonatkozó adatok a nemzeti Elektronikus Anyakönyvi Rendszerből származnak. Az összes halálokra kiterjedő mortalitás időbeli alakulásának elemzése nem, életkor és a halál bekövetkeztének hete szerinti bontásban történt. A viszonyítási alapot a 2014–2019. évek megfelelő időszakainak átlagos halálozási adatai képezték. A lakosság nem és kor szerinti eloszlására vonatkozó település-specifikus adatok a Belügyminisztérium Nyilvántartások Vezetéséért Felelős Helyettes Államtitkársága adatbázisából származtak.

Pénzes János és munkatársai által készített országos felmérés (Pénzes, Tátrai and Pásztor, 2018; Pénzes *et al.*, 2019) adatai alapján került azonosításra az a tíz járás, melyben a legmagasabb (27,9 – 39,0%) arányban élnek roma lakosok.

A COVID-19 elleni oltási program 2020. 52. hetében kezdődött el Magyarországon a Pfizer-BioNTech/BNT162b2 COVID-19 védőoltások beadásával. 2021 2. hetétől a Moderna/mRNA-1273 COVID-19 védőoltása, míg a 6. héttől az Oxford/AstraZeneca ChAdOx1-S védőoltása és a Gamaleya Gam-COVID-Vac/Sputnik védőoltások beadása is megkezdődött. 2021 8. hetétől kezdve lehetett kérni a Beijing/Sinopharm BBIBP-CorV vakcinát, 2021 18. hetétől pedig a Janssen/Ad26.COV2.S egydózisú vakcináját. 2021 31. hetében indult el az emlékeztető oltások beadása azon 18 évesek és idősebbek körében, akik legalább 4 hónappal korábban kapták meg a második oltásukat (4. táblázat).

Az alkalmazott definíció szerint alapimmunizációban részesültek mindazon 18 éves vagy idősebb személyek, akik COVID-19 ellen két oltásban, illetve Janssen esetén egy oltásban részesültek. Teljesen oltottnak minősülnek mindazok, akik ezen felül még legalább egy emlékeztető oltásban is részesültek (a Janssen esetén tehát összességében 2 dózist, minden más esetben három dózist kaptak).

A hetente beadott vakcinákra vonatkozó országos adatok az ECDC adatbázisából (ECDC, 2022b), a 2020 52. hete és 2021 51. hete között beadott összes COVID-19 elleni védőoltásra vonatkozó adatok 5 éves korcsoportos bontásban, települési szinten a Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelőtől származnak.

5.2 Általános epidemiológiai módszerek és mutatók a COVID-19 járvánnyal kapcsolatos egészségi állapot, valamint a COVID-19 elleni védőoltási program vizsgálatára

A járványgörbe az NNK által jelentett napi megerősített COVID-19 esetszámok felhasználásával készült, a laboratóriumi megerősítés dátuma alapján. Az adott járványhullám első, valamint utolsó napjának a járványhullámot megelőző, illetve követő hullámvölgy mélypontjának azon napját tekintettük, amikor a legalacsonyabb napi esetszámokat regisztrálták. Ez alapján a vizsgált időszakok, hullámok szerint, a következők:

2. hullám: 2020.06.22. - 2021.01.24. (2020.26. hét - 2021. 03. hét)

3. hullám: 2021.01.25. - 2021.07.04. (2021.04. hét - 2021. 26. hét)

4. hullám: 2021.07.05. - 2021.12.26. (2021.27. hét - 2021. 51. hét)

A COVID-19 morbiditás és mortalitás kiszámításához meghatároztuk az NNK fertőzőbeteg nyilvántartásába bekerült, az esetdefiníciónak megfelelő COVID-19 esetek és az azzal összefüggő bejelentett halálesetek incidenciáját az adott járványhullám alatt. A mortalitásba beleszámoltuk az adott hullám során megerősített COVID-19 esetek következményeként későbbi időpontban bekövetkezett haláleseteket is. Az átoltottság az adott járványhullám során COVID-19 elleni védőoltásban részesült lakosság arányaként került kiszámításra.

A vizsgált járványhullámokra jellemző többlethalálozási trendek és hányadosok meghatározását heti bontásban, a magyar lakosság kor- (ötéves korcsoportok) és nem-specifikus rátái felhasználásával végeztük el a 2014-19 közötti periódus azonos időszakához viszonyítva, Rapid Inquiry Facility (RIF) segítségével (Beale *et al.*, 2010).

5.3 Az epidemiológiai mutatók területi mintázatának vizsgálata

Területi egységek és statisztikai módszerek

Magyarország - közigazgatási területi egységeit tekintve - 19 megyével, azon belül 197 járással, valamint a fővárossal, ezen belül 23 kerülettel rendelkezik (jelen tanulmány a járásokat és a kerületi egységeket egyaránt járásként kezeli). A megyékben elhelyezkedő járások összesen 3155 (járásonként 60–358) települést foglalnak magukba. A roma populáció területi eloszlása csak járási szinten elérhető, míg minden más adat a települések szintjén is rendelkezésre állt, kivéve Budapestet, ahol a kerület a legkisebb közigazgatási egység.

Térképes ábrázolás

A morbiditás és mortalitás, valamint átoltottság területi eloszlásának elemzése a RIF szoftver „Disease mapping” funkciójának alkalmazásával meghatározott, hierarchikus Bayes-becsléssel simított, indirekt standardizált hányadosok segítségével történt (Beale *et al.*, 2008, 2010). A magyar lakosság ötéves korcsoportok szerinti kor- és nemspecifikus mutatói jellemezték a standard populációt. Ezek (morbiditás, mortalitás és átoltottság) felhasználásával kerültek kiszámításra a várható területspecifikus mutatók korcsoportok szerint, így a várható esetszámok, amik az adott vizsgált terület (pl. település) lakosai körében megfigyelhetők lettek volna, ha az országos (standard) mutatókkal megegyező lett volna a morbiditásuk, mortalitásuk, átoltottságuk. Ezt követően a megfigyelt és a várható összesített esetszámok hányadosaként kiszámításra kerültek a standardizált mortalitási, morbiditási és átoltottsági hányadosok.

A Bayes-módszer alkalmazása lehetővé teszi a kis esetszámokból eredő bizonytalanság kezelését (amire pl. kisebb települések vizsgálata esetén szükség van). A relatív hányadosok becslésére Integrált Beágyazott Laplace-Közelítés (INLA) módszer használatával került sor. A modell illesztése során a várható esetszámokat ötéves korcsoportok szerinti kor- és nemspecifikus mutatók alapján határoztuk meg, a 3-4. hullámra vonatkozó átoltottsági adatokat pedig szintén korra (5-éves korcsoportok szerint) korrigáltuk (Besag, York and Mollié, 1991; Rue, Martino and Chopin, 2009). A relatív morbiditás, mortalitás és átoltottság mutatók település szintű vizualizációjára térképek készültek. A kockázatbecslés bizonytalanságát utólagos valószínűséggel határoztuk meg. Amennyiben legalább 80%-nak bizonyult annak a valószínűsége, hogy a becsült kockázat eltér 1-től, az országos átlagtól való eltérést szignifikánsnak értékeltük, és a térképeken jelöltük (Richardson *et al.*, 2004; Beale *et al.*, 2008).

Térbeli scan-statisztika

Térbeli scan-statisztikai módszerrel kerültek azonosításra az átlagosnál magasabb vagy alacsonyabb kockázatú területek (klaszterek), ahol az életkorra és nemre korrigált morbiditás, mortalitás és az átoltottság halmozódást mutatott (Kulldorff and Nagarwalla, 1995; Beale *et al.*, 2010). A területi klaszterek maximális méretét a kockázatnak kitett populáció 50 százalékaként határoztuk meg. A térképes ábrázoláson a klaszter-vizsgálat eredményei piros (átlagosnál magasabb relatív mutató) vagy sárga (átlagosnál alacsonyabb relatív mutató) keretkezéssel láthatók.

Közös komponens modell

A COVID-19 2-3. hullámaiban regisztrált morbiditás és mortalitás térbeli megoszlásának hasonlóságát közös komponens modellel vizsgáltuk, amely lehetővé teszi több tényező egyidejű vizsgálatát realisztikus módon. A módszert eredetileg két külön betegség együttes térbeli elemzésére alkalmazták annak érdekében, hogy esetleges közös kockázati tényező-mintázatokat azonosítsanak a háttérükben. Ennek a modellnek a Knorr-Held és Best által javasolt verziója segítségével elkülöníthetőek az adott betegségek háttérében meghúzódó kockázatok térbeli megoszlását meghatározó közös és betegség-specifikus komponensek (Knorr-Held and Best, 2001). Jelen vizsgálat során a módszerrel nem két külön betegség, hanem több járványhullám közös komponenseinek térbeli meghatározására került sor. A modell alkalmazása során előfeltételezés, hogy a terület-specifikus relatív kockázatok részben közösek mindkét járványhullámban, másrészt ehhez hozzáadódik egy adott járványhullámra specifikus komponens. A Bayes-i megközelítés feltételezi, hogy valamennyi paraméter és random hatás mértéke ismeretlen, ezért megkívánja elsődleges (a priori) valószínűségek meghatározását és hozzárendelését a vizsgálandó jelenségekhez, így pl. feltételes autoregressziós megoszlások specifikálását a nem-mért komponens vonatkozásában (Best and Hansell, 2009). Jelen vizsgálat során a cél a közös komponens térbeli mintázatának meghatározása volt, ezért csak a térben strukturált random hatásokat vontuk be a közös és idő-specifikus látens komponens vonatkozásában.

A modell teljes Bayes-i becsléssel meghatározott adatokra került illesztésre WinBUGS szoftver segítségével (Lunn *et al.*, 2000). Két különböző lánc futtatását követően, a konvergencia tesztelése Gelman-Rubin-féle diagnosztikával történt (Brooks and Gelman, 1998). Az első 500 000 minta kizárásra (burn-in), majd további 500 000 iterációból minden 50. minta megtartásra került, és ez képezte alapját az utólagos valószínűség kiszámításának. Minden olyan földrajzi területi egység vonatkozásában kiszámításra került az utólagos valószínűség a bizonytalanság meghatározására, ahol az átlagos relatív kockázat meghaladta az 1-et. Azok a területek, ahol a becsült kockázatok legalább 80%-os valószínűséggel különböztek az 1-től, magas vagy alacsony relatív kockázatú területekként kerültek megjelölésre (Richardson *et al.*, 2004).

5.4 Epidemiológiai mutatók (index) és módszerek a TGH (depriváció) vizsgálatára

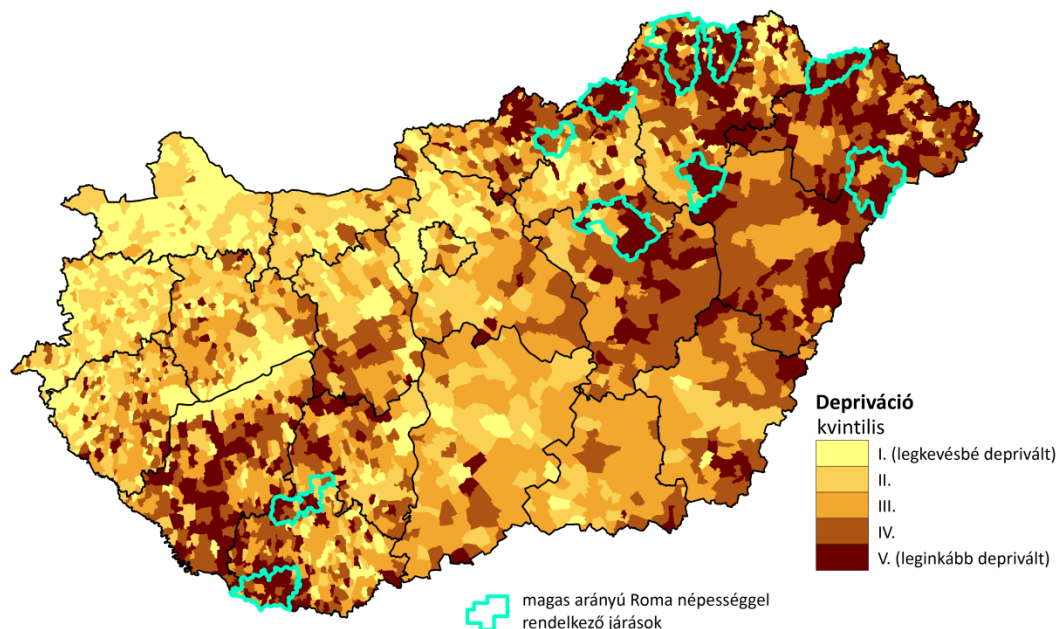
Deprivációs index

A Deprivációs Index (DI) egy területi alapú kompozit index, mely az adott településen élő lakosság TGH-járól nyújt információt. Az index hét indikátort foglal magába: jövedelem,

iskolai végzettség, munkanélküliségi ráta, egyszülős családok, illetve nagycsaládos háztartások aránya, lakossűrűség és gépjármű birtoklása, melyek a Központi Statisztikai Hivatal (2011. évi népszámlálás) és a Nemzeti Adó- és Vámhivatal (2011) adatainak felhasználásával kerültek meghatározásra. A járási szintű DI meghatározása a településszintű DI értékek súlyozott átlagának számításával történt (Juhász *et al.*, 2010). Minél magasabb adott település indexértéke, annál kedvezőtlenebb az ott élő lakosság TGH-ja, azaz a DI növekedése mélyülő deprivációt jelez.

A DI alapján a leginkább deprivált települések Magyarország észak-keleti és dél-nyugati tengelye mentén helyezkednek el, amiből kimarad Budapest és az agglomeráció, melyek lakossága kedvezőbb TGH-jú, továbbá Magyarország észak-nyugati része és a Balaton környéke, ahol a lakosság többsége szintén a legkevésbé deprivált kvintilisekbe tartozik (1. ábra)

1. ábra
A TGH egyenlőtlenségei a DI szerinti kvintilisek alapján Magyarországon, 2011-ben
(Juhász *et al.*, 2010)



A DI alapján a települések sorba rendezhetők, ezt követően kvintilisekbe sorolhatók. Az I. kvintilisbe kerültek a DI alapján a legkedvezőbb TGH-jú települések, az V. kvintilisbe pedig a legkedvezőtlenebb TGH-űek, ahol a legmélyebb a depriváció.

5.5 Összefüggés vizsgálat

Egyváltozós kockázatelemzés

A kockázatelemzés célja annak meghatározása volt, hogy populációs szinten a depriváció összefüggésbe hozható-e a morbiditás és a mortalitás kockázatával, továbbá a harmadik hullám végén az átoltottság mértékével; azaz a depriváció mélyülésével arányosan változnak-e a vizsgált kimeneti mutatók.

A DI szerint besorolt települések öt kategóriájában (kvintiliseiben) kiszámításra kerültek az indirekt standardizált hányadosok (becsült relatív kockázat). A várható esetszámok alapját ebben az esetben is a magyar lakosság ötéves korcsoportok szerinti kor- és nem-specifikus mutatói képezték. Azon 10 járásra vonatkozóan is megtörtént az elemzést, amelyekben a roma lakosság aránya a legmagasabb az országban. Konfidencia intervallumok (KI) segítségével határoztuk meg az eredmények azon plauzibilis intervallumát, amelybe a becsült relatív mutatók értéke 95%-os bizonyossággal esik. A konfidencia intervallumok adtak támpontot arra vonatkozóan is, hogy a véletlen hiba lehetőségét is figyelembe véve az összefüggés erőssége milyen mértékű.

Hipotézisvizsgálatokkal lehetett értékelni, hogy a rendelkezésre álló adatok alapján a becsült összefüggés mekkora valószínűséggel tudható be az adatok véletlen ingadozásának. T-tesztel (khi-négyzet próbával) homogenitásvizsgálat végzésére került sor annak statisztikai igazolására, hogy a különböző TGH-kategóriákban becsült relatív mutatók valóban különböznek egymástól. Ezen kívül t-tesztel lineáris trendanalízis is történt annak vizsgálatára, hogy igazolható-e lineáris kapcsolat a depriváció fokozatai és a relatív morbiditási és mortalitási kockázatok, valamint a harmadik járványhullámban a depriváció és a relatív átoltottság között.

Többváltozós kockázatelemzés ökológiai regresszióval

Ökológiai regressziós modellt alkalmaztunk annak érdekében, hogy a COVID-19 elleni átoltottság, a TGH és a COVID-19-cel összefüggő halálozás térbeli összefüggését összerendelve vizsgáljuk. Arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a védőoltási programnak sikerült-e a harmadik járványhullám végére csökkenteni a COVID-19-cel összefüggő halálozás térbeli egyenlőtlenségeit.

A betegség-térképezési modellek kockázati tényezőkre (depriváció és átoltottság) történő kiterjesztésével értékelhetővé váltak a reziduális térbeli autokorreláció, mint „nem mért kockázati tényező” feltételezett hatásai is (Besag, York and Mollié, 1991). Ennek a komponensnek a figyelmen kívül hagyása torzíthatná a regressziós koefficiens becslést és/vagy szűkebb konfidencia intervallumok becslésével a bizonytalanság becslését (Schabenberger and Gotway, 2017).

INLA módszerrel elemzésre került településszinten a COVID-19-cel összefüggő mortalitás, a COVID-19 elleni átoltottság és a depriváció mélysége közötti összefüggés úgy, hogy a magyarázó változók egyike potenciális zavaró tényező lehet (Rue, Martino and Chopin, 2009). A regressziós modellben a kollinearitás értékelése is megtörtént Variancia Növekedési Tényező segítségével (Variance Inflation Factor, VIF) (Belsley, Kuh and Welsch, 2005). A legjobban illeszkedő modell kiválasztásában a Deviancia Információs Kritériumok, valamint a Watanabe-Akaike Információs Kritériumok segítettek (Spiegelhalter *et al.*, 2002; Gelman, Hwang and Vehtari, 2014).

6 EREDMÉNYEK

6.1 A COVID-19 morbiditás és mortalitás általános, leíró epidemiológiai jellemzése, térségi egyenlőtlenségek azonosítása

Magyarországon az első COVID-19 eseteket 2020. március 4-én azonosították. Az azt követő két évben öt pandémiás hullám indult el hazánkban, amelyek során a regisztrált megerősített COVID-19 esetek száma meghaladta az 1,8 milliót, a COVID-19-cel összefüggő halálos kimenetelű esetek száma pedig közelítette a 45 ezret.

A 2022. március 6-ig regisztrált esetek (2022. március 8. reggel 7 órai állapotnak megfelelő) adatainak elemzése alapján az öt járványhullám közül a legelhúzódóbb a 2. járványhullám volt, amely során 31 hét alatt több mint 356 000 esetet igazoltak. A 2. járványhullám lecsengő szakaszában, az akkori intézkedések mellett is képes volt a gyorsabban terjedő, ekkorra már hazánkban is dominánssá vált SARS-CoV-2 alfa-variáns elindítani a 3. járványhullámot.

A harmadik járványhullám időtartama ugyan rövidebb volt, mint a második hullámé, de a regisztrált kumulatív COVID-19 esetszám több mint 25%-kal meghaladta a második hullámban jelentett esetszámot. A csúcsa is magasabb és élesebb volt: a harmadik hullám tetőzésekor a regisztrált napi új esetszám (11 266) 65%-kal haladta meg a második hullám csúcsán regisztrált esetszámot (6817).

Ezt követően egy új SARS-CoV-2 variáns jelent meg, a delta-variáns, amely elindította a 4. pandémiás hullámot, annak ellenére, hogy a hullám meredeken felfutó ágának kezdetén, 2021 október elején, a 12 éves és idősebb lakosság 64,2%-a már legalább két dózis COVID-19 elleni védőoltással rendelkezett, a 18 éves és idősebb lakosság 9,9%-a pedig a harmadik dózist is megkapta. A negyedik járványhullám a regisztrált esetszámokat tekintve a harmadik hullámhoz hasonlóan alakult, de a regisztrált COVID-19-cel összefüggő halálesetek száma az előző hullám során észleltnek már csak 67%-a volt.

A legmagasabb esetszámot az 5. járványhullám során regisztrálták: 2021 december 27. és 2022 március 6. között, mindössze tíz hét alatt, több mint 560 000 COVID-19 esetet igazoltak laboratóriumi vizsgálattal. A csúcsterhelés a regisztrált COVID-19 eseteket tekintve szintén az 5. járványhullámban volt a legnagyobb (több mint 112 000 regisztrált eset egy hét alatt). Az értekezésben bemutatott elemzés idején az 5. járványhullám lecsengése még folyamatban volt. (5. táblázat)

5. táblázat

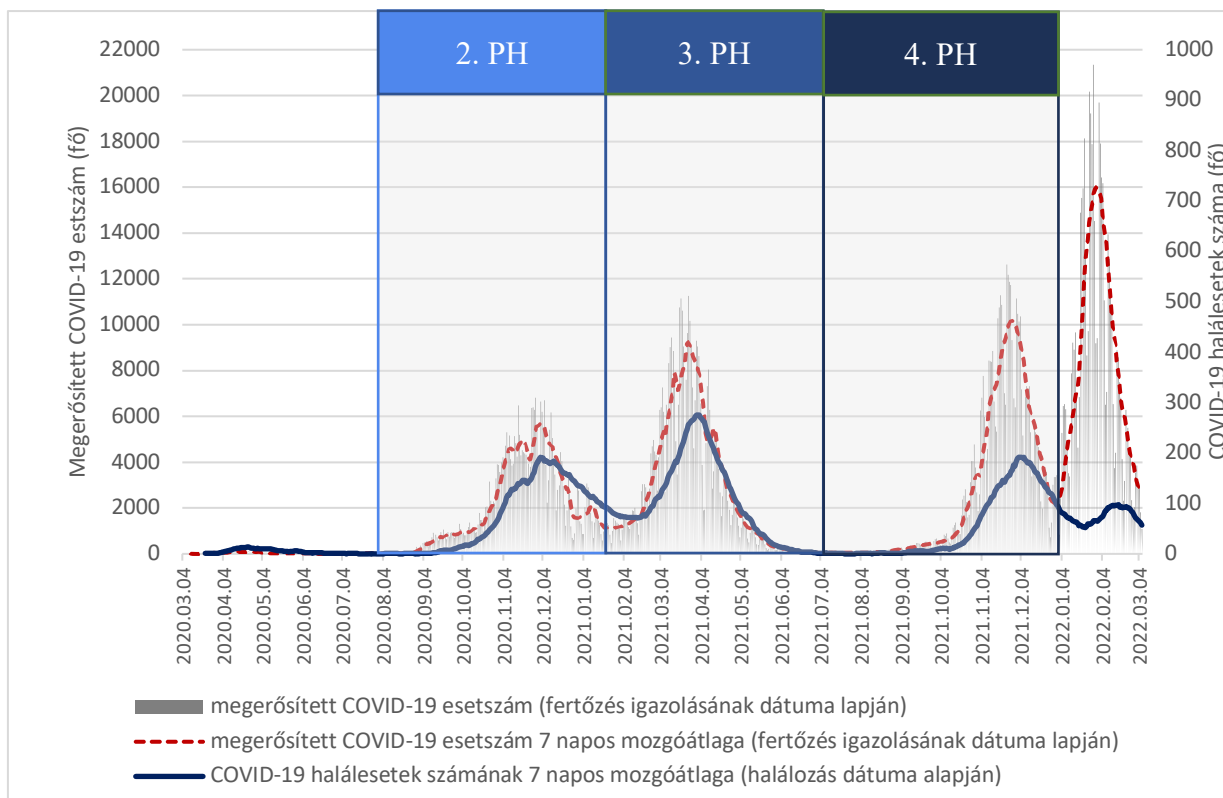
A megerősített COVID-19 esetek és halálesetek száma Magyarországon az egyes pandémiás hullámokban (PH) (2020. március 4. és 2022. március 6. között, a 2022. március 8. reggel 7 órai állapotnak megfelelően)

PH	Hullám időtartama	Igazolt COVID-19 esetszám	Morbiditás 100000 lakosra	COVID-19 halálesetek száma	Mortalitás 100000 lakosra
1.	2020. 10 - 2020. 25. hét	4 102	41	573	6
2.	2020. 26 - 2021. 03. hét	356 194	3 601	13 289	134
3.	2021. 04 - 2021. 26. hét	447 966	4 529	16 143	163
4.	2021. 27 - 2021. 51. hét	437 056	4 419	9 198	93
5.	2021. 52 - 2022. 09. hét (folyamatban)	560 580	5 668	5 271	53
összes	2020. 10 - 2022. 09. hét	1 805 898	18 259	44 474	450

A halálos kimenetelű COVID-19 eseteket vizsgálva a 3. járványhullám volt a legsúlyosabb, mivel a legtöbb megerősített COVID-19-cel összefüggő halálesetet ekkor azonosították (16 143 haláleset), de ettől nem sokkal maradt el a második hullám kapcsán észlelt halálozás sem (13 289 haláleset). A regisztrált COVID-19-cel összefüggő halálesetek csúcsterhelését tekintve is a 3. hullám volt a legsúlyosabb (1878 elhunyt egy hét alatt). A negyedik hullámban a regisztrált COVID-19-cel összefüggő halálesetek száma az előző hullám során észleltnek már csak az 67%-a volt, az 5. hullámban pedig a 2., 3. és 4. járványhullámokhoz képest is alacsonyabb szinten tetőzött. A 2-4. hullámok során az COVID-19-cel összefüggésben elhunytak között folyamatosan csökkent az idősek részaránya: a második járványhullámban regisztrált COVID-19-cel összefüggő halálesetek 84,3%-a, a harmadik hullámban a 76,5%-a, a negyedikben a 74,6%-a fordult elő a 65 év feletti korcsoportban.

