

Barótfi István: Az új-koronavírus világjárvány épületgépészeti vonatkozásai

(2020. április 5.)

Az új-koronavírus világjárvány mindannyiunk életét nemcsak jelenleg határozza meg, de rányomja bélyegét a jövőnkre is. Ezért természetes és szükségszerű, hogy a civil szféra, a tudományos-szakmai, a politikai és a gazdasági élet szereplői folyamatosan megnyilvánulnak, intézkedéseket fogantatosítanak, javaslatokat, ajánlásokat fogalmaznak meg, melyek állandóan változnak, gyakran egymásnak is ellentmondóak. Az is természetes, hogy ezek között ma majdnem kizárólagosan, de mindenképpen döntően azok a megnyilvánulások, melyek a világjárvány aktuális kezelését, a fertőzés megállítását próbálják elérni.

Az épületgépészet szak- és tudományterület hazai és nemzetközi szereplői is igyekeznek tájékoztatásokat, nyilatkozatokat tenni abban a reményben, hogy hozzájárulhatnak a vírus-járvány mielőbbi leküzdéséhez. A helyzet rendkívül kritikus, a ma élő generáció még nem került szembe ilyen láthatatlan ellenséggel és nem is volt felkészülve ennek kezelésére, ezért a megoldás új ismeretek, összefüggések előhívását igényli. Ugyanakkor ez a helyzet hatással lesz a szakterület jövőjére is nemcsak a gazdasági következményeik miatt, hanem a