Az egyes járványhullámokban regisztrált megerősített COVID-19 esetek és halálesetek számát és 100 000 lakosra jutó arányát az 5. táblázat mutatja be, a megerősített COVID-19 esetek (a fertőzés igazolásának dátuma szerint) és a COVID-19 betegséggel összefüggő halálesetek számának (a halálozás dátuma alapján) időbeli alakulása (járványgörbe) pedig a 2. ábrán látható.

2. ábra
 A megerősített COVID-19 esetek (a fertőzés igazolásának dátuma alapján) és a halálesetek számának (a halálozás ideje alapján) alakulása Magyarországon, 2020. március 4. és 2022. március 6. között



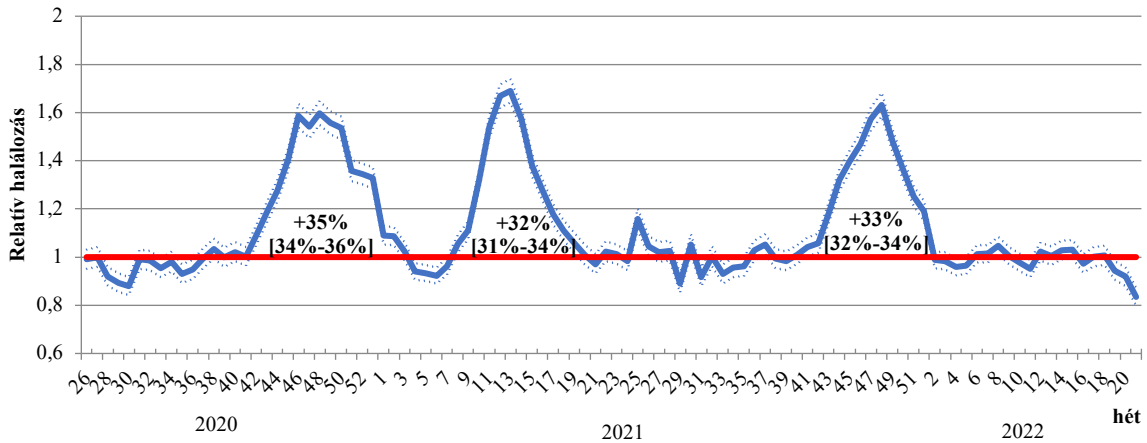
Magyarországon a 2-4. PH-ok idején a többlethalálozás több héten át magasabb volt, mint ami a pandémia előtti hat év azonos időszakainak halálozási átlaga alapján várható lett volna. A COVID-19 világvilágjárvány 2-4. hullámainak ideje alatt a relatív többlethalálozás naptári hetek szerinti adatait Magyarországon a 3. ábra mutatja be.

A második PH időszakának egészét vizsgálva 2020 42. és 2021 2. hete között 12 973 [95% KI:12 646 - 13 297] többlet-haláloset történt a pandémiát megelőző 6 év azonos időszakának átlagához képest, ami 35% többlethalálozást jelent a teljes lakosság körében (többlethalálozás_{0-X év}: 1,35 [95% KI:1,34 - 1,36]). Ezen belül a halálozás az 50-64 éves korcsoportban 16%-kal (többlethalálozás_{50-64 év}: 1,16 [95% KI:1,13 - 1,18]), 981 [95% KI:834,76 - 1 123,50], a 65 év feletti korcsoportban 40%-kal (többlethalálozás_{65-X év}: 1,40 [95% KI:1,39 - 1,42]), 11 724 [95% KI:11 440 - 12 005] elhunytal volt magasabb a vártnál.

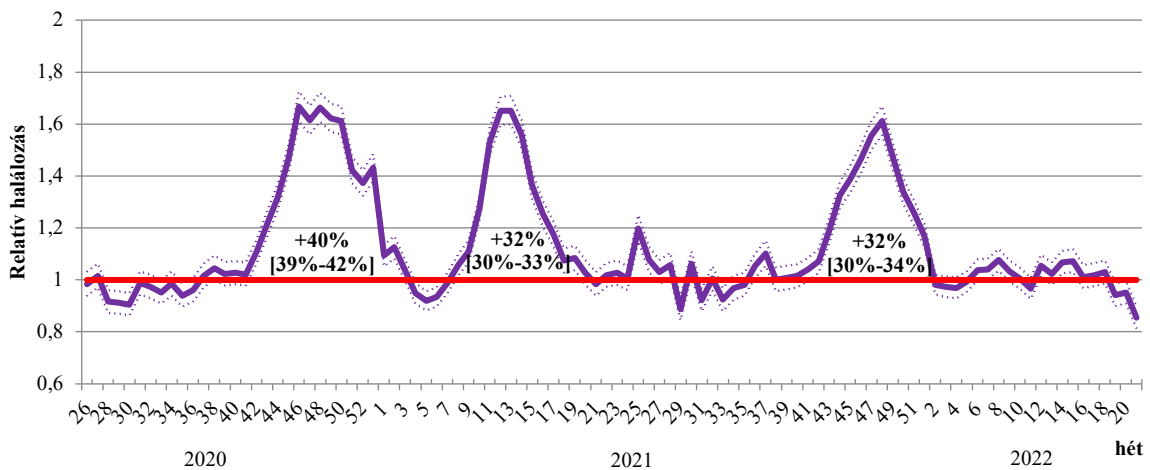
3. ábra

Összes halálok miatti relatív heti halálozás Magyarországon a COVID-19 2-4. PH-ok során a teljes magyar népességben (0-X éves) (A), a 65 éves és idősebb (B) és az 50-64 éves korú népességben (C)

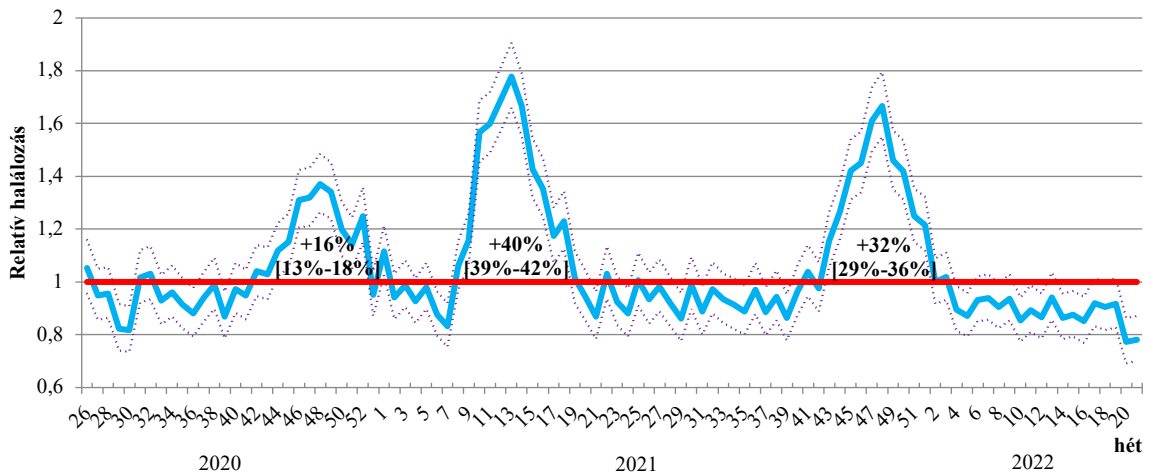
A. Teljes magyar népesség (0-X éves)



B. 65 éves és idősebb népesség



C. 50-64 éves népesség



A harmadik PH során 2021 8. és 19. hete között 10 633 [95% KI: 10 326 - 10 937] többlethalálest fordult elő; 2093 fő [95% KI: 1970 - 2212] az 50-64 éves korcsoportban, 7994 fő [95% KI: 7720 - 8265] pedig a 65 évesek és idősebbek körében. A többlethalálozás az összes korcsoportot tekintve 32%-kal [95% KI: 1,31 - 1,34], az 50-64 éveseknél 40%-kal [95% KI: 1,39 - 1,42], a 65 éveseknél és idősebbeknél pedig 32%-kal [95% KI: 1,30 - 1,33] haladta meg a 2014-19-es időszak releváns átlagos heti halálozását.

A negyedik PH idején a 2021 40. és 2022 1. hete közötti többlethalálozási arány az összes korosztályt tekintve nagyságrendileg megegyezett a 2-3. hullámokban tapasztalttal, az összhálozást tekintve 33%-kal [95% KI: 1,32 - 1,34], az 50-64 éveseknél 32%-kal [95% KI: 1,30 - 1,34], a 65 éveseknél és idősebbeknél pedig 32%-kal [95% KI: 1,30 - 1,34] haladta meg a 2014-19-es azonos időszak átlagos heti halálozását. Ezen idő alatt összesen 10 257 fő [95% KI: 9 956 – 10 557] halálozási többlet keletkezett, akik közül 7 916 fő [95% KI: 7 647 – 8 181] az 50-64 éves, 1 698 fő [95% KI: 1 573 – 1 819] a 65 éves és idősebb korcsoportba tartozott.

A 2-4. PH-ok nem egyformán érintették a Magyarország különböző földrajzi területein élő lakosságot. Azonosíthatóak voltak olyan területek az egyes járványhullámok során, ahol az országos átlagnál magasabb volt az azonosított COVID-19 esetek előfordulása, de olyanok is, ahol a regisztrált COVID-19-cel összefüggő halálozások előfordulása volt az átlagosnál magasabb. Ezek a területek az egyes PH-ok során csak részleges egybeesést mutattak.

A megerősített COVID-19 esetek relatív gyakoriságának és a relatív mortalitásnak a térbeli elrendeződéseit a 2-4. PH-ok idején a 4. ábra szemlélteti.

Magyarországon a 2. PH alatt az országosnál magasabb megbetegedési gyakoriság volt azonosítható az ÉNy-i országnegyedben és az É-i határ középső részén (*4.A ábra*). Győr-Moson-Sopron megyében azonban ehhez az országos átlagnál szignifikánsan alacsonyabb COVID-19-cel összefüggő halálozás társult (*4.D ábra*). Ezzel ellentétben az ország ÉK-i határa mentén az országos átlagnál magasabb relatív halálozási kockázatú klaszter volt azonosítható, holott ezen a területen alacsonyabb volt az országos átlagnál a regisztrált COVID-19 esetek gyakorisága. Az ÉK-i országrészek mellett az ország középső részén voltak még alacsony igazolt COVID-19 előfordulási gyakoriságú területek, de ezeken a területeken többnyire a halálozás is az országos átlagnál alacsonyabb volt. Magas relatív halálozású klaszter volt azonosítható még a Közép-Dunántúlon és Jász-Nagykun-Szolnok megye D-i részén, de ezeken a területeken az országos átlagnál magasabb regisztrált esetszám is azonosítható volt (*4. A és D ábra*).

A 3. PH alatt az ÉNy-i országrészen ismét megjelentek országos átlagnál magasabb megbetegedési kockázatú klaszterek; ehhez társult az ország É-i határának középső része, Közép-Magyarország Budapesttel együtt, valamint a Közép-Dunántúl is. (4.B ábra). Az ország K-i felén és a DNy-i határ mentén az igazolt COVID-19 előfordulása az országos átlagnál jellemzően alacsonyabb volt. Országos átlagnál magasabb relatív halálozási kockázat az ország É-i határa mentén, valamint Közép-Dunántúlon volt kimutatható, míg alacsonyabb halálozási kockázat az ország DK-i negyedében, illetve Ny-i és DNy-i határa mentén (4.E ábra). ÉK-Magyarországon a 2. hullámhoz hasonlóan széles területen lehetett azonosítani az országos átlagnál magasabb halálozási kockázatot, ami ebben a hullámban sem társult hasonló kiterjedtségű, átlagosnál magasabb COVID-19 esetszám regisztrációval. (4.B és E ábra).

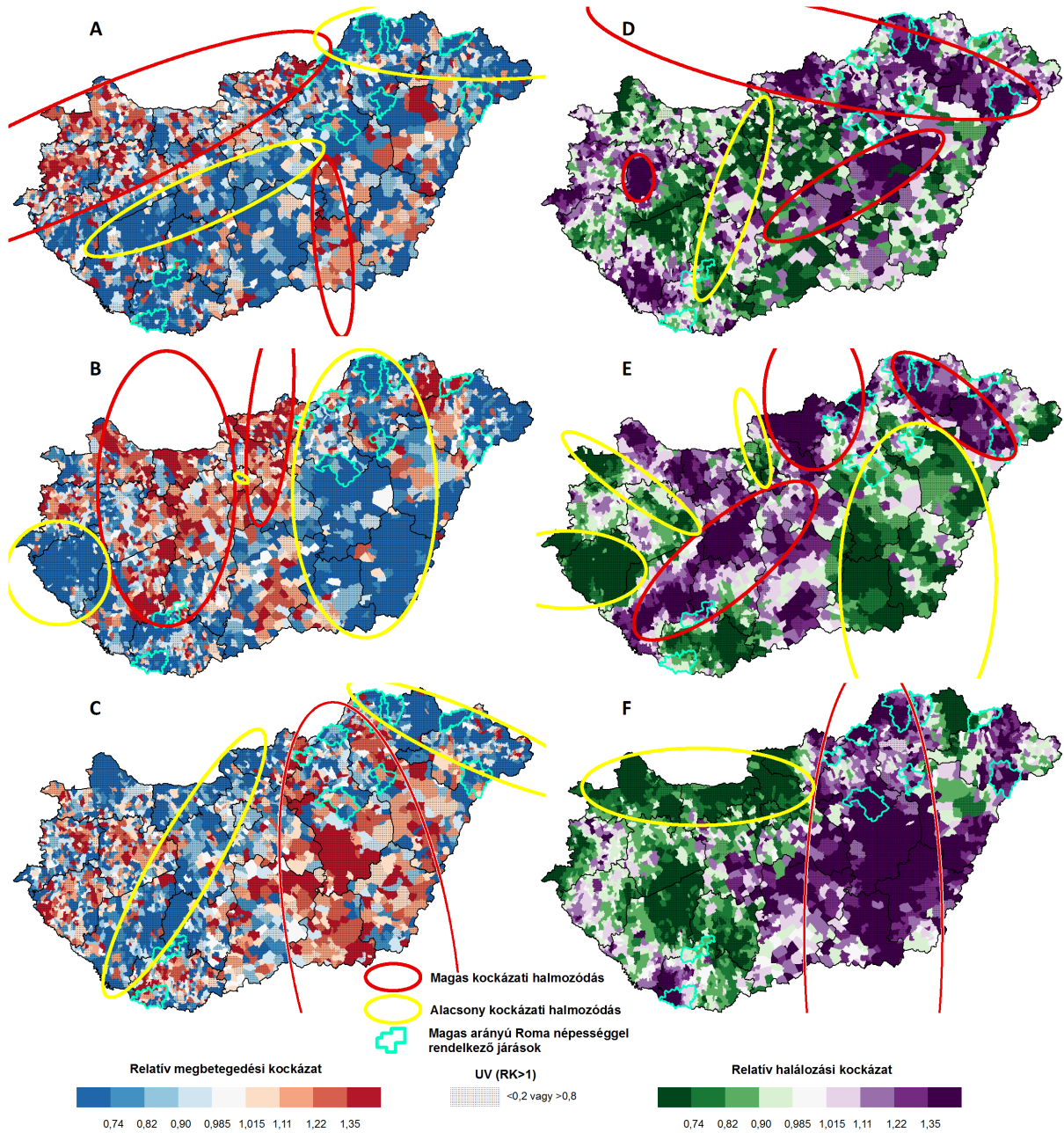
A 2-3. hullám során az ország DK-i negyede a többi országrészhez képest kevésbé volt érintett, de a 4. hullám idején ez a helyzet megváltozott: az ország nyugati része kevésbé érezte meg ezt a járványhullámot, a keleti fele azonban annál inkább. Az ország K-i részén, azon belül is leginkább a DK-i határ mentén, voltak megfigyelhetők az országos átlagtól magasabb előfordulási gyakoriságú regisztrált esethalmozódások. (4.C ábra) Ezeket jellemzően az országos átlagnál jóval magasabb relatív halálozási gyakoriság is kísérte (4.F ábra). Az ország Ny-i felén és az ÉK-i határ mentén fekvő egyes területeken az országos átlaghoz képest alacsonyabb volt a regisztrált COVID-19 esetek előfordulási gyakorisága, és ezeken a területeken a halálozási kockázat is alacsonyabbnak bizonyult a 4. hullámban (4.C és F ábra).

A tíz legnagyobb arányú roma népességgel rendelkező járásban a regisztrált COVID-19 esetek incidenciája konzisztensen alacsonyabb volt, de a legtöbb esetben a halálozási ráták magasabbak voltak az országos átlagnál (4. A-F ábra).

4. ábra

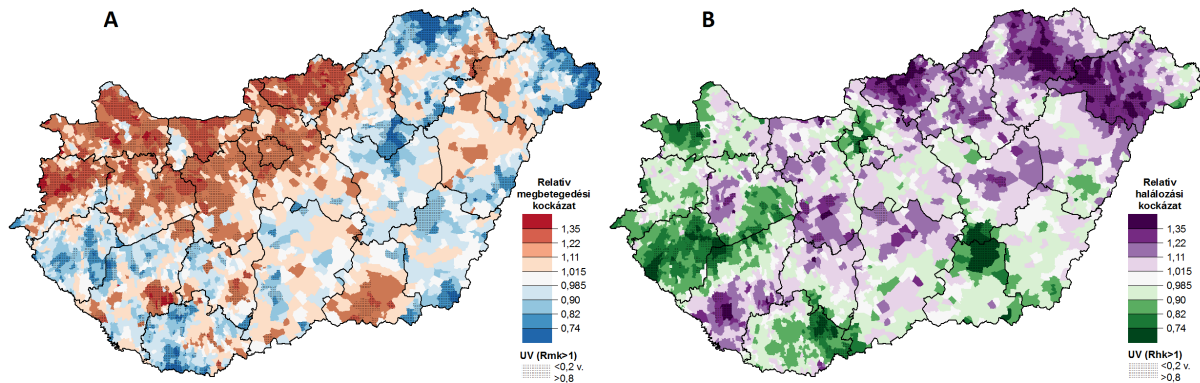
A regisztrált COVID-19 morbiditás (A, B, C) és COVID-19-cel összefüggő mortalitás (D, E, F) relatív gyakoriságának területi elrendeződése Magyarországon, a 2. (A, D),

3. (B, E) és 4. (C, F) PH idején



5. ábra

A 2. és 3. pandémiás hullámok során igazolt COVID-19 morbiditási (A) és halálozási (B) relatív kockázat területi eloszlásának közös komponense Magyarországon



6.2 A COVID-19 elleni átoltottság térbeli és időbeli alakulása, területi egyenlőtlenségei

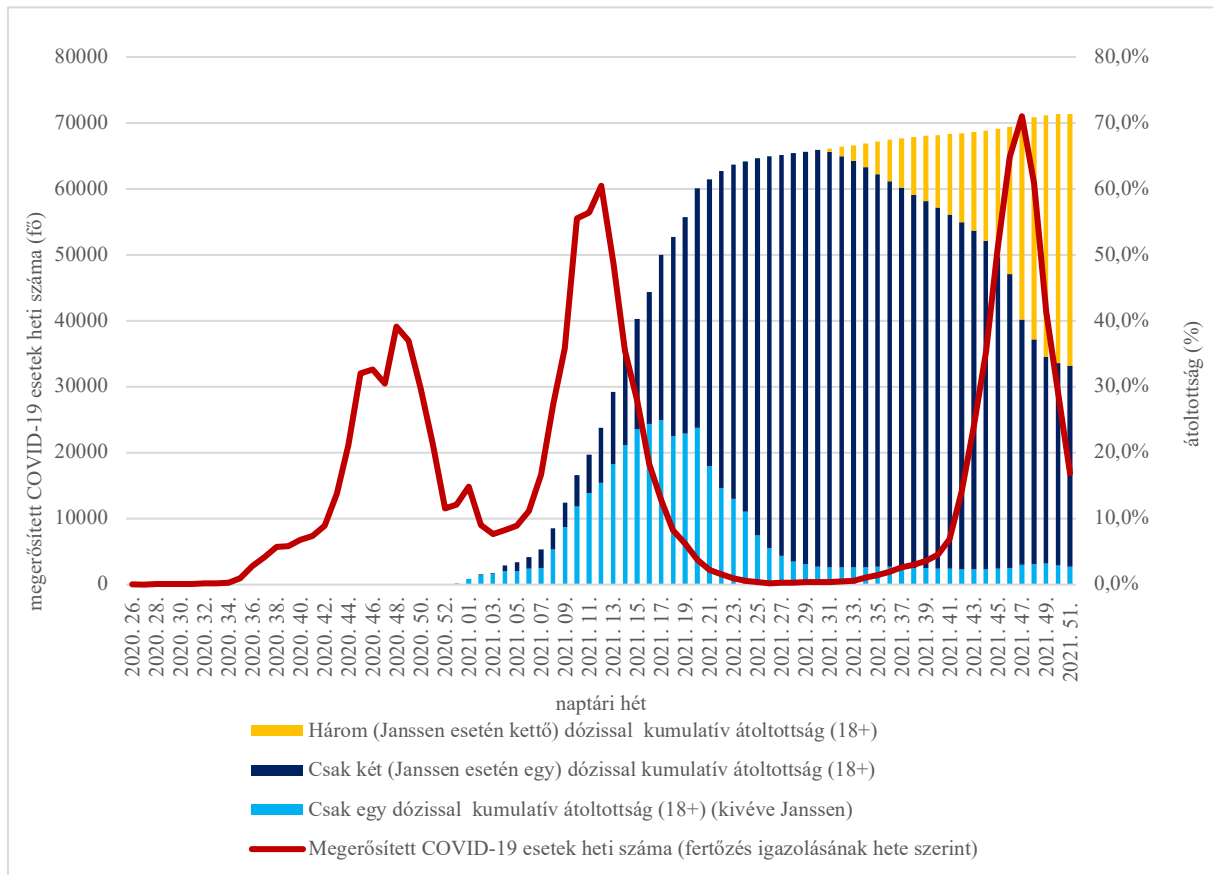
A COVID-19 elleni védőoltási kampány kezdetben párhuzamosan zajlott a harmadik magyarországi járványhullámmal. A járványhullám csúcsáig (2021 12. hét) első adag védőoltásban részesült a 18 éves és idősebb lakosság 15%-a, teljes alapimmunizálásban pedig 8,3%-a. A harmadik hullám végére (2021. 26. hét) az alapimmunizálásban részesültek aránya elérte az 59%-ot, ezen felül további 6% egy oltásban részesült. Ezt követően az átoltottság növekedése lelassult. 2022 5. hetéig a felnőtt lakosság 70%-a kapott legalább egy COVID-19 elleni oltást, de körülbelül 4-ből 1 felnőtt (28%) továbbra sem részesült egyetlen dózis védőoltásban sem (6. ábra).

2021 31. hetétől van lehetőség emlékeztető oltásra mindazok esetében, akik már alapimmunizálásban részesültek. Az emlékeztető oltások bevezetése után kezdetben gyorsan nőtt az átoltottság, majd a növekedés megtorpant. 2021 51. hetéig a felnőtt lakosság 38%-a részesült emlékeztető oltásban (6. ábra).

6. ábra

A felnőtt lakosság egy, két, valamint három dózissal való kumulatív átoltottsága (%), és a megerősített COVID-19 esetek heti száma 2020 26. hete és 2021 51. hete között

Magyarországon



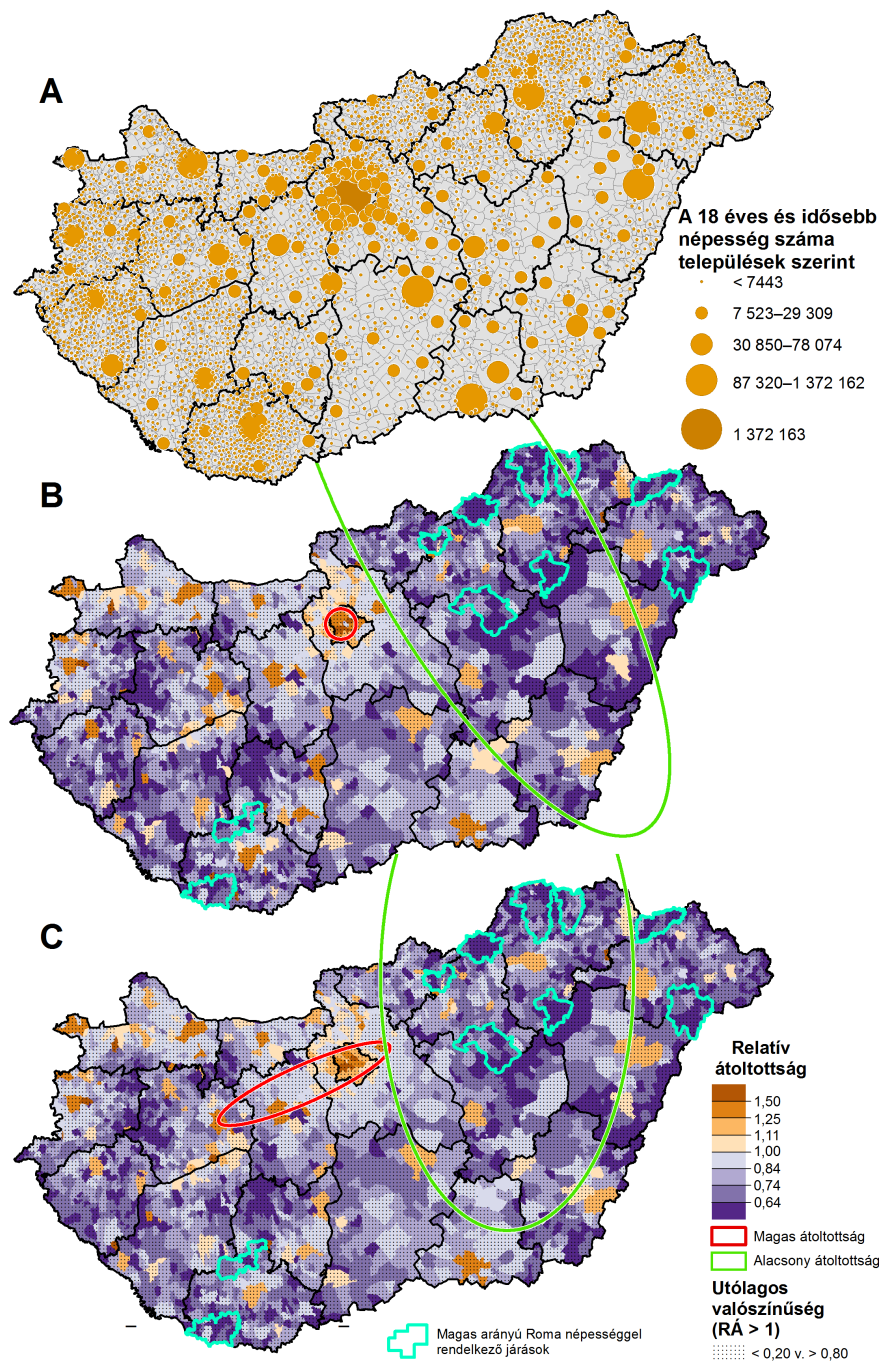
A COVID-19 elleni átoltottság területi eloszlását vizsgálva megállapítható, hogy a harmadik PH végére Budapesten, a megyei jogú városokban, valamint egyéb, nagyobb népességű városokban és környékükön az országos átlagnál jelentősen magasabb átoltottságot értek el. Szignifikánsan alacsonyabb relatív átoltottság azonosítható ÉK- és DNY-Magyarország ritkábban lakott területein (7. A és B ábra).

A 4. PH végére sem változott meg lényegesen a relatív átoltottság területi eloszlása: az országos átlaghoz képest jelentősen alacsonyabb átoltottság volt továbbra is azonosítható az ország ÉK-i, K-i és DNY-i részein, és szignifikánsan magasabb átoltottság jellemezte Budapest és környéke, a megyeszékhelyek és a nagyobb városok lakosságát (7. A és C. ábra).

A tíz legnagyobb arányú roma népességgel rendelkező járásban a COVID-19 elleni átoltottság konzisztensen alacsonyabb volt az országos átlagnál a 3. PH végén, és ez nem változott meg a 4. PH végére sem (7. B és C ábra).

7. ábra

Magyarország népsűrűségének területi egyenlőtlenségei (A), relatív COVID-19 elleni átoltottság a 3. PH (B) és a 4. PH végén (C)



6.3 A morbiditás, mortalitás és a COVID-19 elleni átoltottsági mutatók térbeli egyenlőtlenségeinek háttérben feltételezett társadalmi-gazdasági hatások vizsgálata

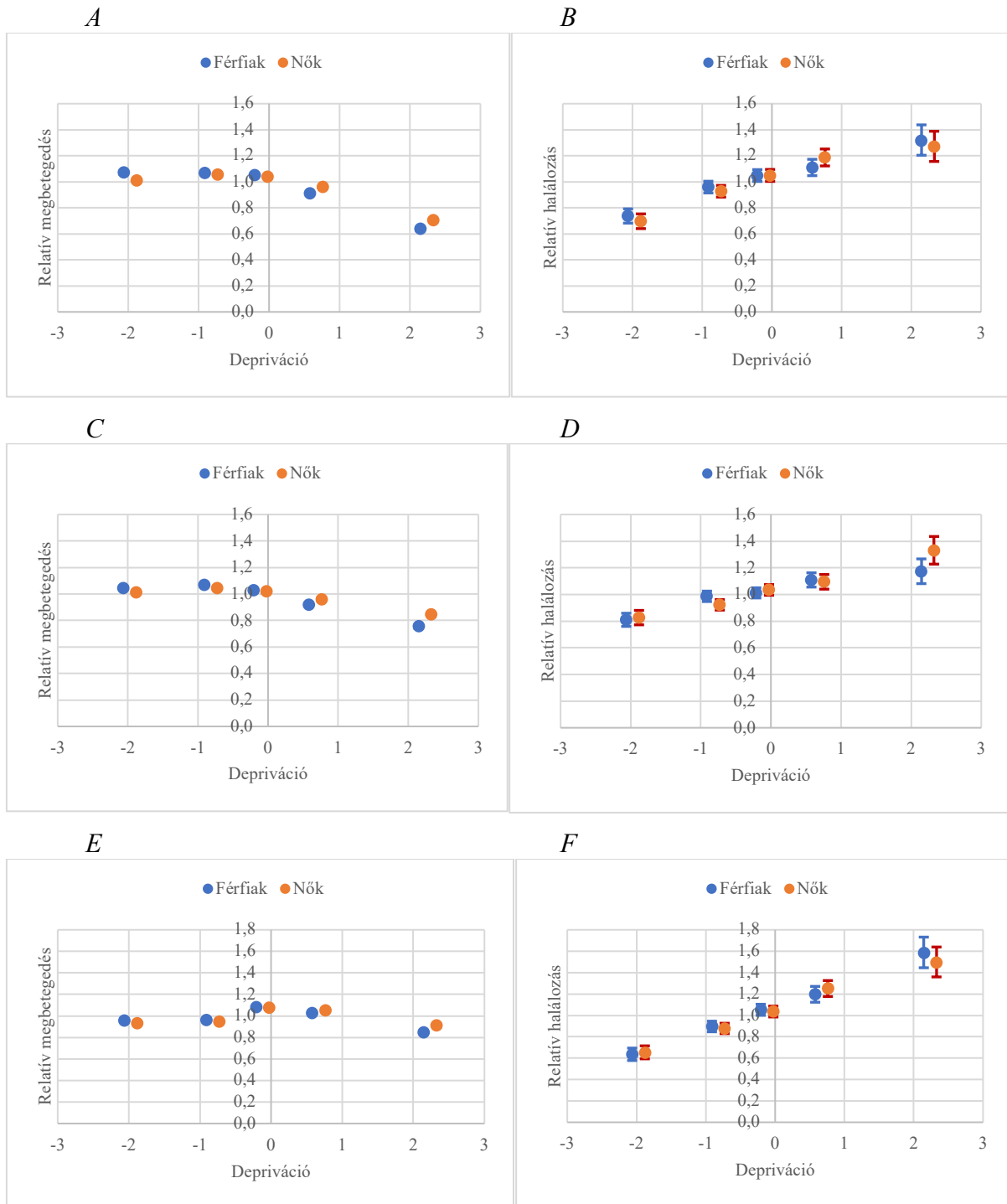
A második PH-ban a DI alapján legkevésbé deprivált kvintilisbe tartozó területek lakossága körében a regisztrált új esetek incidenciája az országos átlagnál 7%-kal magasabb volt a férfiak esetében, míg a nők esetében az incidencia megfelelt az országos átlagnak. A leginkább deprivált kvintilisben az incidencia férfiaknál 36%-kal, nőknél 30%-kal volt alacsonyabb, mint az országos átlag. A megerősített esetek relatív incidenciája és a depriváció között szignifikáns negatív összefüggés volt kimutatható (Férfiak: $\chi^2_{\text{Homogenitás}} = 2277,81$, $p=0$; $\chi^2_{\text{Linearitás}} = 1687,14$, $p=0$; Nők: $\chi^2_{\text{Homogenitás}} = 1568,36$, $p=0$; $\chi^2_{\text{Linearitás}} = 852,03$, $p=0$) (8. A ábra; 6. táblázat).

Ezzel szemben az országos átlaghoz képest a legkevésbé deprivált kvintilisben a mortalitás körülbelül 30%-kal bizonyult alacsonyabbnak az országos átlaghoz viszonyítva mindkét nem esetén, míg a leginkább deprivált V. kategóriában körülbelül 30%-kal magasabb volt annál. A mortalitás kockázata és a depriváció között erős pozitív összefüggés volt igazolható (Férfiak: $\chi^2_{\text{Homogenitás}} = 122,95$, $p=0$; $\chi^2_{\text{Linearitás}} = 118,33$, $p=0$; Nők: $\chi^2_{\text{Homogenitás}} = 154,86$, $p=0$; $\chi^2_{\text{Linearitás}} = 145,19$, $p=0$; (8. B ábra; 6. táblázat).

A 3. PH-ban a legkevésbé hátrányos helyzetű kvintilisben az incidencia a férfiak esetében 3%-kal volt magasabb az országos átlagnál, a nők esetében pedig hasonló volt az országos átlaghoz, a mortalitás azonban mindkét nem esetében közel 20%-kal alacsonyabb volt az országos átlagnál. Ezzel szemben a legmagasabb deprivációjú területeken (V. kvintilis) a megerősített esetek relatív gyakorisága szignifikánsan, férfiaknál 24%-kal, nőknél 15%-kal volt alacsonyabb az országos átlagnál (8.C ábra, 7. táblázat). Ugyanakkor ebben a csoportban volt a legmagasabb a COVID-19-cel összefüggő mortalitás, ami a férfiaknál 17%-kal, nőknél 37%-kal haladta meg az országos átlagot (8.D ábra, 7. táblázat). A legmagasabb arányú roma népességgel rendelkező 10 járás településeinek a megbetegedési arány a férfiak körében 19%-kal, a nők körében 8%-kal alacsonyabb volt, de a halálozási arány a férfiak esetében 27%-kal, a nők esetében pedig 53%-kal magasabbnak bizonyult, mint az országos átlag. A kockázatelemzés a harmadik PH-ban is szignifikáns fordított összefüggést tárt fel a DI és a megerősített új COVID-19 esetek relatív előfordulása között (Férfiak: $\chi^2_{\text{Homogenitás}} = 1575,8$, $p = 0$; $\chi^2_{\text{Linearitás}} = 1119,51$, $p = 0$; Nők: $\chi^2_{\text{Homogenitás}} = 603,72$, $p = 0$; $\chi^2_{\text{Linearitás}} = 341,26$, $p = 0$), és erős pozitív összefüggést a relatív halálozás és a depriváció között (Férfiak: $\chi^2_{\text{Homogenitás}} = 82,15$, $p = 0$; $\chi^2_{\text{Linearitás}} = 72,48$, $p = 0$; Nők: $\chi^2_{\text{Homogenitás}} = 115,36$, $p = 0$; $\chi^2_{\text{Linearitás}} = 111,95$, $p = 0$) (8. C és D ábra; 7. táblázat)

8. ábra

A depriváció és a regisztrált COVID-19 esetek (A, C, E) és a halálozás (B, D, F) közötti kapcsolat a deprivációs kvintilisek alapján a 2. (A,B) a 3. (C, D) és a 4. (E, F) PH-ban



6. táblázat

A megerősített COVID-19 megbetegedés incidencia és a COVID-19 halálozás relatív kockázata a második PH alatt DI kvintilisek és nemek szerint az esetszámok feltüntetésével

DI kvintilis (DI értéktartomány)	Megerősített esetek száma	Relatív incidencia	Halálosetek száma	Relatív mortalitás
Férfiak				
I, (legkevésbé deprivált) (-11,13 ≤ SES ≤ -1,21)	23912	1,07 [1,06 - 1,08]	690	0,73 [0,68 - 0,79]
II, (-1,21 < SES ≤ -0,45)	47406	1,07 [1,06 - 1,08]	1735	0,96 [0,91 - 1,00]
III, (-0,45 < SES ≤ 0,25)	52136	1,05 [1,04 - 1,06]	2033	1,05 [1,00 - 1,09]
IV, (0,25 < SES ≤ 1,13)	26492	0,91 [0,90 - 0,92]	1194	1,11 [1,05 - 1,17]
V, (leginkább deprivált) (1,13 < SES ≤ 8,57)	7727	0,64 [0,62 - 0,65]	489	1,32 [1,20 - 1,44]
10 legmagasabb roma reprezentációjú járás lakossága	2802	0,67 [0,64 - 0,69]	167	1,19 [1,02 - 1,39]
Nők				
I, (legkevésbé deprivált) (-11,13 ≤ SES ≤ -1,21)	28234	1,01 [1,00 - 1,02]	582	0,69 [0,64 - 0,75]
II, (-1,21 < SES ≤ -0,45)	60024	1,05 [1,05 - 1,06]	1636	0,93 [0,88 - 0,97]
III, (-0,45 < SES ≤ 0,25)	65647	1,04 [1,03 - 1,05]	1998	1,05 [1,00 - 1,09]
IV, (0,25 < SES ≤ 1,13)	34531	0,96 [0,95 - 0,97]	1274	1,18 [1,12 - 1,25]
V, (leginkább deprivált) (1,13 < SES ≤ 8,57)	10041	0,70 [0,69 - 0,72]	459	1,27 [1,16 - 1,39]
10 legmagasabb roma reprezentációjú járás lakossága	3731	0,74 [0,72 - 0,76]	169	1,23 [1,05 - 1,43]

7. tábla

A megerősített COVID-19 megbetegedések incidenciája és a COVID-19 halálozás relatív kockázata a harmadik járványhullám alatt DI kvintilisek és nemek szerint az esetszámok feltüntetésével

DI kvintilis (DI értéktartomány)	Megerősített esetek száma	Relatív incidencia	Halálosetetek száma	Relatív mortalitás
Férfiak				
I, (legkevésbé deprivált) (-11,13 ≤ SES ≤ -1,21)	31150	1,03 [1,02 - 1,05]	1003	0,81 [0,76 - 0,86]

II, (-1,21 < SES <= -0,45)	63455	1,07 [1,06 – 1,08]	2365	0,99 [0,95 – 1,03]
III, (-0,45 < SES <= 0,25)	68449	1,03 [1,02 – 1,04]	2581	1,00 [0,96 – 1,04]
IV, (0,25 < SES <= 1,13)	35831	0,92 [0,91 - 0,93]	1618	1,13 [1,07 – 1,18]
V, (leginkább deprivált) (1,13 < SES <= 8,57)	12284	0,76 [0,74 – 0,77]	587	1,17 [1,07 – 1,26]
10 legmagasabb roma reprezentációjú járás lakossága	4526	0,81 [0,79 – 0,83]	230	1,27 [1,12 – 1,45]
Nők				
I, (legkevésbé deprivált) (-11,13 <= SES <= -1,21)	33719	1,00 [0,99 – 1,01]	852	0,82 [0,77 – 0,88]
II, (-1,21 < SES <= -0,45)	70667	1,04 [1,03 – 1,05]	2013	0,93 [0,89 – 0,97]
III, (-0,45 < SES <= 0,25)	76691	1,02 [1,01 – 1,03]	2422	1,03 [0,99 – 1,07]
IV, (0,25 < SES <= 1,13)	41243	0,96 [0,95 – 0,97]	1440	1,09 [1,04 – 1,15]
V, (leginkább deprivált) (1,13 < SES <= 8,57)	14477	0,85 [0,83 – 0,86]	613	1,37 [1,26 – 1,48]
10 legmagasabb roma reprezentációjú járás lakossága	5550	0,92 [0,90 – 0,95]	255	1,53 [1,35 – 1,73]

A 4. PH-ban a legkevésbé deprivált I. kvintilisbe tartozóknál a regisztrált új COVID-19 esetek gyakorisága kevéssel az országos átlag alatt maradt, a relatív halálozás pedig még az előző két járványhullámban észlelthez képest is kedvezőbben alakult, a férfiaknál 37%-kal, nőknél 35%-kal volt alacsonyabb az országos átlagnál. Ezzel szemben a leginkább deprivált V. kvintilisben, azaz a leghátrányosabb helyzetűek körében a relatív incidenciája 9-15%-kal alacsonyabb, míg a relatív mortalitás 49-58%-kal magasabb volt az országos átlagnál (8.E és F ábra, 8. táblázat). A 10 legmagasabb roma reprezentációjú járásban még az V. kvintilis értékeit is szignifikánsan meghaladta a relatív COVID-19-cel összefüggő halálozási kockázat (RK férfiak: 1,68, 95% KI:1,45 – 1,94; RK nők: 1,53, 95% KI 1,35 – 1,73) (8. táblázat). Összességében tehát a negyedik hullámban is a korábbiakhoz hasonló összefüggés volt azonosítható, azaz szignifikáns fordított összefüggés a DI és a megerősített új COVID-19 esetek relatív előfordulása között (férfiak: $\chi^2_{\text{Homogenitás}} = 935,72$, $p = 0$; $\chi^2_{\text{Linearitás}} = 5,086$, $p = 0,025$; nők: $\chi^2_{\text{Homogenitás}} = 1014,78$, $p = 0$; $\chi^2_{\text{Linearitás}} = 90,49$, $p = 0$), és erős pozitív összefüggés a relatív halálozás és a depriváció között (férfiak: $\chi^2_{\text{Homogenitás}} = 248,66$, $p = 0$; $\chi^2_{\text{Linearitás}} = 247,99$, $p = 0$; nők: $\chi^2_{\text{Homogenitás}} = 213,15$, $p = 0$; $\chi^2_{\text{Linearitás}} = 228,62$, $p = 0$) (8.E és F ábra).

8. táblázat

A megerősített COVID-19 megbetegedések incidenciája és a COVID-19 halálozás relatív kockázata a negyedik járványhullám alatt DI kvintilisek és nemek szerint az esetszámok feltüntetésével

DI kvintilis (DI értéktartomány)	Megerősített esetek száma	Relatív incidencia	Halálosetek száma	Relatív mortalitás
Férfiak				
I, (legkevésbé deprivált) (-11,13 <= SES <= - 1,21)	27468	0,95 [0,94 – 0,96]	457	0,63 [0,59 – 0,69]
II, (-1,21 < SES <= -0,45)	54196	0,96 [0,95 – 0,97]	1245	0,89 [0,85 – 0,95]
III, (-0,45 < SES <= 0,25)	67907	1,08 [1,07 – 1,09]	1577	1,05 [1,00 – 1,10]
IV, (0,25 < SES <= 1,13)	38020	1,03 [1,02 – 1,04]	1001	1,19 [1,12 – 1,27]
V, (leginkább deprivált) (1,13 < SES <= 8,57)	13673	0,85 [0,83 – 0,86]	469	1,58 [1,44 – 1,73]
10 legmagasabb roma reprezentációjú járás lakossága	4667	0,85 [0,82 – 0,87]	182	1,68 [1,45 – 1,94]
Nők				
I, (legkevésbé deprivált) (-11,13 <= SES <= - 1,21)	31433	0,93 [0,92 – 0,94]	442	0,65 [0,59 – 0,71]
II, (-1,21 < SES <= -0,45)	63465	0,94 [0,93 – 0,95]	1249	0,87 [0,83 – 0,93]
III, (-0,45 < SES <= 0,25)	79884	1,07 [1,06 – 1,08]	1599	1,03 [0,98 – 1,08]
IV, (0,25 < SES <= 1,13)	44852	1,05 [1,04 – 1,06]	1079	1,25 [1,18 – 1,33]
V, (leginkább deprivált) (1,13 < SES <= 8,57)	16127	0,91 [0,90 – 0,93]	439	1,49 [1,36 – 1,64]
10 legmagasabb roma reprezentációjú járás lakossága	5524	0,89 [0,87 – 0,92]	181	1,62 [1,39 – 1,87]

Jelentős különbségek mutathatók ki a különböző deprivációs kvintilisekbe tartozó települések lakosságának COVID-19 elleni átoltottságában is. A 3. PH végére a legkevésbé hátrányos helyzetűek körében a COVID-19 elleni átoltottság 9%-kal magasabb volt az országos átlagnál, míg a legmélyebb deprivációval jellemezhető területek lakosságának átoltottsága 38%-kal maradt el az országos átlagtól (relatív átoltottság mindkét nemre vonatkozóan: 0,618; 95% KI: 0,616 - 0,620) (9. táblázat). A kockázatelemzés szignifikáns fordított összefüggést mutatott az átoltottság és a depriváció között ($\chi^2_{\text{Homogenitás}} = 95\,849,26$, $p = 0$; $\chi^2_{\text{Linearitás}} = 81\,178,63$, $p = 0$) a harmadik hullám végén. A legnagyobb roma népesség-arányú 10 járás településeinek az átoltottság az országos átlagnak csak az 55%-a volt (relatív oltottsági arány: 0,550; 95% KI: 0,560 - 0,640) (9. táblázat).

9. táblázat

A COVID-19 ellen (legalább) alapimmunizálásban részesültek relatív átoltottsági hányadosa DI kvintilisek szerint és azokban a járásokban, ahol a legmagasabb a roma lakosság aránya a 3. járványhullám végén

DI kvintilisek	Relatív átoltottsági hányados
I. (legkevésbé deprivált) (-11,13 <= SES <= -1,21)	1,092 [1,090 – 1,095]
II. (-1,21 < SES <= -0,45)	1,047 [1,045 – 1,049]
III. (-0,45 < SES <= 0,25)	1,026 [1,024 – 1,028]
IV. (0,25 < SES <= 1,13)	0,834 [0,833 – 0,836]
V. (leginkább deprivált) (1,13 < SES <= 8,57)	0,618 [0,616 – 0,620]
A 10 legmagasabb roma reprezentációjú járás lakossága	0,560 [0,550 – 0,640]

A fenti összefüggés a 4. hullám végére sem változott meg. A kockázatelemzés továbbra is szignifikáns fordított összefüggést mutatott az átoltottság és a depriváció között ($\chi^2_{\text{Homogenitás}} = 87469,99$, $p = 0$; $\chi^2_{\text{Linearitás}} = 73489,54$, $p = 0$). A legkevésbé deprivált ötödbe tartozók átoltottsága az országos átlagot mintegy 9%-kal haladta meg, a leginkább deprivált települések lakosaié pedig 36%-kal maradt el attól (10. táblázat). A magas reprezentációjú roma járások

országos átlagtól való elmaradása gyakorlatilag semmit nem változott a negyedik hullám végére (relatív oltottsági arány: 0,565, 95% KI: 0,561 - 0,568). (10. táblázat)

10. táblázat
A COVID-19 ellen (legalább) alapimmunizálásban részesültek relatív átoltottsága DI kvintilisek szerint és azokban a járásokban, ahol a legmagasabb a roma lakosság aránya a 4. PH végén

DI kvintilisek	Relatív átoltottsági hányados
I. (legkevésbé deprivált) (-11,13 <= SES <= -1,21)	1,070 [1,068 – 1,072]
II. (-1,21 < SES <= -0,45)	1,051 [1,050 – 1,053]
III. (-0,45 < SES <= 0,25)	1,013 [1,012 – 1,015]
IV. (0,25 < SES <= 1,13)	0,862 [0,860 – 0,863]
V. (leginkább deprivált) (1,13 < SES <= 8,57)	0,644 [0,640 – 0,644]
A 10 legmagasabb roma reprezentációjú járás lakossága	0,565 [0,561 - 0,568]

Egyváltozós ökológiai regresszióval fordított összefüggés volt kimutatható a települési szintű COVID-19 elleni átoltottság és a COVID-19-cel összefüggő halálozás között, tehát az átoltottság növelése szignifikánsan csökkentette a COVID-19-cel összefüggő halálozást (RK_{védőoltás}: 0,86, 95% KI: 0,75 – 0,98). Ahogy azt a korábbi eredmények mutatják, a depriváció mélyülése szintén fordított összefüggést mutatott az átoltottsággal, ellenben erős pozitív irányú összefüggést mutatott a halálozással.

A két magyarázó tényező, azaz a COVID-19 elleni átoltottság és a depriváció COVID-19-cel összefüggő halálozásra gyakorolt hatásainak együttes vizsgálata során az eredmények azt mutatják, hogy a 3. PH végére az átoltottsággal korrigált depriváció továbbra is szignifikáns összefüggést mutatott a COVID-19-cel összefüggő halálozással (RK_{depriváció}: 1,10; 95% KI: 1,07 – 1,14), míg a deprivációra korrigált összefüggés az átoltottság és a COVID-19-cel összefüggő halálozás között nem-szignifikánssá vált (RK_{átoltottság}: 0,95; 95% KI: 0,84 – 1,09).

7 MEGBESZÉLÉS

7.1 A legfontosabb eredmények összefoglalása és összehasonlítása releváns nemzetközi szakirodalmi adatokkal, következtetések levonása

Magyarországon a COVID-19 második járványhulláma sokkal nagyobb mértékű morbiditással, mortalitással és többlethalálózással járt, mint az első hullám. A pandémia okozta egészségügyi terheket a harmadik hullám során sem sikerült eredményesen csökkenteni a második hullámhoz képest, annak ellenére, hogy többféle megelőzési stratégiát magában foglaló nem-farmakológiai intézkedési csomag állt rendelkezésre, és kezdetben EU-szerte az egyik legintenzívebb védőoltási kampány zajlott Magyarországon, amelynek eredményeként a harmadik járványhullám tetőzésekor a lakosságnak már 52,5%-a teljes alapimmunizálásban részesült, s 24,4%-a kapott legalább egy adag COVID-19 vakcinát. Összességében a negyedik hullám többlethalálózása sem maradt el érdemben az előző két hullámétól, az 50-64 évesek többlethalálózása a 3-4. hullámban nőtt a 2. hullámhoz képest, s a COVID-19-cel összefüggő halálzási egyenlőtlenségek pedig egyre markánsabbá váltak.

Jelen értekezés célja, hogy új információkkal szolgáljon a társadalmi egyenlőtlenségek és az egészségi állapot összefüggéseiről Magyarországon egy súlyos egészségügyi válsághelyzet – világjárvány – kontextusában.

Szembevetve, hogy a vizsgált járványhullámokban közös komponensként került azonosításra a regisztrált COVID-19 esetek arányszáma alapján az ország északnyugati negyedének és a fővárosnak az átlagosnál nagyobb érintettsége, ugyanakkor ezeken a területeken a relatív halálzás alacsonyabb volt az országos átlagnál. Ezzel szemben a járványhullámok nagymértékben sújtották COVID-19 halálzás tekintetében az ország északkeleti részét, ami a regisztrált esetszámok alapján nem lett volna várható. Az eredmények ráirányítják a figyelmet a COVID-19-cel összefüggő regisztrált morbiditás és mortalitás társadalmi-gazdasági deprivációval való ellentétes irányú összefüggésére: a legmagasabb morbiditás a legkevésbé hátrányos helyzetű területeken, míg - ezzel ellentétben - a legmagasabb mortalitás a leghátrányosabb helyzetű területeken volt kimutatható.

Összességében hazánkban a regisztrált COVID-19 esetek incidenciája mindhárom vizsgált járványhullámban fordítottan arányos volt a deprivációval, tehát a depriváltabb területeken élők körében kisebb valószínűséggel azonosítottak megerősített COVID-19 megbetegedéseket, de esetükben a COVID-19-cel összefüggő halálzás kockázata magasabb volt.

Ez a mintázat még kifejezettebben mutatkozott mindhárom vizsgált PH során abban a tíz járásban, ahol a lakosság körében a romák aránya a legmagasabb. Több tanulmány is alátámasztja, hogy a romák anyagi helyzetük és egészségi állapotuk szempontjából is hátrányos helyzetben vannak számos országban, így Magyarországon is (Kósa *et al.*, 2007; Kühlbrandt *et al.*, 2014; Farrell *et al.*, 2021). Sajnálatos, hogy az etnikai alapú adatgyűjtés – félreértelmezett etikai aggályokkal magyarázott – hiánya miatt (Ádány, 2014) nem állnak rendelkezésre további magyarországi adatok annak igazolására, hogy a roma közösségeket magasabb COVID-19-cel összefüggő halálozási arányok jellemzik.

Már a pandémia első évében nyilvánvalóvá vált a világ számos országában, hogy a COVID-19 mortalitás fokozottan sújtja a kedvezőtlenebb TGH-ű lakosságot. Angliában és Wales-ben például egy több mint 3 millió halálesetet tartalmazó regiszter alapján vizsgálták a COVID-19 pandémia első évében elvesztett életévek számát (Years of Life Lost - YLL) a 2014-19-es évek átlagához viszonyítva, a társadalmi-gazdasági és földrajzi különbségeket figyelembe véve. Markáns grádienszt azonosítottak: a legkevésbé hátrányos helyzetű kvintilisben az YLL száma 100 000 lakosra vetítve 916 (95% KI: 820 - 1 012), míg a leghátrányosabb helyzetűek esetében 1 645 (95% CI: 1 472 - 1 819) volt (Kontopantelis *et al.*, 2022). Az Egyesült Királyság egyéb vizsgálataiban (Race Disparity Unit, 2021), de azon kívül más országokban is igazolódott hasonló összefüggés, attól függetlenül, hogy a hátrányos helyzetet egyéni vagy közösségi szinten mérték, így az Egyesült Államokban (Chen and Krieger, 2021; Boserup, McKenney and Elkbuli, 2020; Scannell Bryan *et al.*, 2021), Braziliában (Baqui *et al.*, 2020; Martins-Filho *et al.*, 2021; Rocha *et al.*, 2021; Silva and Ribeiro-Alves, 2021a), Kolumbiában (Cifuentes *et al.*, 2021) és Chilében is (Mena *et al.*, 2021).

Eredményeink háttérének értelmezése komplex megközelítést igényel.

Egyik lehetséges magyarázat, hogy a deprivált területeken élők, pl. az alacsonyabb iskolázottságúak és az olyan hátrányos helyzetű csoportokba tartozók, mint például a romák, nagyobb valószínűséggel rendelkeznek már korábban is fennálló alapbetegséggel (Boserup, McKenney and Elkbuli, 2020; Cifuentes *et al.*, 2021; Petraki *et al.*, 2021; Race Disparity Unit, 2021; Rocha *et al.*, 2021). Számos tanulmány támasztja alá, hogy a hipertónia, az elhízás és egyéb metabolikus zavarok emelik a súlyos COVID-19 kockázatát (Holman *et al.*, 2020; Drozd *et al.*, 2021; Longmore *et al.*, 2021; Morys and Dagher, 2021), s az ezek kombinációjaként ismert metabolikus szindróma a romák körében már fiatal korcsoportokban is jelentős prevalencia növekedést mutatott az elmúlt évtizedben (Ádány *et al.*, 2020; Piko *et al.*, 2021).

Khanijahani és munkatársai 2021-ben szisztematikus áttekintést adtak a COVID-19-cel összefüggésbe hozható rasszok közötti, etnikai és társadalmi-gazdasági egyenlőtlenségekkel kapcsolatos kutatási eredményekről. Ezen belül a társadalmi-gazdasági egyenlőtlenségek és a COVID-19 vizsgálatával kapcsolatban 28 tanulmányt azonosítottak. Számos evidencia támasztja alá, hogy az alacsony iskolai végzettség, a szegénység, a rossz lakáskörülmények, az alacsony családi jövedelem, a háztartás zsúfoltsága és a munkanélküliség összefüggésbe hozható a COVID-19 okozta halálozás magasabb kockázatával (Khanijahani *et al.*, 2021).

Nemcsak a halálozás, hanem a COVID-19 fertőződés magasabb kockázatával is összefüggést mutatnak például a rossz lakáskörülmények, a szegénység, a háztartás zsúfoltsága, alacsonyabb jövedelme, az alacsonyabb iskolai végzettség (Khanijahani *et al.*, 2021). E mögött számos tényező állhat: például a társadalmi-gazdasági szempontból hátrányos helyzetű közösségek és az etnikai kisebbségi csoportok tagjai számára gyakran nehezebb otthonról dolgozni, munka közben távolságot tartani, betegség vagy fertőzékenység esetén tesztelést végeztetni, az érintett egyéneket elkülöníteni, és a higiéniai megelőzési intézkedéseket betartani.

A kedvezőtlen TGH-ű csoportokon belül is különösen sérülékeny a roma lakosság. A roma közösségek magasabb SARS-CoV-2 fertőzési kockázatára már egy, a világjárvány első hónapjaiban készült tanulmány ráirányította a figyelmet: egy görög, körülbelül 2500 állandó lakost számláló roma településen lezajlott COVID-19 járványkitörés kivizsgálási eredményei azt mutatták, hogy a háztartáson belüli másodlagos fertőzések aránya (38,62%) duplája volt annak, mint amit az első járványhullámban a szakirodalmi adatok mutattak (16,6%) (Koureas *et al.*, 2021). A háztartások zsúfoltságával összefüggésben egy másik tanulmányban magasabb COVID-19 halálozási kockázatot is bizonyítottak (Chen and Krieger, 2021).

Lewis és munkatársai 2020 márciusa és júliusa között az Egyesült Államok Utah államában vizsgálták a COVID-19 incidenciát, teszteléseket, kórházi kezeléseket területi egyenlőtlenségeit surveillance adatok, valamint a kisméretű földrajzi területi egységre vonatkozó deprivációs kompozit indikátor alapján, amely többek között a jövedelem, a háztartás mérete, a munkanélküliség, a szegénységi küszöb alatt élő családok aránya, az iskolai végzettség indikátorait foglalta magába. Az eredmények azt mutatták, hogy a leginkább deprivált területen élők körében a 100 000 lakosra jutó tesztelési arány 25%-kal nagyobb volt a legkevésbé deprivált területen élőkhez képest. A tesztpozitivitási arány a deprivációval együtt nőtt, s ezzel összhangban a COVID-19 incidenciát mintegy háromszor nagyobb volt a depriváltabb területeken, ami azt támasztja alá, hogy a kedvezőtlen TGH növeli a fertőzés kockázatát. A kórházi kezelés esélye a legnagyobb szegénységben élő lakosság körében 1,6-szorosa volt a

kedvező TGH-ű területeken élő lakosokénak. A szerzők konklúziója szerint a COVID-19 kockázati tényezői földrajzi területek szerint halmozódhatnak, amelynek számos lehetséges oka között említik a magasabb fertőzésveszélyű munkahelyet, a zsúfolt háztartást és a preventív intézkedések betartásának objektív akadályait (Lewis, 2020).

Szakirodalmi adatok tehát azt mutatják, hogy a kedvezőtlen TGH-ben élő csoportokban a fertőzés könnyen és gyorsan terjedhet. Ezek a családok nemcsak kedvezőtlenebb egészségi állapotúak, hanem gyakran még zsúfolt, rosszul szellőző belső terekben, magasabb lélekszámú háztartásokban is élnek (Kósa, Daragó and Adány, 2011) és kevésbé tudják az otthoni munkavégzés előnyeit kihasználni a fertőzés terjedésének megelőzése érdekében, mint a kevésbé deprivált népesség.

A magasabb fertőzési kockázat azonban nem feltétlenül, és nem mindenütt jár együtt magasabb regisztrált COVID-19 esetszámmal. Az első kutatások egyike, amely erre az eredményre jutott Rio de Janeiro-ban készült, ahol „a korra standardizált incidenciá ráták magasabbak voltak a gazdag lakókörnyezetekben, a mortalitási ráták pedig magasabbak voltak a depriváltabb településeken a világjárvány első két hónapjában” (Silva and Ribeiro-Alves, 2021).

A tesztelési aktivitás tehát nem mindig követi a szükségleteket, emiatt a regisztrált COVID-19 esetszámok elmaradhatnak a valós incidenciától. Egy nagyszabású, önkéntes közösségi gyorsesztesztelési szűrőprogram kapcsán vizsgálták a tesztelési részvétel társadalmi és térbeli egyenlőtlenségeit az Egyesült Királyságban, Liverpoolban. Több mint 214 500 lakos esetében végeztek laterális áramlási antigén tesztelést. A leginkább deprivált területeken élők részvételi aránya az országos szintnél (43%) 11%-kal alacsonyabbnak, de a tesztpozitivitási arány esetükben az átlagosnál magasabbnak bizonyult. Modellek segítségével azt is kimutatták a szerzők, hogy a tesztelési arány alacsonyabb volt a tesztközpontoktól távolabb fekvő területeken, valamint ahol magasabb reprezentációjú volt az internethasználatban kevésbé magabiztos lakosság (Green *et al.*, 2021).

Nem zárható ki tehát, hogy a magas COVID-19-cel összefüggő mortalitású, deprivált magyarországi régiókban tapasztalt alacsony regisztrált morbiditás mögött az áll, hogy számos COVID-19 eset nem került teszteléssel megerősítésre, sőt betegségtünetek alapján kimutatásra sem. Ennek a hipotézisnek az igazolására azonban nem állnak rendelkezésre magyarországi adatok.

Erősíti viszont ezt a hipotézist, hogy a magyar eredményeket alátámasztó megállapításra jutott két másik kutatás is: a kedvezőbb TGH-ű területeken élők nagyobb valószínűséggel kerültek

SARS-CoV-2-tesztelésre, de kisebb valószínűséggel lettek pozitívak, és kerültek kórházba vagy intenzív osztályra, és kisebb valószínűséggel haltak meg, mint az alacsonyabb TGH-ű területeken élők (Riou *et al.*, 2021; Vandentorren *et al.*, 2022).

Vandentorren és munkatársai Franciaországban vizsgálták a területalapú deprivációs mutató és a SARS-CoV-2 előfordulási arányszámait, valamint az elvégzett tesztek és azok pozitivitásának arányai közötti összefüggéseket, azaz a tanulmány a SARS-CoV-2 világjárvány dinamikájának vizsgálata mellett kiterjedt a COVID-19 teszteléssel kapcsolatos társadalmi egyenlőtlenségek kérdésére is. A szerzők által használt adatbázis az összes Franciaországban elvégzett SARS-CoV-2-teszt eredményét tartalmazta a 2020 májusától 2021 áprilisáig tartó időszakra vonatkozóan, amely során közel 71 millió SARS-CoV-2-teszt eredményét rögzítették, köztük 5 000 972 pozitív teszt-eredményt. A szerzők rámutattak, hogy a SARS-CoV-2 incidencia, a vizsgálati arányok és a pozitívítási arányok különböztek a leghátrányosabb TGH-ű területeken a legkevésbé hátrányos helyzetű területekhez képest. Egyértelmű társadalmi gradienst azonosítottak, mely szerint a leghátrányosabb helyzetű területeken élőkénél volt a legnagyobb a SARS-CoV-2 fertőzés kockázata, ugyanakkor kisebb volt a tesztelés valószínűsége (Vandentorren *et al.*, 2022).

Hasonló eredményekre jutott Riou és munkatársa, akik a Svájci Szövetségi Közegészségügyi Hivatalnak 2020. március 1. és 2021. április 16. között jelentett COVID-19 surveillance adatokat elemezték. A jelentett esetek lakcímeit geokódolták és besorolták a svájci TGH szomszédsági index szerint. Az eredmények azt mutatták, hogy a legkedvezőbb TGH-ű földrajzi területeken élők körében több tesztvizsgálatot végeztek, mint a legkedvezőtlenebb helyzetű területeken (RK: 1,18; 95% KI: 1,02 – 1,36), azonban az előbbi csoportban a tesztpozitivitás szignifikánsan alacsonyabb volt (RK: 0,75; 95% KI: 0,69 – 0,81), mint a leginkább deprivált területeken. A kedvezőbb TGH-ű területeken élők nagyobb valószínűséggel kerültek SARS-CoV-2-tesztelésre, de kisebb valószínűséggel lettek pozitívak, és kerültek kórházba vagy intenzív osztályra, és kisebb valószínűséggel haltak meg COVID-19 következtében, mint az alacsonyabb TGH-ű területeken élők (Riou *et al.*, 2021).

Magyarországon a legnagyobb arányú roma népességgel rendelkező járások tekintetében kiemelten magas relatív halálozási arány volt azonosítható a nők esetében, még a férfiakhoz képest is, ami figyelemre érdemes, de az eredmények értékelésekor óvatosságnak kell lenni, mert az eltérő nem-specifikus referenciaarányok miatt a nők relatív halálozási aránya nem összehasonlítható közvetlenül a férfiakéval. Megjegyzendő, hogy a pontbecslések körüli 95%-os konfidenciaintervallumok nem különböznek jelentősen a roma férfiak és nők esetében.

A COVID-19 tesztelés Magyarországon ingyenesen és térítés ellenében is elérhető volt (és jelenleg is az), ami elméletileg a teszteléshez való hozzáférés egyenlőtlenségeit csökkenthette. Az ingyenes és különösen a díjköteles vizsgálatokhoz való hozzáférést, a tesztközpontok elérhetőségét azonban befolyásolhatta és a deprivált lakosság esetében korlátozhatta a társadalmi-gazdasági státusz, amit az is valószínűsít, hogy a Liverpool-ban elvégzett vizsgálatban a tesztelési központok távolságával fordított összefüggést mutatott a tesztelésen való részvételi arány (Green *et al.*, 2021).

Vizsgálatunk eredményei azt mutatják, hogy az országos átlagnál szignifikánsan magasabb COVID-19-cel összefüggő halálozás azokon a jól körülhatárolható földrajzi területeken volt igazolható a pandémia 2-3. hullámában, ahol jellemzően depriváltabb népesség él. Egy további vizsgálat a fentiekhez kapcsolódva vizsgálta a 4. PH-ot is (Juhász *et al.*, 2022). A mintázatok közös komponensei a vizsgált mindhárom járványhullámban eddig nem mért tényezők szerepére utalnak, amelyek valószínűleg a tesztelés, a kontaktok nyomon követése, az egészségügyi ellátáshoz való hozzáférés és a kockázatkerülő magatartás terén mutatkozó olyan egyenlőtlenségekhez kapcsolódnak, amelyek változatlanul fennálltak mindhárom járványhullám idején, függetlenül az intézkedési csomagoktól, vagy a különböző domináns vírusvariánstól.

Az egészségügyi ellátórendszerhez való hozzáférési akadályok már a pandémia előtt is egyenlőtlenül terhelték az alacsonyabb TGH-ű csoportokat, de a világjárvány komplex hatásai még tovább növelhették a halálozásban tapasztalt egyenlőtlenségeket. Ezt részben árnyalja egy magyarországi népesség-alapú keresztmetszeti kutatás, amely vizsgálta a COVID-19 világjárvány hatását az egészségügyi ellátórendszer igénybevételére társadalmi al csoportok szerint a világjárvány előtt és annak ideje alatt. A szociodemográfiai egyenlőtlenségek az iskolai végzettség, a családi állapot és a roma etnikum szerint már a világjárvány előtt is kimutathatók voltak és az is igazolódott, hogy a pandémia drasztikusan csökkentette a házi orvosi vizitek, a járóbeteg szakorvosi ellátások és a kórházi felvételi arányt Magyarországon, de a romák tekintetében fennálló egyenlőtlenségek további romlása ebben a vizsgálatban nem volt kimutatható (Bekele *et al.*, 2022). Egy másik kutatás, amely a magyarországi COVID-19 halálozásának okait vizsgálta, arra az eredményre jutott, hogy a lakosság pandémia előtti egészségi állapotán kívül a fekvő- és járóbeteg ellátás kritikus állapota is jelentős meghatározó tényezője lehetett a területi különbségeknek, ugyanis azokban a járásokban, ahol a fekvőbeteg osztályok leterheltsége meghaladta az országos átlagot, az ápolók száma szignifikáns, fordított összefüggést mutatott a mortalitással (Kovács and Vántus, 2022).

A védőoltások új lehetőségeket nyitottak meg a járványvédekezésben, mert ezek nemcsak bizonyítottan hatásos és gyors, hanem kockázat-haszon mérlegelés szempontjából is jellemzően előnyös, a világjárvány társadalmilag egyenlőtlen terheinek jelentős csökkentésére alkalmas beavatkozási lehetőséget kínáltak.

Eredményes csak akkor lehet egy népegészségügyi program, ha azok, akiknek felkínálják a preventív szolgáltatásokat, el is fogadják azt. Bár az oltási kampány Magyarországon már a harmadik hullám előtt elkezdődött, a védőoltások elfogadottságában hamarosan különbségek mutatkoztak, kezdetben észrevétlenül, és a harmadik PH végére az egyenlőtlenségek már nyilvánvalóvá váltak: a kevésbé hátrányos helyzetű, főként városi területeken ugyanis ekkorra már az átlagosnál magasabb volt az átoltottság, tehát a védőoltások által nyújtott védelem lehetősége TGH szerint jelentősen különbözött. Az átoltottság még a leghátrányosabb ötédbbe tartozó területeken tapasztalható képest is alacsonyabb volt a legmagasabb roma népességarányú járásokban.

Eredményeink összhangban vannak az Egyesült Királyságban, az Egyesült Államokban és Izraelben szerzett tapasztalatokkal: a COVID-19 elleni átoltottság tekintetében egyértelmű társadalmi-gazdasági gradiens mutatkozik, a kedvezőtlenebb TGH-ű területeken alacsonyabb átoltottsággal (Barry *et al.*, 2021; Haas *et al.*, 2021; Hughes, 2021; Perry *et al.*, 2021).

Az eredmények hátterében számos magyarázat állhat. Bár a magyarországi védőoltási program bevezetése gyors volt, de a harmadik járványhullám terjedése még gyorsabb. Egy ilyen nagyszabású védőoltási programnak a végrehajtása sok időbe telik, amihez még hozzá kell számolni azt a hét hetet is, amíg az immunitás kialakult. A harmadik járványhullám lezajlását követően az immunizációs program Magyarországon lelassult, és a negyedik hullámban már csaknem 8%-kal elmaradt az EU országok átlagától (ECDC, 2022a).

Az alacsony COVID-19 átoltottság hátterében álló tényezőket vizsgálta Magyarországon 2022 elején egy reprezentatív lakossági mintán végzett koronavírus-specifikus egészségműveltség-felmérés, melynek eredményei rámutattak arra, hogy a kutatás idején mindössze a magyar lakosság 46,5%-a rendelkezett kielégítő egészségműveltséggel a koronavírussal és az általa okozott megbetegedéssel kapcsolatban (Bíró *et al.*, 2022). Az alacsonyabb társadalmi-gazdasági státuszú csoportok, illetve a védőoltást elutasítók körében szignifikánsan alacsonyabb volt a kielégítő egészségműveltségük aránya. Svájc példája viszont azt is megmutatja, hogy az egészségműveltség javítására van lehetőség, ugyanis a pandémia első évében, a meghozott intézkedések következtében a németajkú lakosok körében a kielégítő

koronavírus-specifikus egészségműveltséggel rendelkező lakosok aránya 55%-ról 63%-ra emelkedett (De Gani *et al.*, 2022).

Egy 41 országra kiterjedő tanulmány szerint az alacsony iskolai végzettség és az alacsony jövedelem gyakrabban jár együtt az ajánlások/korlátozások be nem tartásával (Szászi *et al.*, 2022). Jól ismert, hogy az iskolai végzettség jelentősen befolyásolja a védőoltási hajlandóságot is: az alacsonyabb iskolai végzettségűek nagyobb valószínűséggel utasítják el a COVID-19 elleni védőoltást (Kessels, Luyten and Tubeuf, 2021; Nehal *et al.*, 2021; Rodríguez-Blanco *et al.*, 2021; Syan *et al.*, 2021). A jelen tanulmányban alkalmazott DI több tényező mellett az iskolai végzettséget is figyelembe veszi, mivel ez az egyik legfontosabb (ha nem a legfontosabb) meghatározója a társadalmi-gazdasági helyzetnek (Juhász *et al.*, 2010). Feltételezhető, hogy a magasabb iskolai végzettség és az ezzel összefüggő magasabb oltási hajlandóság fontos meghatározó tényezője a kedvezőbb TGH-ú területeken azonosított magasabb átoltottságnak.

Számos országban, köztük Magyarországon is figyelmen kívül hagyták a földrajzi, etnikai, és társadalmi-gazdasági szempontokat mind a kezdeti oltási célcsoportokra vonatkozó kritériumok, mind pedig a prevenciók intézkedések tervezése során. A marginalizált népességcsoportok a védőoltási program kezdetén akadályokba ütközhetnek az akkoriban még szűkösen rendelkezésre álló oltóanyagokhoz való hozzáférés vonatkozásában is, később pedig, amikor már vakcina-bővítés volt, az időközben elterjedt oltásszkeptikus nézetek bizonytalaníthatják el őket. Mindez tovább növelhette az egyenlőtlenségeket.

A várakozásoknak megfelelően jelen vizsgálat során fordított összefüggés igazolódott az átoltottság és a COVID-19-cel összefüggő halálozás között, ez utóbbi viszont pozitív összefüggést mutatott a deprivációval. Bár a védőoltások elméletileg csökkenthetnék volna a deprivációval összefüggő mortalitási egyenlőtlenségeket Magyarországon, az eredményeink azt mutatják, hogy erre a vizsgált időszakban nem került sor. Bár a negyedik hullám végéig az átoltottság egyenlőtlenségei nem csökkentek Magyarországon, a közelmúltban végzett vizsgálataink szerint az ötödik hullám elején már kimutathatóak voltak az egyenlőtlenségek viszonylagos csökkenésére utaló kezdeti jelek (Juhász *et al.*, 2021.).

A várakozásokkal ellentétben tehát a COVID-19 elleni védőoltási programok a világ számos országában (köztük Magyarországon) nem csökkentették érdemben az egészség-egyenlőtlenségeket, mivel a COVID-19 miatt leginkább veszélyeztetett csoportok részesültek a legkevésbé a védőoltások előnyeiből, ami összefügghet azzal, hogy a hazai többlethalálozás a vizsgált járványhullámok folyamatában nem mutatott érdemi csökkenést.

Összességében tehát nagyon sok bizonyíték támasztja alá – köztük magyarországi eredmények is – azt, hogy a COVID-19 világjárvány valamennyi fontos egészséggel kapcsolatos mutatója, beleértve a tesztelési lefedettséget, morbiditást, súlyos lefolyás gyakoriságát és mortalitást, összefüggést mutat a társadalmi egyenlőtlenségekkel. Az egyenlőtlenségek háttérben magasabb fertőzési kockázat, illetve fogékonyság, gyakoribb krónikus alapbetegség-előfordulás, amely súlyosabb lefolyással járhat együtt, továbbá az egészségügyi ellátáshoz történő rosszabb hozzáférés és alacsonyabb átoltottság állhatnak.

Egy 2021-ben publikált, 2020-as évre vonatkozó, korra standardizált heti kumulatív mortalitást vizsgáló tanulmány szerint a többlethalálozás hazánkban alacsonyabb volt, mint a legtöbb európai országban, ahol az első és a második járványhullám súlyosabb lefolyásúnak bizonyult, illetve a környező országokhoz mérten is, ahol a második hullám több mint 10%-os többlethalálozást okozott a korábbi évekhez képest (Bogos *et al.*, 2021). Megjegyzendő azonban, hogy az említett tanulmány nem dolgozta fel a második járványhullám teljes időszakát, és a halálozási adatok még nem álltak teljeskörűen rendelkezésre, amikor az elemzés készült. A többlethalálozási adatok nemzetközi összehasonlítása számos módszertani kérdést vet fel, és szubjektivitástól sem mentes a tekintetben, hogy mely országok és időszakok kerülnek kiválasztásra az összehasonlításhoz. Más eredményre jutunk, ha Dániához vagy Ausztriához hasonlítjuk Magyarországot a járványhullámok során észlelt többlethalálozás vonatkozásában, mint ha a „visegrádi négyek” országaihoz (Kenessey *et al.*, 2022). Jelen vizsgálat nem kíván ezen az úton járni, sokkal inkább arra hívja fel a figyelmet, hogy a három vizsgált járványhullám során a relatív többlethalálozás az összes korcsoportot tekintve kritikus mértéket ért el. Bár a pandémia előrehaladtával egyre több tapasztalat és tudás állt rendelkezésre, sem a kombinált nem-farmakológiai intézkedésekkel, sem a tömeges oltási programokkal nem sikerült érdemben csökkenteni a 2-4 PH-okban a halálozási terheket. Ennek háttérben az egyre nagyobb terjedési képességű és virulenciájú SARS-CoV-2 variánsok megjelenése és elterjedése mellett az egyenlőtlenségek is szerepet játszhattak.

7.2 A COVID-19 világjárvány egészségre, egészség-egyenlőtlenségekre gyakorolt hatásainak várható népegészségügyi következményei Magyarországon rövid és hosszú távon

A pandémia jelen értekezés írásakor még nem ért véget. A 2022 nyarán Európában is fokozatosan teret nyerő SARS-CoV-2 omikron alvariánsok terjedési képessége a korábbiakhoz képest jelentősen nagyobb, amely részben a magasabb fertőzőképességből, részben pedig a fokozott immunelkerülő képességből ered (Liu and Rocklöv, 2022). Az eddigi tapasztalatok

szerint hiába alacsonyabb a súlyos lefolyás részaránya, nagyszámú fertőzés előfordulása végül a kórházi ellátórendszert ismét arányosan terhelheti. Valószínű az is, hogy a súlyos lefolyás a továbbiakban is a kiszolgáltatottabbakat fogja leginkább érinteni, ha célzott védőoltási programokkal nem sikerül időben magasszintű védeltséget elérni a körükben.

Egyre több tanulmány lát napvilágot arról, hogy a COVID-19 pandémia kockázatai jóval túlmutatnak annak akut szakaszán. Ezért is kell hangsúlyozni a SARS-CoV-2 fertőzések elsődleges megelőzésére irányuló stratégiák folyamatos optimalizálásának szükségességét. A legjobb módja ugyanis a hosszú-COVID és számtalan más hosszútávú hatás - beleértve pl. a súlyos szív- és érrendszeri következmények kockázatát - megelőzésének az, ha a SARS-CoV-2 járványok sorozatos ismétlődését sikerül megelőzni; erre számos nem-farmakológiai intézkedés és többféle COVID-19 elleni védőoltás is rendelkezésre áll.

A COVID-19-en eddig átesettek nagy és a továbbiakban is növekvő számára tekintettel, a hosszú-COVID és egyéb hosszútávú kockázatok a potenciálisan érintett emberek nagy számát vetíti előre Magyarországon is az elkövetkező években, évtizedekben. Ahogy a COVID-19 egészségre gyakorolt közvetlen hatásai egyenlőtlenül sújtották a magyar lakosságot, úgy a közép- és hosszútávú hatásai is nagy valószínűséggel követni fogják ezt a mintázatot. A kormányoknak és az egészségügyi rendszereknek világszerte, így Magyarországon is fel kell készülniük arra, hogy a COVID-19 világjárvány valószínűleg jelentősen hozzájárul pl. a szív- és érrendszeri betegségek, a cukorbetegség, és a mentális betegségek terheinek növekedéséhez, de mindez továbbra sem egyenlően érinti majd az egyes társadalmi csoportokat.

Ha az indirekt hatásokat is mérlegeljük, akkor az elmaradt szervezett szűrővizsgálatok, késedelemmel megszületett diagnózisok, késői vagy elmaradt beavatkozások és a krónikus betegek gondozásában bekövetkezett törések és fennakadások nemcsak a szív-érrendszeri, hanem a daganatos és más krónikus betegségek körét is nagy valószínűséggel érinteni fogják, tovább növelve a világjárvány okozta betegségterheket és az egyenlőtlenségeket. E betegségek krónikus jellege miatt hosszútávú következményekkel járhatnak mind az érintett személyek, családok és közösségek, mind pedig az egészségügyi rendszerek szintjén, és széleskörűen kihathatnak a várható élettartamra, valamint ennek egészségben eltöltött hányadára, továbbá a munkaerőpiacon keresztül a gazdaság termelékenységére is.

7.3 Kritériumrendszer és javaslatok a területi alapú kockázatértékelés és a kockázat alapú, területileg differenciált jövőbeli intézkedések kidolgozásához

- *A vírusfertőzés által leginkább sújtott vagy veszélyeztetett közösségek fokozott védelme*

A súlyos társadalmi-gazdasági egyenlőtlenséggel terhelt országokban a világjárvány sajátos circulus vitiosus-t generálhat: a járvány súlyosítja a meglévő egyenlőtlenségeket, amelyek viszont súlyosbíthatják a világjárványt a fertőzés fokozott terjedése, a megnövekedett morbiditás, illetve mortalitás következtében. A központi intézkedések – bizonyítottan eredményes beavatkozások időben történő bevezetése esetén – képesek csökkenteni a PH-ok időtartamát, illetve csúcsának nagyságát, de akár növelhetik is azokat, pl. az intézkedések túl korai és/vagy indokolatlan feloldásával. A központi intézkedések nagyon gyakran hatással vannak az egyenlőtlenségekre is, növelhetik, vagy éppen csökkenthetik azokat. A központi pandémiás intézkedések – bár általában előnyösek a járvány leküzdésében – gyakran súlyosbítják a már fennálló egyenlőtlenségeket és akár új egyenlőtlenségeket is generálnak. Az egymást negatív spirálba kényszerítő körülmények kedvezőtlen hatásait pedig tovább súlyosbíthatja a megfelelő egészségügyi, népegészségügyi, szociális kapacitások hiánya, amelyek a méltánytalan esélyegyenlőségek csökkentéséhez szükségesek lettek volna.

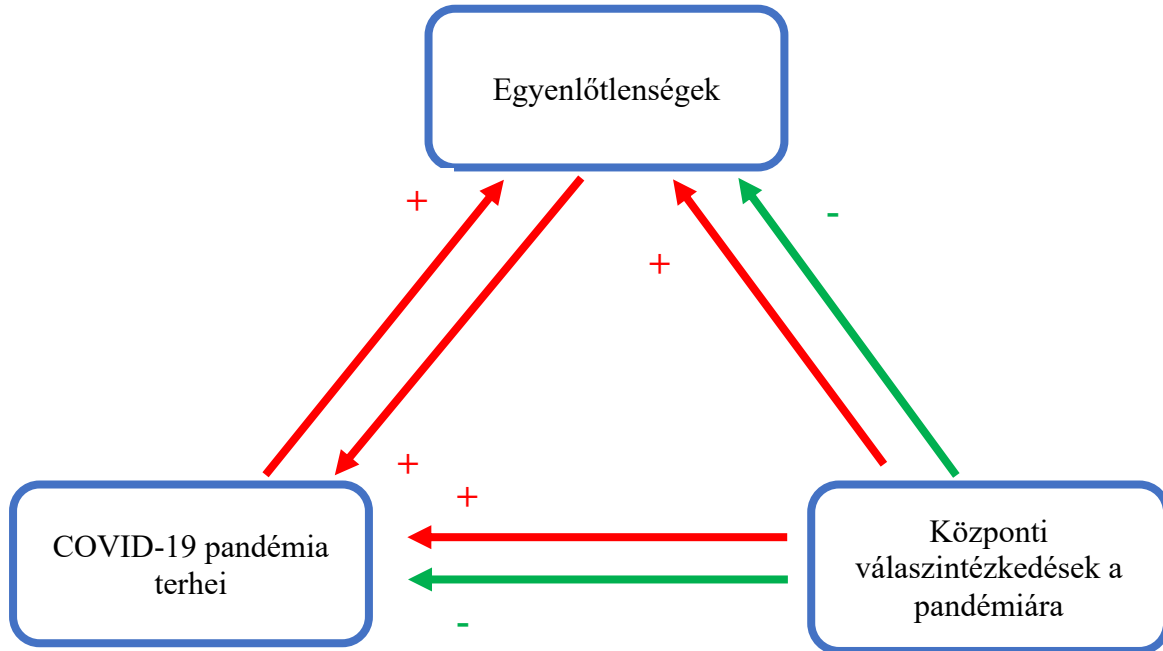
Ezért kívánatos, hogy a vírus által leginkább sújtott vagy veszélyeztetett közösségek célzott népegészségügyi, járványvédelmi programok keretében nagyobb mértékben részesüljenek a források elosztásából, mint azt a népességszámuk önmagában megkívánná.

- *Keretrendszer az egyenlőtlenségek vizsgálatára*

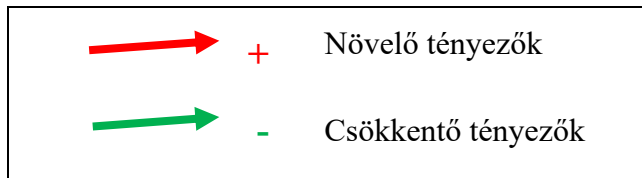
A 11. ábra egy egyszerű keretrendszer segítségével ábrázolja a világjárvány, az intézkedések és az egyenlőtlenségek komplex egymásra hatását, amely segíthet a járványkezeléssel kapcsolatos döntések előkészítése és értékelése során áttekinteni azok egyenlőtlenségekre gyakorolt hatását, valamint definiálni olyan, az egyenlőtlenségek csökkentésére irányuló intézkedési csomagokat, amelyek képesek megszakítani az esélyegyenlőség sérülését eredményező, egymást erősítő kedvezőtlen folyamatokat.

11. ábra

Keretrendszer az egyenlőtlenségek háttérében álló tényezők azonosításához és az intervenciók tervezéséhez



Jelmagyarázat:



- Átfogó kockázatértékelés kritériumrendszere a járványügyi kontroll-intézkedések megalapozására

A járványügyi kontroll intézkedéseknek és azok feloldásának, valamint a pandémia rövid és hosszú távú káros következményeinek csökkentésére irányuló beavatkozásoknak megfelelő, nagy felbontású területi kockázatértékelésen kell alapulniuk, amely lehetővé teszi, hogy az intézkedések megalapozottan és célzottan történjenek, és csak a szükséges de elégséges mértékben avatkozzanak be a társadalom működésébe. Az intézkedések tervezésekor kiemelt figyelmet kell fordítani azokra a földrajzi területekre, lakosságcsoportokra, amelyek a világjárvány közvetlen és közvetett, rövid- és hosszútávú hatásait tekintve a legsérülékenyebbek.

A járványügyi kockázatértékelések jellemzően a megelőző időszak epidemiológia mutatói alapján igyekeznek a járvány terjedését és súlyosságát komplex módon leírni. Ezen kockázatértékelések korlátait a rendelkezésre álló mutatók pontossága és összehasonlíthatósága (függ a surveillance minőségétől), valamint az időbeliségük (alapvetően a múltból informálnak) jelenti. A járványügyi kockázatértékelések további korlátját jelzi, ha nem tartalmazznak átfogó információt a lakosság vulnerabilitásáról, vagy ha a területi egyenlőtlenségek bemutatására nem kerül sor. Kézenfekvő megoldás tehát a járványügyi kockázatértékelések szempontjait kiegészíteni a lakosság vulnerabilitásának, adherenciájának és rezilienciájának értékelésével, melyeknek fontos elemét képezi a TGH.

11. táblázat

A területi szintű kockázatértékelés javasolt kritériumrendszere a WHO ajánlásának továbbfejlesztésével (WHO, 2021b)

<p>Mikrobiológiai információk Pl. patogén, genomszekvencia, genomikai surveillance, diagnosztikus módszerek.</p>	<p>Epidemiológiai információk Pl. incidencia, kormegoszlás, terjedési mód, alap reprodukciós szám, inkubációs idő, generációs idő, fertőzőképesség időtartama.</p>	<p>Klinikai információk Pl. tünetek, betegség-spektrum, súlyos megbetegedés kockázati faktori, a betegség időtartama, gyógykezelési lehetőségek, immunitás.</p>
<p>Vulnerábilis lakosságcsoportok Pl. TGH, etnicitás szempontjából vulnerábilis lakosság száma, földrajzi elhelyezkedése, a vulnerabilitás fő komponensei és azok dimenziói.</p>	<p>Betegségteher Az adott járványügyi esemény nagysága és az egyéni súlyosság eredője.</p>	<p>Egészségügyi kapacitások Pl. emberi erőforrás, infrastruktúra, valamint diagnosztikum, oltóanyag, terápiás szerek: hozzáférhetőség, volumen, minőség.</p>
<p>Népegészségügyi kapacitások Pl. esetek azonosítása (tesztelés), kontaktuskutatás, járványkivizsgálás, surveillance rendszerek működtetése, tömeges védőoltási program kivitelezése.</p>	<p>Adherencia Pl. a lakosság együttműködési hajlandósága, egészségértés, egészségműveltség, pandémiás kimerülés, átoltottság.</p>	<p>Reziliencia A lakosság, intézmények és gazdálkodó szervezetek járványügyi felkészültsége, alkalmazkodóképessége, hatékony válaszintézkedésekre való képessége, innovációs képessége.</p>

A beavatkozások vonatkozásában kritikus jelentőségű az elsődleges célcsoportok meghatározása és a megoldani kívánt problémák minél pontosabb definiálása. Jó gyakorlatnak tekinthető pl. az Egyesült Királyságban végzett felmérés a társadalmilag sérülékeny csoportok szükségleteinek feltárására, amelyek alapján a politikai döntéshozók és az érdekelt felek számára ajánlások kidolgozására kerülhetett sor a pandémia és az azzal kapcsolatos

intézkedések társadalmilag veszélyeztetett csoportokra gyakorolt káros hatásainak enyhítése érdekében (Stevens *et al.*, 2021).

A járványügyi felkészültség a népegészségügyi rendszer felé alapvető elvárás kell, hogy legyen, ami nem ad hoc valósul meg, hanem egy komplex – a javasolt kritériumrendszert magában foglaló – monitoringra épül, s ezáltal gyors és adekvát reagálást tesz lehetővé.

- *A pandémia kapcsán is veszélyeztetett lakosság azonosítása a védőoltások elérhetővé válását követően*

A sikeres járványvédekezésre irányuló stratégiáknak az alapját kell, hogy képezze az a hátrányos helyzetben lévő társadalmi csoportok jó beazonosíthatósága. Egyéni kockázatértékelésre lehetőséget nyújtó adatok országos szinten többnyire nem állnak rendelkezésre, ezért a népegészségügyi intézkedések tervezéséhez leggyakrabban ökológiai vizsgálati módszertannal készült kockázatértékelés alkalmazható. A TGH szerinti kockázatértékelés tekintetében lehetséges egy-egy mutatót (pl. iskolázottság, munkanélküliség) kiválasztani, vagy pedig több mutató segítségével indexet képezni. A TGH területi szintű értékelésére kompozit indikátorokat (indexeket) használnak többek között Franciaországban (Vandentorren *et al.*, 2022), az Egyesült Királyságban (Kontopantelis *et al.*, 2022), az Egyesült Államokban (Lewis, 2020), Svájcban (Riou *et al.*, 2021) és Magyarországon is (Juhász *et al.*, 2010), amelyek az egészséget meghatározó legfontosabb társadalmi tényezőket együttesen értékelik. Célzott népegészségügyi programok tervezéséhez és megvalósításához az így képzett kompozit indikátorok megfelelő alapot biztosíthatnak.

A COVID-19 pandémia során a TGH-tel kapcsolatos egyenlőtlenségeket csökkenthetik a COVID-19 elleni védőoltások, ha az alacsony TGH-ű területeken sikerül magas átoltottságot elérni. Éppen ezért a COVID-19 világjárvány során a lakosság statikus, TGH szerinti vulnerabilitási indexét javasolt kiegészíteni az átoltottsági mutatóval.

Welsh és munkatársai egy egyszerű, de hatékony módszerről számoltak be, amelynek segítségével Anglia kis területeit (small area units) rangsorolták a COVID-19 kockázat szempontjából a TGH szerinti vulnerabilitás és a védőoltásokkal szembeni bizalmatlanság relatív mutatói alapján. Mindkét jellemző numerikus indexei szerint sorba rendezték a vizsgált területi egységeket, kvintilisekbe osztották azokat, majd a legmagasabb deprivációjú és legalacsonyabb átoltottságú kvintilisekbe egyaránt besorolt területeket beazonosították (Welsh, Sinclair and Matthews, 2022). A szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy a bemutatott indexek hatékony módszernek bizonyulnak a COVID-19 kockázat földrajzi

egyenlőtlenségeinek azonosítására, így segítve az erőforrások szükség szerinti összpontosítását a kritikus területekre. A módszer adaptálására, pilot vizsgálatára és validálására javasolt Magyarországon is hasonló kutatást végezni a közeljövőben.

- *A tesztelési lefedettség növelése a helyzetértékelés javítására és a halálozás csökkentésére*

Vizsgálatunk eredményei azt mutatják, hogy Magyarország jól körülhatárolható, leginkább deprivált területein az országos átlagnál szignifikánsan alacsonyabb volt a regisztrált COVID-19 arányszám, miközben a halálozási adatok épp ellenkező irányú összefüggést mutattak. Irodalmi adatok is alátámasztják, hogy ezen jelenségek hátterében gyakran alacsony tesztelési lefedettség is áll.

Sarkalatos pontja tehát a COVID-19 pandémiás védekezésnek (illetve más jelentős járványügyi esemény kapcsán is) a tesztelési lefedettség növelése, ami több szempontól is nagy jelentőségű. Az esetek korai felderítése segíti a hatékonyabb egyéni prevenciót, javítja a kontaktuskutatás minőségét és ezzel együtt a járvány kontrollját, és irodalmi adatok alapján csökkenti a COVID-19-cel összefüggő halálozást is (Wei *et al.*, 2020; Kanno, Kandula and Shaman, 2022); mindezek mellett a tesztelési lefedettség növelése emeli a surveillance adatokon alapuló kockázatértékelés pontosságát.

Célzott intézkedésekkel a tesztelési lefedettség növelhető, még a kedvezőtlen TGH-ű lakosság körében is. Egy, az Egyesült Államokban végzett klaszter-alapú randomizált vizsgálat során, amelybe magas latin-amerikai etnikum-reprezentációjú településeket vontak be – véletlenszerűen eldöntve, hogy a vizsgálat intervenciós, vagy kontroll ágába kerüljenek – egy közösségi részvételen alapuló beavatkozás hatását vizsgálták. A beavatkozás lényege folyamatos kétirányú kommunikáció, bizalomépítés és tudásmegosztás volt a közösség tagjai, valamint kutatók és egyéb érdekelt felek bevonásával, amelyet erre a célra kiképzett egészségfejlesztők koordináltak. A cél egyrészt társadalmilag felelős preventív egyéni magatartásformák kialakítása, másrészt azoknak az akadályoknak a felszámolása volt, amelyek a SARS-CoV-2 tesztelésekben való részvételt akadályozták. A vizsgálat elsődleges kimenetét az egyes mintavételi eseményeken latin-amerikai személyektől gyűjtött és megvizsgált SARS-CoV-2 diagnosztikai minták száma és a csoporton belül a tesztelt latin-amerikai népesség aránya képezte. Az eredmények azt mutatták, hogy az intervenció szignifikánsan, 28%-kal, növelte a célcsoport tesztelésen való részvételi arányát, ami közepes nagyságrendű intervenciós

hatásnak minősül. Hasonló beavatkozások az egészségértés javítására is alkalmazhatók, amelyekkel hosszabb távon is csökkenthető lehet a kockázati tényezők területi egyenlőtlensége.

- *A leginkább deprivált lakossági csoportok átlagosnál magasabb COVID-19 halálozásának kivizsgálása és a vulnerabilitásuk csökkentése*

Vizsgálatunk eredményei azt mutatják, hogy Magyarországon az országos átlagnál szignifikánsan magasabb volt a COVID-19-cel összefüggő halálozás azokon a jól körülhatárolt földrajzi területeken, ahol nagyszámú deprivált népesség él. Eddig azonban nem történt meg ezen magyarországi populációk esetében – beleértve a roma népességet is – a SARS-CoV-2 terjedési mechanizmusoknak/utaknak az azonosítása, a COVID-19 tesztelési gyakorlat és a tesztelésben való részvételi hajlandóság jellemzőinek vizsgálata, vagy a magas halálozás egyéb lehetséges okainak, pl. az egészségügyi ellátás minőségének a feltérképezése.

Megalapozottan feltételezhető, hogy a járványügyi felderítés és kivizsgálás ezekben a kedvezőtlen TGH-ű közösségekben gyakran elmarad, de legalábbis – pl. jelentések formájában – nem kerül dokumentálásra, holott evidenciák támasztják alá, hogy kisebb járványkitörések során az időben foganatosított járványügyi intézkedéseknek köszönhetően a terjedés megállítható. Ezt igazolja az első járványhullám elején egy görögországi romák lakta településen bekövetkezett járványkitörés kezelésének eredményessége. Az időben történt, adekvát beavatkozásoknak köszönhetően a járvány nem terjedt tovább a település határain, és a szomszédos városban (Larissában) illetve a régió többi roma közösségében nem azonosítottak ennek kapcsán további COVID-19 eseteket (Koureas *et al.*, 2021). Mindez azt mutatja, hogy az időben meghozott, célzott járványügyi intézkedések nemcsak az adott sérülékeny populációkra, hanem más közösségekre nézve is nagy jelentőségűek.

A jó kommunikáció fontosságára mutat rá Japán példája, ahol lezárások nélkül is alacsonyabb volt a COVID-19 morbiditás és mortalitás, mint a többi hasonló fejlettségű országban, annak ellenére, hogy az ország a világ legidősebb népességével rendelkezik és nagyon sűrűn lakott. A sikeres járványkezelésük a 3C (sanmitsu) stratégiára (zárt környezet, zsúfoltság és szoros érintkezések kerülése) épült, amelyet a járványkivizsgálás és kontaktuskutatás által feltárt összefüggésekre alapozva dolgoztak ki (Oshitani, 2022). Japán példája azt mutatja, hogy helyes és következetesen alkalmazott kommunikációs üzenetekkel képessé tehetők az emberek a hatékonyabb védekezésre.

Rövidtávon hatékony beavatkozás a mortalitás csökkentésére a COVID-19 elleni átoltottság növelése a kedvezőtlen TGH-ű csoportokban. Kezelendő probléma, hogy még azokban az

országokban is, ahol a COVID-19 elleni oltóanyagok könnyen hozzáférhetőek, gyakran a felajánlott védőoltások elutasításával kell szembenézni.

Világszerte számos kutatócsoport foglalkozik annak vizsgálatával, hogy milyen okok miatt alacsonyabb egyes társadalmi csoportokban a COVID-19 elleni védőoltásokba vetett bizalom és melyek a legfőbb okai a védőoltás visszautasításának. Antonini és munkatársai négy hasonló TGH-ú, epidemiológiai profilú és oltási stratégiájú ország, Franciaország, Izrael, Spanyolország és Olaszország védőoltási kampányainak eredményességét hasonlították össze, hogy azonosítsák a sikeres kampány okait. Eredményeik szerint az oltási kampány sikerességét leginkább a kormányzati szintek közötti hatékony koordináció biztosítja, valamint a tömeges oltások háttérében álló megfelelő logisztika, szervezés és az egészségügyi hatóságok iránti bizalom mértéke (Antonini *et al.*, 2022).

Területi kockázatértékelésen alapuló, alacsony TGH-ú lakossági csoportokra irányuló, COVID-19 átoltottság növelését célzó, eredményes intervenciókról szóló tanulmányok egyelőre csak limitált számban állnak rendelkezésre, ezért ilyen programok kidolgozására, megvalósítására, értékelésére és publikálására nagy szükség volna. A kevés kivételek egyike egy magas foglalkozási-kockázatú célcsoportban végzett, átoltottság növelésére irányuló program, melynek tapasztalatai azt mutatják, hogy a sikeres program kulcsa többszintű intervenció végrehajtása, beleértve a megfelelő szervezést, egészségnevelést és -fejlesztést, valamint a védőoltásokhoz való hozzáférés javítását, és ennek érdekében a megfelelő együttműködést a helyi hatóságok, iskolák, kórházak, vállalkozások és intézmények között (Sun *et al.*, 2022).

Összességében az egyenlőtlenségek csökkentése érdekében területi kockázatértékelésen alapuló, célzott, a lakosság szükségletein alapuló és területileg összehangolt intézkedések kidolgozása javasolt a járványvédekezésben és a közösség egészségének helyreállításában egyaránt. A halálozási és oltási egyenlőtlenségek kezelésére irányuló stratégiák intézkedéseit elsősorban az országos átlagnál alacsonyabb átoltottságú és magasabb depriváltságú területekre javasolt összpontosítani. Ezekon a területeken először azonosítani szükséges a specifikus akadályokat, majd ezekre az eredményekre alapozva javasolt célzott intézkedéseket kidolgozni a problémák megszüntetésére, célzott tájékoztatás nyújtására, az egészségfejlesztésre, és mindenekelőtt a bizalomépítésre. A helyzetértékelésekből származó információk felhasználhatók a kulturális és nyelvi szempontból is megfelelő célzott beavatkozások megtervezésére.

7.4 A kutatás módszertani korlátai

Jelen kutatás eredményei országos szintű, nagy adatbázisok elemzésein alapulnak, amelyek releváns paraméterek szűk konfidencia-intervallumokkal történő pontos becslését tették lehetővé, minimalizálva a véletlen hiba előfordulásának kockázatát. Az alkalmazott módszertan ökológiai vizsgálat volt, melynek eredményei a vizsgált népesség szintjén értelmezhetők, nem pedig egyéni szinten.

Jelen vizsgálat eredményeinek interpretációjakor számos potenciális limitációra kell figyelemmel lenni. Ezek közül az egyik a lehetséges torzítás, amely az alapadatok nem megfelelő minőségéből származhat. A regisztrált COVID-19 esetszámok országonként különböző mértékben, de valószínűleg a világon mindenhol alulbecsült adatok a surveillance-rendszerek hiányosságai miatt. Az esetek azonosítását befolyásolja a teszteléshez való hozzáférés és a tesztelési hajlandóság, valamint előfordulhat, hogy bizonyos csoportok, például a krónikus betegségben szenvedők fokozott, míg más csoportok alacsonyabb szintű felügyelete valósul meg. Előfordulhat az is, hogy az oltási státusz ismeretében a kezelőorvosok tünetek jelentkezése esetén kevésbé gyakran rendelnek el tesztelést azoknál, akikről azt gondolják, hogy oltottságuk miatt kisebb fertőzési kockázatnak vannak kitéve.

Magyarországon a hatályos esetdefiníciók és jelentési kötelezettség mellett is valószínű, hogy a depriváltabb területeken jelentett viszonylag alacsony incidenciát – legalábbis részben – az alacsony tesztelési aktivitás következménye, ami az egészségügyi ellátórendszer extrém terhelése mellett még inkább esetlegessé válhatott. Az eredmények arra utalnak, hogy a leghátrányosabb helyzetű területeken élők körében mindhárom vizsgált világjárványhullámban fennállhatott az alulatesztelés problémája; de ennek a feltételezésnek az igazolásához nem áll rendelkezésre a szükséges adat arról, hogy egyes településeken milyen volumenű tesztelésre került sor.

A nemzetközileg egységes halálhirdetési eljárásrendek és algoritmusok ellenére a halálhirdetési besorolás szubjektivitása számos esetben nem zárható ki, ezért az e körüli bizonytalanságok is csökkenthetik a COVID-19 halálhirdetési adatok pontosságát. Jelen vizsgálatban – a módszertanából adódóan – nem lehetett mérni a halálhirdetési kódolás torzító hatását. Előfordulhat, hogy a jelentett adatok a COVID-19-cel összefüggésbe hozható halálhirdetési adatok számát alábecsülik a csökkent vagy nem egyenletes tesztelési aktivitás, valamint az esetek utánkövetésének hiányosságai miatt, amelynek a következménye lehet, hogy a COVID-19 diagnózis felállítása/igazolása elmarad; emiatt a regisztrált COVID-19 halálhirdetés a világ számos

országában alábecsüli a világjárvány tényleges terheit (Wang *et al.*, 2022). Magyarországon ez a probléma kevésbé állhatott fenn, mivel a regisztrált kumulatív COVID-19-cel összefüggő halálozás és a kumulatív többlethalálozás értéke hasonló, így a vizsgált időszakban a regisztrált COVID-19-cel összefüggő adatok nagy valószínűséggel jól közelítik a valós halálozási terheket. Ezt valószínűsíti egy másik kutatás eredménye is, mely szerint a „Visegrádi Együttműködés” országait tekintve nálunk volt a legkisebb eltérés a hivatalosan jelentett koronavírus halálozás és a többlethalálozás között (Kenessey *et al.*, 2022).

A vizsgálatainkban meghatározott többlethalálozás mértéke kevéssel elmarad Ferenci és munkatársai becslésétől, akik szerint 2021 végéig a többlethalálozás 35-40 000 főre tehető Magyarországon (Ferenci and Tóth G., 2022). A különbség oka a várható halálozás kiszámításának eltérő módszertanában keresendő. Ferenci és munkatársai egy továbbfejlesztett Lee-Carter modellt használtak, amely a múltban megfigyelt trendek extrapolatív statisztikai módszerrel történő meghosszabbításán alapul (Lee and Carter, 1992), míg az általunk végzett vizsgálatokban a várható halálozás a pandémia előtti hat év átlaga alapján került meghatározásra, ami a többlethalálozásra konzervatívabb becslést ad, ezért az általunk megállapított többlethalálozás kevéssel ugyan, de elmarad a másik tanulmányban meghatározottól.

A DI kiszámítására használt adatok esetében figyelembe kell venni, hogy a legtöbb településszintű indikátor csak a legutóbbi, 2011. évi népszámlálásból hozzáférhető, ezért mára az index veszíthetett pontosságából. A rendelkezésre álló DI használhatósága mellett szól azonban, hogy a társadalmi-gazdasági szempontból hátrányosabb helyzetű területek eloszlása 2011-ben lényegében azonos volt a 20 és 30 évvel korábban tapasztaltakkal (tehát az 1990-ben és 2001-ben elvégzett népszámlálás adataiból számított értékek alapján meghatározott eloszlással), így nem valószínű, hogy a hátrányos helyzetű területek eloszlása jelentősen változott volna az elmúlt 10 évben (Juhász *et al.*, 2010).

További korlátja a vizsgálatnak, hogy számos potenciális zavaró tényező hatását nem tudta figyelembe venni és kiküszöbölni. Egyetlen ökológiai szintű térbeli elemzés sem képes ugyanis megragadni az összes releváns egyéni kockázati tényezőt, mint például a mögöttes egészségi állapotot. További korlátot jelenthet az is, hogy a depriváció mérésére szolgáló adatok a COVID-19 kimenetek szempontjából esetlegesen nem teljeseek, ezért más mutatókkal, például az alkalmi, vagy informális foglalkoztatottsággal a DI bővíthető lehet a jövőben. A társadalmi egyenlőtlenségekre irányuló megfigyeléses epidemiológiai kutatásokat mind a mai napig számos egyéni szinten értékelhető, rutinszerűen gyűjtött társadalmi-gazdasági változó

hiánya nehezíti. Ezek az adatok a COVID-19 surveillance adatbázisban nem szerepelnek. A további elemzésekhez olyan jól megtervezett analitikus epidemiológiai vizsgálatokra volna szükség, melyek képesek az egyéni és közösségi jellemzők, valamint a megbetegedés és a halálozás közti összetett, bonyolult kapcsolatokat is feltárni.

A 3. PH végéig az alapimmunizálásban részesült lakosság 38,7%-a olyan vakcinát kapott, amely Magyarországon sürgősségi engedéllyel rendelkezett (Szputnyik V vagy Sinopharm), ezért felmerülhet, hogy a beadott vakcinák típusa is befolyásolhatja az eredményeket. Jelen tanulmányban ez a kérdés nem került vizsgálatra, de nagyon valószínűnek tűnik, hogy a beadott különböző vakcinák megoszlása nem befolyásolta jelentősen a kapott eredményeket, amit alátámasztanak egy Magyarországon 2021 január 22. és június 10. között végzett retrospektív obszervációs vizsgálat eredményei, amely a Magyarországon alkalmazott különböző kétadagos vakcinák hasonlóan magas eredményességét igazolta a beadást követő hónapokban (Vokó *et al.*, 2022). A magyar adatokkal összehangban van az Egyesült Arab Emírségekben végzett, közösségi alapú, retrospektív, megfigyeléses vizsgálat eredménye, amely szerint a Sinopharm vakcina eredményessége a teljesen beoltott egyének esetében 80%, 92% és 97% volt a COVID-19-hez kapcsolódó kórházi felvételek, intenzív osztályra való felvételek és halálesetek megelőzésében (Ismail AlHosani *et al.*, 2022). Egy COVID-19 vakcinatípusok jellemzőinek, mellékhatásainak, hatásosságának és eredményességének összehasonlító elemzésén alapuló narratív áttekintés is arra a következtetésre jutott, hogy a beadást követő hónapokat vizsgálva "valamennyi vakcina biztonságos és hatásos eszköznek tűnik a súlyos COVID-19, kórházi kezelés és halálozás megelőzésére", bár a legnagyobb hatásosságúnak (>90%) a BNT162b2, az mRNA-1273 és a Szputnyik V bizonyult két adag után (Fiolet *et al.*, 2022).

A csökkenő immunitás valamennyi oltóanyag típusnál felmerül, azonban az értekezésben nem részletezett vizsgálataink szerint a 2021 30. hetétől kezdődő kampány keretében beadott nagyszámú emlékeztető oltás Magyarországon a fertőzés elleni védettség szintjét 2021 második felében, ha időlegesen is, de emelte (Horváth, Ferenci, *et al.*, 2022), és a COVID-19-cel összefüggő halálozási kockázatot jelentős mértékben csökkentette (Oroszi *et al.*, 2022). Ettől függetlenül összességében több engedélyezett vakcina esetében elmondható, hogy csak hiányosan állnak adatok rendelkezésre hosszú megfigyelési idővel és megfelelő módszertannal végzett nagy obszervációs vizsgálatokból, és még ezek esetében is fennállt a torzítás veszélye a vakcinák értékelésénél, például a tesztelési gyakorlatok különbözőségéből eredő téves besorolás, vagy a beoltott és a be nem oltott csoportok egyéb jellemzőinek (pl. a krónikus

alapterbetegségek fennállása, társadalmi-gazdasági státusz, expozíciós kockázat, egészségügyi ellátás igénybevétele) eltérése miatt. (Fiolet *et al.*, 2022).

7.5 Kiemelt megállapítások, következtetések

- Számos országban azok szenvedtek legtöbbször a világjárvány során, akik már eleve hátrányos helyzetben voltak. A magyar lakosság egészségi állapotában látható földrajzi egyenlőtlenségek messze a világjárvány előtti időszakra nyúlnak vissza, amit a járvány tovább súlyosbított.
- Magyarországon azonosításra kerültek azok a földrajzi területek, amelyeket különösen súlyosan érintett a világjárvány. Ezek a területek nem lehetnek volna meghatározhatók, ha csak a megerősített COVID-19 esetek incidenciájára szűkítjük a vizsgálatot. A COVID-19 incidencia egy széles körben preferált mutató, azonban jelen vizsgálat felhívja a figyelmet arra, hogy annak összehasonlító célzatú felhasználása nagy körültekintést igényel, mivel kizárólag a regisztrált esetek számát mérlegelve könnyen alábecsülhető a járvány (és egyéb más megbetegedés) általános betegségterhe, különösen a kedvezőtlen TGH-ú településeken.
- A regisztrált COVID-19 morbiditási és mortalitási adatok alapján meghatározott trendek, valamint a TGH közti inverz kapcsolat aggodalomra ad okot, és célzott intézkedéseket sürget, ideértve az egyenlőtlenségek mérséklésére irányuló beavatkozásokat, köztük a védőoltási programok újratervezését is.
- Annak ellenére, hogy számos hatásos és biztonságos oltóanyag állt rendelkezésre, a magyar oltási program során nehézségekbe ütközött a leghátrányosabb helyzetű területeken élők elérése. Az ökológiai regressziós elemzés kimutatta, hogy a védőoltási program nem volt eredményes az egyenlőtlenségek leküzdésében, tehát több erőfeszítésre van szükség a hátrányos TGH csoportok eléréséhez, akik valószínűleg a COVID-19 legnagyobb kockázatának voltak (és vannak) kitéve.
- A kutatás eredményei rámutatnak arra is, hogy a világjárvány alakulásának folyamatos és komplex nyomon követését az aggregált adatok elemzésén (mint ahogy az számos országban, beleértve Magyarországot is, eddig történt) túl, sokkal nagyobb geográfiai felbontásban szükséges végezni.
- A COVID-19 fertőzés, tesztelés, átoltottság és betegségteher tekintetében észlelt szembetűnő, TGH-ből fakadó és etnikai egyenlőtlenségek egyértelműen arra figyelmeztetnek, hogy a társadalom legsebezhetőbb tagjai védelmének elmulasztása nemcsak nekik okozhat kárt,

hanem növeli a vírus terjedésének kockázatát is, ami a társadalom egésze számára súlyosan kedvezőtlen egészségügyi és gazdasági következményekkel jár.

- Éppen ezért a fertőző betegségekkel kapcsolatos szakpolitika és intézkedések szempontjából döntő fontosságú az egészséget meghatározó társadalmi tényezők figyelembevétele, beleértve a rossz lakhatást, a bizonytalan munkakörülményeket, és az egészségügyi és szociális ellátásokhoz való hozzáférés különbségeit.
- A területi szintű, egyenlőtlenségekkel súlyosbított, eltérő járványügyi kockázatok, és az ebből eredő nemkívánatos járványügyi forgatókönyvek rövid és középtávú előrejelzésének elmulasztása jelentős kockázatot jelent a megelőzés szintjén, ami az egészségügyi, társadalmi és gazdasági egyenlőtlenségek hosszú távú súlyosbodásához, sőt új sebezhetőségi támadáspontok kialakulásához vezethet.
- A sérülékeny közösségek előzetes azonosítása rendkívül fontos a szükségleteik jobb kielégítését szolgáló intézkedések tervezéséhez, ütemezéséhez, megvalósításához és értékeléséhez, nemcsak a COVID-19 világjárvány, hanem egyéb jövőbeli járványok, sőt a krónikus nem-fertőző betegségek pusztító hatásainak mérséklése érdekében is
- A társadalmi-gazdasági egyenlőtlenségeknek a világjárványra és a világjárványnak az egyenlőtlenségekre gyakorolt kétirányú kapcsolatának ismeretében hangsúlyozni kell, hogy olyan multiszektorális politikákra van szükség, amelyek biztosítják az emberek alapvető megelőző és gyógyító egészségügyi szolgáltatásokhoz való egyenlő esélyű hozzáférését, szociális és gazdasági biztonságot nyújtanak és kiemelt figyelmet fordítanak a döntéshozatal során a sérülékeny csoportok védelmére.

8 ÖSSZEFOGLALÁS

Bevezetés: Az értekezés a COVID-19 morbiditás, mortalitás, átoltottság alakulását mutatja be a COVID-19 pandémia 2-4. hullámában magyarországi településeken végzett országos vizsgálatban, feltárva a társadalmi-gazdasági helyzettel való összefüggéseket.

Módszerek: Az alkalmazott epidemiológiai megközelítés ökológiai vizsgálat volt. A COVID-19 morbiditás, mortalitás és a COVID-19 elleni átoltottság térbeli eloszlása hierarchikus Bayes-módszer segítségével, indirekt standardizált arányszámokkal, míg a társadalmi-gazdasági helyzet egy összetett mutatóval, a Deprivációs Indexszel került jellemzésre. Indirekt standardizált arányszámok alapján valósult meg a depriváció és a kimeneti mérőszámok közötti

összefüggések értékelése. Külön kerültek vizsgálatra a morbiditás, mortalitás és átoltottság egyenlőtlenségei a tíz legmagasabb roma népesség-arányú járás vonatkozásában.

Eredmények: A legkedvezőtlenebb társadalmi-gazdasági helyzetű településeken a COVID-19 mortalitás 17–58%-kal magasabb, a megerősített COVID-19 esetek gyakorisága 9–36%-kal alacsonyabb volt az országos átlagnál. A depriváció a COVID-19 mortalitás kockázatával erős pozitív, a regisztrált morbiditással és a COVID-19 elleni átoltottsággal negatív irányú összefüggést mutatott mindhárom pandémiás hullámban. Az átoltottság a leginkább deprivált területek lakosságánál 38,2–44,0%-kal maradt el az országos átlagtól. A tíz legnagyobb arányú roma népességgel rendelkező járásban a regisztrált COVID-19 halálozási ráták mindhárom vizsgált pandémiás hullámban az országos átlagnál jóval magasabbak, az átoltottsági eredmények jóval alacsonyabbak voltak. Az egyenlőtlenségek a vizsgált időszakban jelentősen nőttek.

Következtetések: A hátrányosabb helyzetű településeken élők körében alacsonyabb volt a kockázata annak, hogy megerősített COVID-19 eseteket azonosítanak, de magasabb volt a halálozás kockázata. A megbetegedési és halálozási tendenciák társadalmi-gazdasági helyzet szerinti fordított összefüggése aggodalomra ad okot, és rámutat válaszingyázások szükségességére, beleértve a COVID-19 elleni védőoltási program újratervezését is. Még a kezdetben egyik legsikeresebb védőoltási programmal rendelkező Magyarország sem tudta érdemben csökkenteni a COVID-19 halálozásban mutatkozó egyenlőtlenségeket, mert a legmagasabb halálozási kockázatú területek lakosságánál az átlagosnál is alacsonyabb átoltottságot tudott csak elérni. Magyarország példája rámutat arra, hogy a társadalmi egyenlőtlenségek veszélyeztethetik azt, amit egy sikeres védőoltási program elérhet.

9 TÁRGYSZAVAK

COVID-19, világjárvány, morbiditás, mortalitás, többlethalálozás, társadalmi-gazdasági helyzet, védőoltás, egészségyenlőtlenség

10 SUMMARY

Introduction: This thesis presents the evolution of COVID-19 morbidity, mortality, and vaccine coverage in a nationwide study of Hungarian municipalities during the 2-4th wave of the COVID-19 pandemic, revealing the associations with the socio-economic situation.

Methods: The epidemiological approach used was an ecological study. The spatial distribution of COVID-19 morbidity, mortality and vaccination coverage was characterised using a hierarchical Bayesian method with indirect standardised proportions, while socioeconomic status was characterised using a composite indicator, the Deprivation Index. Indirect standardised ratios were used to assess the relationship between deprivation and outcome measures. The inequalities in morbidity, mortality, and vaccination coverage in the ten districts with the highest Roma population were examined separately.

Results: In the most deprived socio-economic municipalities, COVID-19 mortality was 17-58% higher and the frequency of confirmed COVID-19 cases 9-36% lower than the national average. Deprivation showed a strong positive association with the risk of COVID-19 mortality and a negative association with recorded morbidity and COVID-19 vaccination coverage in all three pandemic waves. The vaccination coverage in the most deprived areas was 38.2 - 44.0% below the national average. In the ten districts with the highest proportion of Roma population, the recorded COVID-19 mortality rates in all three pandemic waves studied were much higher than the national average, while the vaccination coverage was much lower. Inequalities increased significantly over the study period.

Conclusions: People living in more deprived settlements had a lower risk of being identified with confirmed COVID-19 cases but a higher risk of mortality. The inverse association of morbidity and mortality trends by socioeconomic status is a cause for concern and highlights the need for a response, including a redesign of the COVID-19 vaccination programme. Even Hungary, which initially had one of the most successful vaccination programmes, has not been able to substantially reduce inequalities in COVID-19 mortality, as it has only achieved lower than average vaccination coverage among the population in areas with the highest mortality risk. The example of Hungary shows that social inequalities can jeopardise what a successful vaccine programme can achieve.

11 KEYWORDS

COVID-19, pandemic, morbidity, mortality, excess mortality, socio-economic situation, vaccination, health inequalities

12 KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet mondok munkatársaimnak, Dr. Nagy Csillának, Dr. Juhász Attilának a támogatásukért, és azért, hogy mindig számíthatok rájuk. Köszönöm dr. Horváth Judit Krisztinának, és valamennyi munkatársamnak a COVID-19 világjárvány alatti helytállását és az Innovációs és Technológiai Minisztérium Járvány matematikai és Epidemiológiai Projektjében nyújtott teljesítményét. Nélkülük nem jöhetett volna létre ez a vizsgálat sem. Köszönöm szerzőtársaimnak az inspiráló közös munkát és ennek eredményeként a közös publikációkat.

Hálás vagyok témavezetőmnek, Prof. Dr. Ádány Rózának a szakmai iránymutatásért, az őszinte kritikákért, és azért a sok figyelemért és törődésért, amiben részesített. Büszke vagyok rá, és erős motiváció számomra, hogy tőle tanulhatok és vele dolgozhatok.

Köszönöm Koós Zoltánnának, Oláh Zsuzsának és a Debreceni Egyetem további munkatársainak azt, hogy segítették a fokozatszerzéshez vezető utamat.

Köszönöm férjemnek és minden családtagomnak a stabil háttérrel és a szeretetteljes támogatást, amit tőlük kaptam annak érdekében, hogy a szakmai pályámon előre haladhassak.

13 IRODALOMJEGYZÉK

- 2022 European Semester: National Reform Programmes and Stability/Convergence Programmes (2022) European Commission - European Commission. Available at: https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/economic-and-fiscal-policy-coordination/eu-economic-governance-monitoring-prevention-correction/european-semester/european-semester-timeline/national-reform-programmes-and-stability-or-convergence-programmes/2022-european_en (Accessed: 26 June 2022).
- Ádány, R. (2014) 'Roma health is global ill health', *European Journal of Public Health*, 24(5), pp. 702–703. Available at: <https://doi.org/10.1093/eurpub/cku143>.
- Ádány, R. *et al.* (2020) 'Prevalence of Insulin Resistance in the Hungarian General and Roma Populations as Defined by Using Data Generated in a Complex Health (Interview and Examination) Survey', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13), p. 4833. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph17134833>.
- Ahmad, F.B. (2022) 'Provisional Mortality Data — United States, 2021', *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, 71. Available at: <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7117e1>.
- Ali, S.T. *et al.* (2022) 'Evolution of neurologic symptoms in non-hospitalized COVID-19 “long haulers”', *Annals of Clinical and Translational Neurology*, n/a(n/a). Available at: <https://doi.org/10.1002/acn3.51570>.
- Alwan, N.A. and Johnson, L. (2021) 'Defining long COVID: Going back to the start', *Med (New York, N.Y.)*, 2(5), pp. 501–504. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.medj.2021.03.003>.
- Antonini, M. *et al.* (2022) 'An analysis of the COVID-19 vaccination campaigns in France, Israel, Italy and Spain and their impact on health and economic outcomes', *Health Policy and Technology*, 11(2), p. 100594. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2021.100594>.
- Arora, V., Kühlbrandt, C. and McKee, M. (2016) 'An examination of unmet health needs as perceived by Roma in Central and Eastern Europe', *European journal of public health*, 26(5). Available at: <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckw004>.
- Baqi, P. *et al.* (2020) 'Ethnic and regional variations in hospital mortality from COVID-19 in Brazil: a cross-sectional observational study', *The Lancet Global Health*, 8(8), pp. e1018–e1026. Available at: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30285-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30285-0).
- Barber, R.M. *et al.* (2022) 'Estimating global, regional, and national daily and cumulative infections with SARS-CoV-2 through Nov 14, 2021: a statistical analysis', *The Lancet*, 0(0). Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)00484-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)00484-6).
- Barry, V. *et al.* (2021) 'Patterns in COVID-19 Vaccination Coverage, by Social Vulnerability and Urbanicity - United States, December 14, 2020-May 1, 2021', *MMWR. Morbidity and mortality weekly report*, 70(22), pp. 818–824. Available at: <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7022e1>.
- Beale, L. *et al.* (2008) 'Methodologic Issues and Approaches to Spatial Epidemiology', *Environmental Health Perspectives*, 116(8), pp. 1105–1110. Available at: <https://doi.org/10.1289/ehp.10816>.
- Beale, L. *et al.* (2010) 'Evaluation of Spatial Relationships between Health and the Environment: The Rapid Inquiry Facility', *Environmental Health Perspectives*, 118(9), pp. 1306–1312. Available at: <https://doi.org/10.1289/ehp.0901849>.
- Bekele, B.B. *et al.* (2022) 'The Effect of the COVID-19 Pandemic on the Social Inequalities of Health Care Use in Hungary: A Nationally Representative Cross-Sectional Study', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4), p. 2258. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph19042258>.

- Belsley, D.A., Kuh, E. and Welsch, R.E. (2005) *Regression Diagnostics: Identifying Influential Data and Sources of Collinearity*. John Wiley & Sons.
- Besag, J., York, J. and Mollié, A. (1991) 'Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics', *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 43(1), pp. 1–20. Available at: <https://doi.org/10.1007/BF00116466>.
- Best, N. and Hansell, A.L. (2009) 'Geographic variations in risk: adjusting for unmeasured confounders through joint modeling of multiple diseases', *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 20(3), pp. 400–410. Available at: <https://doi.org/10.1097/ede.0b013e31819d90f9>.
- Bíró, É. *et al.* (2022) 'A magyar lakosság koronavírus-specifikus egészségműveltsége', 99(1), pp. 53–63. Available at: https://nepegeszsegugyi-egyesulet.hu/sites/default/files/2022-08/e-nepeg2201_1.pdf.
- Bogos, K. *et al.* (2021) 'Different Trends in Excess Mortality in a Central European Country Compared to Main European Regions in the Year of the COVID-19 Pandemic (2020): a Hungarian Analysis', *Pathology and Oncology Research*, 27. Available at: <https://doi.org/10.3389/pore.2021.1609774>.
- Boruzs, K. *et al.* (2016) 'Relationship between Statin Utilization and Socioeconomic Deprivation in Hungary', *Frontiers in Pharmacology*, 7, p. 66. Available at: <https://doi.org/10.3389/fphar.2016.00066>.
- Boruzs, K. *et al.* (2018) 'High Inequalities Associated With Socioeconomic Deprivation in Cardiovascular Disease Burden and Antihypertensive Medication in Hungary', *Frontiers in Pharmacology*, 9, p. 839. Available at: <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00839>.
- Boserup, B., McKenney, M. and Elkbuli, A. (2020) 'Disproportionate Impact of COVID-19 Pandemic on Racial and Ethnic Minorities', *The American Surgeon*, 86(12), pp. 1615–1622. Available at: <https://doi.org/10.1177/0003134820973356>.
- Brooks, S.P. and Gelman, A. (1998) 'General Methods for Monitoring Convergence of Iterative Simulations', *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 7(4), pp. 434–455. Available at: <https://doi.org/10.1080/10618600.1998.10474787>.
- Bull-Otterson, L. (2022) 'Post-COVID Conditions Among Adult COVID-19 Survivors Aged 18–64 and ≥65 Years — United States, March 2020–November 2021', *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, 71. Available at: <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7121e1>.
- Cameroni, E. *et al.* (2022) 'Broadly neutralizing antibodies overcome SARS-CoV-2 Omicron antigenic shift', *Nature*, 602(7898), pp. 664–670. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04386-2>.
- Chen, J.T. and Krieger, N. (2021) 'Revealing the Unequal Burden of COVID-19 by Income, Race/Ethnicity, and Household Crowding: US County Versus Zip Code Analyses', *Journal of public health management and practice: JPHMP*, 27 Suppl 1, COVID-19 and Public Health: Looking Back, Moving Forward, pp. S43–S56. Available at: <https://doi.org/10.1097/PHH.0000000000001263>.
- Cifuentes, M.P. *et al.* (2021) 'Socioeconomic inequalities associated with mortality for COVID-19 in Colombia: a cohort nationwide study', *J Epidemiol Community Health*, 75(7), pp. 610–615. Available at: <https://doi.org/10.1136/jech-2020-216275>.
- Contreras, S. *et al.* (2021) 'Low case numbers enable long-term stable pandemic control without lockdowns', *Science Advances*, 7(41), p. eabg2243. Available at: <https://doi.org/10.1126/sciadv.abg2243>.
- Cutler, D.M. (2022) 'The Costs of Long COVID', *JAMA Health Forum*, 3(5), p. e221809. Available at: <https://doi.org/10.1001/jamahealthforum.2022.1809>.
- Davies, N.G. *et al.* (2020) 'Effects of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 cases, deaths, and demand for hospital services in the UK: a modelling study', *The Lancet Public Health*, 5(7), pp. e375–e385. Available at: [80](https://doi.org/10.1016/S2468-</p>
</div>
<div data-bbox=)

- 2667(20)30133-X.
- Davies, N.G. *et al.* (2021) ‘Increased mortality in community-tested cases of SARS-CoV-2 lineage B.1.1.7’, *Nature*, 593(7858), pp. 270–274. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03426-1>.
- De Gani, S.M. *et al.* (2022) ‘Relation of corona-specific health literacy to use of and trust in information sources during the COVID-19 pandemic’, *BMC Public Health*, 22(1), p. 42. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12271-w>.
- Drozd, M. *et al.* (2021) ‘Non-communicable disease, sociodemographic factors, and risk of death from infection: a UK Biobank observational cohort study’, *The Lancet Infectious Diseases*, 21(8), pp. 1184–1191. Available at: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30978-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30978-6).
- Du, Z. *et al.* (2022) ‘Reproduction Numbers of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) Variants: A Systematic Review and Meta-analysis’, *Clinical Infectious Diseases*, p. ciac137. Available at: <https://doi.org/10.1093/cid/ciac137>.
- ECDC (2020) *Guidelines for the implementation of non-pharmaceutical interventions against COVID-19*, European Centre for Disease Prevention and Control. Available at: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/covid-19-guidelines-non-pharmaceutical-interventions> (Accessed: 10 August 2022).
- ECDC (2021) *Interim guidance on the benefits of full vaccination against COVID-19 for transmission and implications for non-pharmaceutical interventions*, European Centre for Disease Prevention and Control. Available at: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/interim-guidance-benefits-full-vaccination-against-covid-19-transmission> (Accessed: 10 August 2022).
- ECDC (2022a) *COVID-19 Vaccine Tracker* | European Centre for Disease Prevention and Control. Available at: <https://vaccinetracker.ecdc.europa.eu/public/extensions/COVID-19/vaccine-tracker.html#uptake-tab> (Accessed: 29 June 2022).
- ECDC (2022b) *Data on COVID-19 vaccination in the EU/EEA*, European Centre for Disease Prevention and Control. Available at: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/data-covid-19-vaccination-eu-eea> (Accessed: 4 June 2022).
- ECDC (2022c) *SARS-CoV-2 variants of concern as of 9 June 2022*, European Centre for Disease Prevention and Control. Available at: <https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/variants-concern> (Accessed: 15 June 2022).
- Elek, P. *et al.* (2022) ‘Effects of lower screening activity during the COVID-19 pandemic on breast cancer patient pathways: Evidence from the age cut-off of organized screening’, *Health Policy* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2022.05.013>.
- Eurostat (2022) *Statistics* | Eurostat. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tps00208/default/table?lang=en> (Accessed: 26 June 2022).
- Farrell, R.J. *et al.* (2021) ‘Sociodemographic variables as predictors of adverse outcome in SARS-CoV-2 infection: an Irish hospital experience’, *Irish Journal of Medical Science*, 190(3), pp. 893–903. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11845-020-02407-z>.
- Ferenci, T. and Tóth G., C. (2022) ‘Kulcsfontosságú járványügyi paraméterek meghatározása a COVID-19 pandémia során: a többethalálzás példája’, 99(1). Available at: https://nepegeszsegugyi-egyesulet.hu/sites/default/files/2022-08/e-nepeg2201_1.pdf.
- Fiolet, T. *et al.* (2022) ‘Comparing COVID-19 vaccines for their characteristics, efficacy and effectiveness against SARS-CoV-2 and variants of concern: a narrative review’, *Clinical Microbiology and Infection*, 28(2), pp. 202–221. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2021.10.005>.
- Gelman, A., Hwang, J. and Vehtari, A. (2014) ‘Understanding predictive information criteria for Bayesian models’, *Statistics and Computing*, 24(6), pp. 997–1016. Available at:

- <https://doi.org/10.1007/s11222-013-9416-2>.
- Goldberg, Y. *et al.* (2021) ‘Waning Immunity after the BNT162b2 Vaccine in Israel’, *New England Journal of Medicine*, 385(24), p. e85. Available at: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2114228>.
- Green, M.A. *et al.* (2021) ‘Evaluating social and spatial inequalities of large scale rapid lateral flow SARS-CoV-2 antigen testing in COVID-19 management: An observational study of Liverpool, UK (November 2020 to January 2021)’, *The Lancet Regional Health – Europe*, 6. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2021.100107>.
- Haas, E.J. *et al.* (2021) ‘Impact and effectiveness of mRNA BNT162b2 vaccine against SARS-CoV-2 infections and COVID-19 cases, hospitalisations, and deaths following a nationwide vaccination campaign in Israel: an observational study using national surveillance data’, *The Lancet*, 397(10287), pp. 1819–1829. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00947-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00947-8).
- Holman, N. *et al.* (2020) ‘Risk factors for COVID-19-related mortality in people with type 1 and type 2 diabetes in England: a population-based cohort study’, *The Lancet. Diabetes & Endocrinology*, 8(10), pp. 823–833. Available at: [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(20\)30271-0](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(20)30271-0).
- Horváth, J.K., Komlós, K., *et al.* (2022) ‘A COVID-19 világjárvány első két éve Magyarországon’, 99(1), pp. 6–19.
- Horváth, J.K., Ferenci, T., *et al.* (2022) ‘Real-time monitoring of the effectiveness of six COVID-19 vaccines in Hungary in 2021 using the screening method’. medRxiv, p. 2022.02.18.22271179. Available at: <https://doi.org/10.1101/2022.02.18.22271179>.
- Hu, Y. *et al.* (2020) ‘Prevalence and severity of corona virus disease 2019 (COVID-19): A systematic review and meta-analysis’, *Journal of Clinical Virology: The Official Publication of the Pan American Society for Clinical Virology*, 127, p. 104371. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2020.104371>.
- Huang, L. *et al.* (2022) ‘Health outcomes in people 2 years after surviving hospitalisation with COVID-19: a longitudinal cohort study’, *The Lancet Respiratory Medicine*, 0(0). Available at: [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(22\)00126-6](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(22)00126-6).
- Hughes, M.M. (2021) ‘County-Level COVID-19 Vaccination Coverage and Social Vulnerability — United States, December 14, 2020–March 1, 2021’, *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, 70. Available at: <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7012e1>.
- Islam, N. *et al.* (2021) ‘Effects of covid-19 pandemic on life expectancy and premature mortality in 2020: time series analysis in 37 countries’, *BMJ*, 375, p. e066768. Available at: <https://doi.org/10.1136/bmj-2021-066768>.
- Ismail AlHosani, F. *et al.* (2022) ‘Impact of the Sinopharm’s BBIBP-CorV vaccine in preventing hospital admissions and death in infected vaccinees: Results from a retrospective study in the emirate of Abu Dhabi, United Arab Emirates (UAE)’, *Vaccine*, 40(13), pp. 2003–2010. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2022.02.039>.
- Jones, J.M. *et al.* (2022) ‘Updated US Infection- and Vaccine-Induced SARS-CoV-2 Seroprevalence Estimates Based on Blood Donations, July 2020-December 2021’, *JAMA* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1001/jama.2022.9745>.
- Juhász, A. *et al.* (2010) ‘Development of a Deprivation Index and its relation to premature mortality due to diseases of the circulatory system in Hungary, 1998-2004’, *Social Science & Medicine* (1982), 70(9), pp. 1342–1349. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2010.01.024>.
- Juhász, A. *et al.* (2020) ‘Antithrombotic Preventive Medication Prescription Redemption and Socioeconomic Status in Hungary in 2016: A Cross-Sectional Study’, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), p. 6855. Available at:

- <https://doi.org/10.3390/ijerph17186855>.
- Juhász, A. *et al.* (2022) 'A COVID-19 megbetegedés, halálozás és oltottság alakulása és összefüggése a társadalmi-gazdasági helyzettel a 2-4. járványhullámok idején Magyarországon', 99(1), pp. 92–104. Available at: https://nepegeszsegugyi-egyesulet.hu/sites/default/files/2022-08/e-nepeg2201_1.pdf.
- Kannoth, S., Kandula, S. and Shaman, J. (2022) 'The association between early country-level COVID-19 testing capacity and later COVID-19 mortality outcomes', *Influenza and Other Respiratory Viruses*, 16(1), pp. 56–62. Available at: <https://doi.org/10.1111/irv.12906>.
- Kenessey, I. *et al.* (2022) 'A koronavírussal összefüggő halálozás vizsgálata magyarországon és a visegrádi együttműködés országaiban 2020–2021-ben', (75), pp. 1–12. Available at: http://www.belgyogyasztarsasag.hu/upload/belgyogyasz/magazine/mba_kulonlennyomat_2022.pdf.
- Kessels, R., Luyten, J. and Tubeuf, S. (2021) 'Willingness to get vaccinated against Covid-19 and attitudes toward vaccination in general', *Vaccine*, 39(33), pp. 4716–4722. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2021.05.069>.
- Khanijahani, A. *et al.* (2021) 'A systematic review of racial/ethnic and socioeconomic disparities in COVID-19', *International Journal for Equity in Health*, 20(1), p. 248. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12939-021-01582-4>.
- Kim, J.-H. *et al.* (2020) 'How South Korea Responded to the Covid-19 Outbreak in Daegu', *NEJM Catalyst*, 1(4). Available at: <https://doi.org/10.1056/CAT.20.0159>.
- Knorr-Held, L. and Best, N.G. (2001) 'A shared component model for detecting joint and selective clustering of two diseases', *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, 164(1), pp. 73–85. Available at: <https://doi.org/10.1111/1467-985X.00187>.
- Knutson, V. *et al.* (2022) 'Estimating Global and Country-Specific Excess Mortality During the COVID-19 Pandemic'. arXiv. Available at: <http://arxiv.org/abs/2205.09081> (Accessed: 2 June 2022).
- Kontopantelis, E. *et al.* (2022) 'Excess years of life lost to COVID-19 and other causes of death by sex, neighbourhood deprivation, and region in England and Wales during 2020: A registry-based study', *PLOS Medicine*, 19(2), p. e1003904. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003904>.
- Kósa, K., Daragó, L. and Adány, R. (2011) 'Environmental survey of segregated habitats of Roma in Hungary: a way to be empowering and reliable in minority research', *European Journal of Public Health*, 21(4), pp. 463–468. Available at: <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckp097>.
- Kósa, Z. *et al.* (2007) 'A comparative health survey of the inhabitants of Roma settlements in Hungary', *American Journal of Public Health*, 97(5), pp. 853–859. Available at: <https://doi.org/10.2105/AJPH.2005.072173>.
- Koureas, M. *et al.* (2021) 'Transmission Dynamics of SARS-CoV-2 during an Outbreak in a Roma Community in Thessaly, Greece—Control Measures and Lessons Learned', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), p. 2878. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph18062878>.
- Kovács, L. and Vántus, K. (2022) 'A hazai koronavírus-halálozás járási különbségeinek összefüggései az egészségügyi ellátással', 62(3), pp. 253–289. Available at: <https://doi.org/DOI:10.15196/TS620301>.
- Kühlbrandt, C. *et al.* (2014) 'An examination of Roma health insurance status in Central and Eastern Europe', *European Journal of Public Health*, 24(5), pp. 707–712. Available at: <https://doi.org/10.1093/eurpub/cku004>.
- Kulldorff, M. and Nagarwalla, N. (1995) 'Spatial disease clusters: detection and inference',

- Statistics in Medicine*, 14(8), pp. 799–810. Available at: <https://doi.org/10.1002/sim.4780140809>.
- Lee, R.D. and Carter, L.R. (1992) ‘Modeling and Forecasting U. S. Mortality’, *Journal of the American Statistical Association*, 87(419), pp. 659–671. Available at: <https://doi.org/10.2307/2290201>.
- Lewis, N.M. (2020) ‘Disparities in COVID-19 Incidence, Hospitalizations, and Testing, by Area-Level Deprivation — Utah, March 3–July 9, 2020’, *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, 69. Available at: <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6938a4>.
- Li, Q. *et al.* (2020) ‘Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus–Infected Pneumonia’, *New England Journal of Medicine*, 382(13), pp. 1199–1207. Available at: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001316>.
- Liu, Y. *et al.* (2020) ‘The reproductive number of COVID-19 is higher compared to SARS coronavirus’, *Journal of Travel Medicine*, 27(2), p. taaa021. Available at: <https://doi.org/10.1093/jtm/taaa021>.
- Liu, Y. *et al.* (2022) ‘Delta spike P681R mutation enhances SARS-CoV-2 fitness over Alpha variant’, *Cell Reports*, 39(7), p. 110829. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2022.110829>.
- Liu, Y. and Rocklöv, J. (2022) ‘The effective reproductive number of the Omicron variant of SARS-CoV-2 is several times relative to Delta’, *Journal of Travel Medicine*, 29(3), p. taac037. Available at: <https://doi.org/10.1093/jtm/taac037>.
- Longmore, D.K. *et al.* (2021) ‘Diabetes and Overweight/Obesity Are Independent, Nonadditive Risk Factors for In-Hospital Severity of COVID-19: An International, Multicenter Retrospective Meta-analysis’, *Diabetes Care*, 44(6), pp. 1281–1290. Available at: <https://doi.org/10.2337/dc20-2676>.
- Losonczy, G. *et al.* (2022) ‘Low prevalence of spectacle use in the Hungarian Roma population indicates unmet health needs’, *Scientific Reports*, 12(1), p. 3873. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07880-3>.
- Lunn, D. *et al.* (2000) ‘WinBUGS - A Bayesian modeling framework: Concepts, structure and extensibility’, *Statistics and Computing*, 10, pp. 325–337. Available at: <https://doi.org/10.1023/A:1008929526011>.
- Maglietta, G. *et al.* (2022) ‘Prognostic Factors for Post-COVID-19 Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis’, *Journal of Clinical Medicine*, 11(6), p. 1541. Available at: <https://doi.org/10.3390/jcm11061541>.
- Marmot, M. (2011) ‘Global action on social determinants of health’, *Bulletin of the World Health Organization*, 89(10), p. 702. Available at: <https://doi.org/10.2471/BLT.11.094862>.
- Martins-Filho, P.R. *et al.* (2021) ‘Socio-economic inequalities and COVID-19 incidence and mortality in Brazilian children: a nationwide register-based study’, *Public Health*, 190, pp. 4–6. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2020.11.005>.
- Mayo, M. *et al.* (2021) ‘Cancer Screening During the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review and Meta-analysis’, *Mayo Clinic Proceedings. Innovations, Quality & Outcomes*, 5(6), pp. 1109–1117. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.mayocpiqo.2021.10.003>.
- Mena, G.E. *et al.* (2021) ‘Socioeconomic status determines COVID-19 incidence and related mortality in Santiago, Chile’, *Science (New York, N.Y.)* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.abg5298>.
- Morabia, A. (2021) ‘Why Does Influenza Hit the Poor More Than the Rich? A 1931 Social Epidemiology Article That Broke New Ground in the History of Confounding, Mediation, and Interaction’, *American Journal of Epidemiology*, 190(11), pp. 2235–2241. Available at: <https://doi.org/10.1093/aje/kwab198>.
- Morioka, S. *et al.* (2022) ‘Post COVID-19 condition of the Omicron variant of SARS-CoV-

- 2'. medRxiv, p. 2022.05.12.22274990. Available at: <https://doi.org/10.1101/2022.05.12.22274990>.
- Morrow, A.J. *et al.* (2022) 'A multisystem, cardio-renal investigation of post-COVID-19 illness', *Nature Medicine*, pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41591-022-01837-9>.
- Morys, F. and Dagher, A. (2021) 'Poor Metabolic Health Increases COVID-19-Related Mortality in the UK Biobank Sample', *Frontiers in Endocrinology*, 12. Available at: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fendo.2021.652765> (Accessed: 25 June 2022).
- Nadarajah, R. *et al.* (2022) 'The collateral damage of COVID-19 to cardiovascular services: a meta-analysis', *European Heart Journal*, p. ehac227. Available at: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac227>.
- Nagy, C. *et al.* (2021) 'Preventive Metformin Monotherapy Medication Prescription, Redemption and Socioeconomic Status in Hungary in 2018-2019: A Cross-Sectional Study', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), p. 2206. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph18052206>.
- Nehal, K.R. *et al.* (2021) 'Worldwide Vaccination Willingness for COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis', *Vaccines*, 9(10), p. 1071. Available at: <https://doi.org/10.3390/vaccines9101071>.
- NNK (2022) *Eljárásrend a 2020. évben azonosított új koronavírussal kapcsolatban*. Available at: <https://www.nnk.gov.hu/index.php/koronavirus-tajekoztato/567-eljarasrend-a-2020-evben-azonositott-uj-koronavirussal-kapcsolatban-2020-03-16> (Accessed: 4 June 2022).
- Oliu-Barton, M. *et al.* (2021) 'SARS-CoV-2 elimination, not mitigation, creates best outcomes for health, the economy, and civil liberties', *Lancet (London, England)*, 397(10291), pp. 2234–2236. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00978-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00978-8).
- Oroszi, B. *et al.* (2021) 'Az epidemiológiai surveillance és járvány matematikai előrejelzések szerepe a pandémiás hullámok megelőzésében, mérséklésében – hol tartunk most, és hová kellene eljutni', *Scientia et Securitas*, 2(1), pp. 38–53. Available at: <https://doi.org/10.1556/112.2021.00007>.
- Oroszi, B. *et al.* (2022) 'A védőoltások jelentősége a 18 éven felüli népesség COVID-19-cel összefüggő megbetegedési és halálozási kockázatának csökkentésében Magyarországon, 2021. augusztus 16. és 2022. február 6. között', 9(1), pp. 132–143. Available at: https://nepegeszsegugyi-egyesulet.hu/sites/default/files/2022-08/e-nepeg2201_1.pdf.
- Oshitani, H. (2022) 'COVID lessons from Japan: the right messaging empowers citizens', *Nature*, 605(7911), pp. 589–589. Available at: <https://doi.org/10.1038/d41586-022-01385-9>.
- Paget, J. *et al.* (2019) 'Global mortality associated with seasonal influenza epidemics: New burden estimates and predictors from the GLaMOR Project', *Journal of Global Health*, 9(2), p. 020421. Available at: <https://doi.org/10.7189/jogh.09.020421>.
- Péni, T. *et al.* (2022) 'Optimizing Symptom Based Testing Strategies for Pandemic Mitigation', *IEEE Access*, 10, pp. 84934–84945. Available at: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3197587>.
- Pénzes, J. *et al.* (2019) 'Roma Population in Hungary - Spatial Distribution and its Temporal Changes', *DETUROPE - The Central European Journal of Tourism and Regional Development*, 11(3), pp. 138–159. Available at: <https://doi.org/10.32725/det.2019.030>.
- Pénzes, J., Tátrai, P. and Pásztor, I.Z. (2018) 'A roma népesség területi megoszlásának változása Magyarországon az elmúlt évtizedekben = Changes in the Spatial Distribution of the Roma Population in Hungary During the Last Decades', *TERÜLETI*

- STATISZTIKA*, 58(1), pp. 3–26. Available at: <https://doi.org/10.15196/TS580101> (Accessed: 4 June 2022).
- Perry, M. *et al.* (2021) ‘Inequalities in coverage of COVID-19 vaccination: A population register based cross-sectional study in Wales, UK’, *Vaccine*, 39(42), pp. 6256–6261. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2021.09.019>.
- Petraki, I. *et al.* (2021) ‘Living in Roma Settlements in Greece: Self-Perceived Health Status, Chronic Diseases and Associated Social Determinants of Health’, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), p. 8403. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph18168403>.
- Pifarré i Arolas, H. *et al.* (2021) ‘Years of life lost to COVID-19 in 81 countries’, *Scientific Reports*, 11(1), p. 3504. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83040-3>.
- Piko, P. *et al.* (2021b) ‘Changes in the Prevalence of Metabolic Syndrome, Its Components, and Relevant Preventive Medication between 2011 and 2018 in the Northeast Hungarian Roma Population’, *Journal of Personalized Medicine*, 11(7), p. 595. Available at: <https://doi.org/10.3390/jpm11070595>.
- Pouwels, K.B. *et al.* (2021) ‘Effect of Delta variant on viral burden and vaccine effectiveness against new SARS-CoV-2 infections in the UK’, *Nature Medicine*, 27(12), pp. 2127–2135. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41591-021-01548-7>.
- Priesemann, V. *et al.* (2021) ‘An action plan for pan-European defence against new SARS-CoV-2 variants’, *The Lancet*, 397(10273), pp. 469–470. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00150-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00150-1).
- Race Disparity Unit (2021) *Quarterly reports on progress to address COVID-19 health inequalities*, GOV.UK. Available at: <https://www.gov.uk/government/collections/quarterly-reports-on-progress-to-address-covid-19-health-inequalities> (Accessed: 25 June 2022).
- Richardson, S. *et al.* (2004) ‘Interpreting Posterior Relative Risk Estimates in Disease-Mapping Studies’, *Environmental Health Perspectives*, 112(9), pp. 1016–1025. Available at: <https://doi.org/10.1289/ehp.6740>.
- Riou, J. *et al.* (2021) ‘Socioeconomic position and the COVID-19 care cascade from testing to mortality in Switzerland: a population-based analysis’, *The Lancet Public Health*, 6(9), pp. e683–e691. Available at: [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(21\)00160-2](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(21)00160-2).
- Ritchie, H. *et al.* (2020a) ‘Coronavirus Pandemic (COVID-19)’, *Our World in Data* [Preprint]. Available at: <https://ourworldindata.org/coronavirus-testing> (Accessed: 25 June 2022).
- Ritchie, H. *et al.* (2020b) ‘Coronavirus Pandemic (COVID-19)’, *Our World in Data* [Preprint]. Available at: <https://ourworldindata.org/covid-deaths> (Accessed: 25 June 2022).
- Rocha, R. *et al.* (2021) ‘Effect of socioeconomic inequalities and vulnerabilities on health-system preparedness and response to COVID-19 in Brazil: a comprehensive analysis’, *The Lancet Global Health*, 9(6), pp. e782–e792. Available at: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(21\)00081-4](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(21)00081-4).
- Rodríguez-Blanco, N. *et al.* (2021) ‘Willingness to Be Vaccinated against COVID-19 in Spain before the Start of Vaccination: A Cross-Sectional Study’, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), p. 5272. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph18105272>.
- Röst, G. *et al.* (2020) ‘Early Phase of the COVID-19 Outbreak in Hungary and Post-Lockdown Scenarios’, *Viruses*, 12(7), p. 708. Available at: <https://doi.org/10.3390/v12070708>.
- Rubio Valverde, J.R., Mackenbach, J.P. and Nusselder, W.J. (2021) ‘Trends in inequalities in disability in Europe between 2002 and 2017’, *Journal of Epidemiology and Community*

- Health*, 75(8), pp. 712–720. Available at: <https://doi.org/10.1136/jech-2020-216141>.
- Rue, H., Martino, S. and Chopin, N. (2009) ‘Approximate Bayesian inference for latent Gaussian models by using integrated nested Laplace approximations’, *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 71(2), pp. 319–392. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9868.2008.00700.x>.
- Sántha, Á. (2021) ‘The Sociodemographic Determinants of Health Literacy in the Ethnic Hungarian Mothers of Young Children in Eastern Europe’, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), p. 5517. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph18115517>.
- Scannell Bryan, M. *et al.* (2021) ‘Coronavirus disease 2019 (COVID-19) mortality and neighborhood characteristics in Chicago’, *Annals of Epidemiology*, 56, pp. 47–54.e5. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2020.10.011>.
- Schabenberger, O. and Gotway, C.A. (2017) *Statistical Methods for Spatial Data Analysis: Texts in Statistical Science*. New York: Chapman and Hall/CRC. Available at: <https://doi.org/10.1201/9781315275086>.
- Silva, J. and Ribeiro-Alves, M. (2021a) ‘Social inequalities and the pandemic of COVID-19: the case of Rio de Janeiro’, *J Epidemiol Community Health*, 75(10), pp. 975–979. Available at: <https://doi.org/10.1136/jech-2020-214724>.
- Spiegelhalter, D.J. *et al.* (2002) ‘Bayesian measures of model complexity and fit’, *Journal of the Royal Statistical Society Series B*, 64(4), pp. 583–639. Available at: https://econpapers.repec.org/article/blajorssb/v_3a64_3ay_3a2002_3ai_3a4_3ap_3a583-639.htm (Accessed: 5 June 2022).
- Steinbrook, R. (2020) ‘Contact Tracing, Testing, and Control of COVID-19—Learning From Taiwan’, *JAMA Internal Medicine*, 180(9), pp. 1163–1164. Available at: <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.2072>.
- Stevens, A.J. *et al.* (2021) ‘The experiences of socially vulnerable groups in England during the COVID-19 pandemic: A rapid health needs assessment’, *Public Health in Practice (Oxford, England)*, 2, p. 100192. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.puhip.2021.100192>.
- Sun, Y. *et al.* (2022) ‘Acceptance of COVID-19 Vaccine Among High-Risk Occupations in a Port City of China and Multifaceted Strategies for Increasing Vaccination Coverage: A Cross-Sectional Study’, *Risk Management and Healthcare Policy*, 15, pp. 643–655. Available at: <https://doi.org/10.2147/RMHP.S352947>.
- Syan, S.K. *et al.* (2021) ‘COVID-19 Vaccine Perceptions and Differences by Sex, Age, and Education in 1,367 Community Adults in Ontario’, *Frontiers in Public Health*, 9, p. 719665. Available at: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.719665>.
- Szászi, B. *et al.* (2022) ‘A machine learning analysis of the relationship of demographics and social gathering attendance from 41 countries during pandemic’, *Scientific Reports*, 12. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04305-5>.
- Twohig, K.A. *et al.* (2022) ‘Hospital admission and emergency care attendance risk for SARS-CoV-2 delta (B.1.617.2) compared with alpha (B.1.1.7) variants of concern: a cohort study’, *The Lancet Infectious Diseases*, 22(1), pp. 35–42. Available at: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(21\)00475-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(21)00475-8).
- Ulrich, L. *et al.* (2022) ‘Enhanced fitness of SARS-CoV-2 variant of concern Alpha but not Beta’, *Nature*, 602(7896), pp. 307–313. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04342-0>.
- Vandentorren, S. *et al.* (2022) ‘The effect of social deprivation on the dynamic of SARS-CoV-2 infection in France: a population-based analysis’, *The Lancet. Public Health*, 7(3), pp. e240–e249. Available at: [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(22\)00007-X](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(22)00007-X).
- Vokó, Z. *et al.* (2009) ‘Does socioeconomic status fully mediate the effect of ethnicity on the

- health of Roma people in Hungary?', *Journal of Epidemiology and Community Health*, 63(6), pp. 455–460. Available at: <https://doi.org/10.1136/jech.2008.079715>.
- Vokó, Z. *et al.* (2022) 'Nationwide effectiveness of five SARS-CoV-2 vaccines in Hungary—the HUN-VE study', *Clinical Microbiology and Infection*, 28(3), pp. 398–404. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2021.11.011>.
- Wang, H. *et al.* (2022) 'Estimating excess mortality due to the COVID-19 pandemic: a systematic analysis of COVID-19-related mortality, 2020–21', *The Lancet*, 399(10334), pp. 1513–1536. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02796-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02796-3).
- Watson, O.J. *et al.* (2022) 'Global impact of the first year of COVID-19 vaccination: a mathematical modelling study', *The Lancet Infectious Diseases*, 0(0). Available at: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(22\)00320-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(22)00320-6).
- Wei, C. *et al.* (2020) 'Correlation of population mortality of COVID-19 and testing coverage: a comparison among 36 OECD countries', *Epidemiology and Infection*, 149, p. e1. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0950268820003076>.
- Welsh, C.E., Sinclair, D.R. and Matthews, F.E. (2022) 'Static Socio-Ecological COVID-19 Vulnerability Index and Vaccine Hesitancy Index for England', *The Lancet Regional Health - Europe*, 14, p. 100296. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2021.100296>.
- WHO (2003) *Summary of probable SARS cases with onset of illness from 1 November 2002 to 31 July 2003*. Available at: <https://www.who.int/publications/m/item/summary-of-probable-sars-cases-with-onset-of-illness-from-1-november-2002-to-31-july-2003> (Accessed: 13 June 2022).
- WHO (2020a) *2019-nCoV outbreak is an emergency of international concern*. Available at: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/international-health-regulations/news/news/2020/2/2019-ncov-outbreak-is-an-emergency-of-international-concern> (Accessed: 13 May 2022).
- WHO (2020b) 'Annex to Considerations in adjusting public health and social measures in the context of COVID-19'. Available at: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332073/WHO-2019-nCoV-Adjusting_PH_measures-Criteria-2020.1-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- WHO (2020c) *Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it*. Available at: [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it) (Accessed: 29 May 2022).
- WHO (2020d) *Timeline: WHO's COVID-19 response*. Available at: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/interactive-timeline> (Accessed: 13 June 2022).
- WHO (2020e) *WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard*. Available at: <https://covid19.who.int> (Accessed: 13 May 2022).
- WHO (2020f) *WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020*. Available at: <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020> (Accessed: 13 May 2022).
- WHO (2021a) *COVID-19 and the social determinants of health and health equity: evidence brief*. Available at: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789240038387> (Accessed: 20 June 2022).
- WHO (2021b) 'WHO's work in health emergencies'. Available at: https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA74/A74_9Add1-en.pdf.
- WHO (2022a) *Global excess deaths associated with COVID-19, January 2020 - December 2021*. Available at: <https://www.who.int/data/stories/global-excess-deaths-associated->

- with-covid-19-january-2020-december-2021 (Accessed: 15 June 2022).
- WHO (2022b) *Tracking SARS-CoV-2 variants*. Available at: <https://www.who.int/activities/tracking-SARS-CoV-2-variants> (Accessed: 24 June 2022).
- WHO (2022c) *WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard*. Available at: <https://covid19.who.int> (Accessed: 28 August 2022).
- World Bank (2022) *World Development Report 2022: Finance for an Equitable Recovery*. The World Bank. Available at: <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1730-4>.
- Wu, S. *et al.* (2021) ‘Aggressive containment, suppression, and mitigation of covid-19: lessons learnt from eight countries’, *BMJ*, 375, p. e067508. Available at: <https://doi.org/10.1136/bmj-2021-067508>.
- Xie, Y. *et al.* (2022) ‘Long-term cardiovascular outcomes of COVID-19’, *Nature Medicine*, 28(3), pp. 583–590. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41591-022-01689-3>.
- Yarmol-Matusiak, E.A., Cipriano, L.E. and Stranges, S. (2021) ‘A comparison of COVID-19 epidemiological indicators in Sweden, Norway, Denmark, and Finland’, *Scandinavian Journal of Public Health*, 49(1), pp. 69–78. Available at: <https://doi.org/10.1177/1403494820980264>.
- Zisis, S.N. *et al.* (2022) ‘The protective effect of covid-19 vaccination on post-acute sequelae of covid-19 (pasc): a multicenter study from a large national health research network’, *Open Forum Infectious Diseases*, p. ofac228. Available at: <https://doi.org/10.1093/ofid/ofac228>.



Nyilvántartási szám: DEENK/411/2022.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Oroszi Beatrix
Doktori Iskola: Egészségtudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10075480

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

1. **Oroszi, B.**, Juhász, A., Nagy, C., Horváth, J. K., Komlós, K. E., Túri, G., McKee, M., Ádány, R.: Characteristics of the Third COVID-19 Pandemic Wave with Special Focus on Socioeconomic Inequalities in Morbidity, Mortality and the Uptake of COVID-19 Vaccination in Hungary.
J. Pers. Med. 12 (3), 1-15, 2022.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/jpm12030388>
IF: 3.508 (2021)
2. **Oroszi, B.**, Juhász, A., Nagy, C., Horváth, J. K., McKee, M., Ádány, R.: Unequal burden of COVID-19 in Hungary: a geographical and socioeconomic analysis of the second wave of the pandemic.
BMJ Glob Health. 6 (9), 1-9, 2021.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjgh-2021-006427>
IF: 8.056

További közlemények

3. Juhász, A., Nagy, C., **Oroszi, B.**, Ádány, R.: A COVID-19 megbetegedés, halálozás és oltottság alakulása és összefüggése a társadalmi-gazdasági helyzettel a 2-4. járványhullámok idején Magyarországon = Spatial distribution of COVID-19 morbidity, mortality, and vaccination coverage and their association with the socioeconomic status during the 2nd-4th pandemic waves in Hungary.
Népegészségügy. 99 (1), 92-104, 2022.
4. Horváth, J. K., Komlós, K. E., Krisztalovics, K., Röst, G., **Oroszi, B.**: A COVID-19 világjárvány első két éve Magyarországon = The first two years of the COVID-19 pandemic in Hungary
Népegészségügy. 99 (1), 6-19, 2022.





5. Ligeti, A. S., Bokányi, E., Karsai, M., Koltai, J., **Oroszi, B.**, Röst, G.: A társadalmi dinamika vizsgálatának szerepe a pandémiás védekezésben = The role of examining social dynamics in pandemic response.
Népegészségügy. 99 (1), 64-75, 2022.
6. **Oroszi, B.**, Ferenczi, A., Juhász, A., Nagy, C., Ferenci, T., Túri, G., Horváth, J. K.: A védőoltások jelentősége a 18 éven felüli népesség COVID-19-cel összefüggő megbetegedési és halálzási kockázatának csökkentésében Magyarországon, 2021. augusztus 16. és 2022. február 6. között = The importance of vaccination in reducing the risk of COVID-19 related morbidity and mortality in Hungary between 16 August 2021 and 6 February 2022.
Népegészségügy. 99 (1), 132-143, 2022.
7. **Oroszi, B.**, Horváth, J. K., Túri, G., Krisztalovics, K., Röst, G.: Az epidemiológiai surveillance és járvány matematikai előrejelzések szerepe a pandémiás hullámok megelőzésében, mérséklésében - hol tartunk most, és hová kellene eljutni.
Scient .Sec. 2 (1), 38-53, 2021.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/112.2021.00007>
8. Juhász, A., Nagy, C., Lomen, M., Nagy, A. C., Papp, Z., Gál, V., **Oroszi, B.**: A Népegészségügyi Elemzési Központ Információs Rendszere (NEKIR), 2020.
Egészségtudomány. 64 (3), 51-83, 2020.
DOI: <http://dx.doi.org/10.29179/EgTud.2020.3.51-84>
9. Röst, G., Bartha, F., Bogya, N., Boldog, P., Dénes, A., Ferenci, T., Horváth, K., Juhász, A., Nagy, C., Tekeli, T., Vizi, Z., **Oroszi, B.**: Early Phase of the COVID-19 Outbreak in Hungary and Post-Lockdown Scenarios.
Viruses-Basel. 12 (7), 1-30, 2020.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/v12070708>
IF: 5.048
10. Csanádi, M., Gini, A., Koning, H. d., Széles, G., Pitter, J. G., **Oroszi, B.**, Pataki, P., Fadgyas-Freyler, P., Korponai, G., Vokó, Z., Lansdorp-Vogelaar, I.: Modeling costs and benefits of the organized colorectal cancer screening programme and its potential future improvements in Hungary.
J. Med. Screen. 28 (3), 268-276, 2020.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0969141320968598>
IF: 2.136





11. Kissling, E., Nunes, B., Robertson, C., Valenciano, M., Reuss, A., Larrauri, A., Cohen, J. M., **Oroszi, B.**, Rizzo, C., Machado, A., Pitigoi, D., Domegan, L., Paradowska-Stankiewicz, I., Buchholz, U., Gherasim, A., Daviaud, I., Horváth, J. K., Bella, A., Lupulescu, E., O'Donnell, J., Korczyńska, M., Moren, A., I-MOVE case-control study team: I-MOVE multicentre case-control study 2010/11 to 2014/15: is there within-season waning of influenza type/subtype vaccine effectiveness with increasing time since vaccination?
Euro Surveill. 21 (16), 1-12, 2016.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2016.21.16.30201>
IF: 7.202
12. Kissling, E., Valenciano, M., Larrauri, A., **Oroszi, B.**, Cohen, J. M., Nunes, B., Pitigoi, D., Rizzo, C., Rebolledo, J., Paradowska-Stankiewicz, I., Jiménez-Jorge, S., Horváth, J. K., Daviaud, I., Guiomar, R., Necula, G., Bella, A., O'Donnell, J., Gluchowska, M., Ciancio, B., Nicoll, A., Moren, A.: Low and decreasing vaccine effectiveness against influenza A(H3) in 2011/12 among vaccination target groups in Europe: results from the I-MOVE multicentre case-control study.
Euro Surveill. 18 (5), 1-10, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2807/ese.18.05.20390-en>
IF: 4.659
13. Valenciano, M., Kissling, E., Cohen, J. M., **Oroszi, B.**, Barret, A. S., Rizzo, C., Nunes, B., Pitigoi, D., Larrauri Cámara, A., Mosnier, A., Horváth, J. K., O'Donnell, J., Bella, A., Guiomar, R., Lupulescu, E., Savulescu, C., Ciancio, B., Kramarz, P., Moren, A.: Estimates of Pandemic Influenza Vaccine Effectiveness in Europe, 2009-2010: results of Influenza Monitoring Vaccine Effectiveness in Europe (I-MOVE) Multicentre Case-Control Study.
PLoS Med. 8 (1), 1-12, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1000388>
IF: 16.269
14. Kissling, E., Valenciano, M., Cohen, J. M., **Oroszi, B.**, Barret, A. S., Rizzo, C., Stefanoff, P., Nunes, B., Pitigoi, D., Larrauri, A., Daviaud, I., Horváth, J. K., O'Donnell, J., Seyler, T., Paradowska-Stankiewicz, I., Pechirra, P., Ivanciuc, A. E., Jiménez-Jorge, S., Savulescu, C., Ciancio, B., Moren, A.: I-MOVE Multi-Centre Case Control Study 2010-11: overall and Stratified Estimates of Influenza Vaccine Effectiveness in Europe.
PLoS One. 6 (11), 1-11, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0027622>
IF: 4.092





15. Kissling, E., Valenciano, M., Falcão, J. M., Larrauri, A., Widgren, K., Pitigoi, D., **Oroszi, B.**, Nunes, B., Savulescu, C., Mazick, A., Lupulescu, E., Ciancio, B., Moren, A.: "I-MOVE" towards monitoring seasonal and pandemic influenza vaccine effectiveness: lessons learnt from a pilot multi-centric case-control study in Europe, 2008-9. *Euro. Surveill.* 14 (44), 29-36, 2009.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 50,97

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
11,564**

A DEENK a Jelölt által az IDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2022.08.31.

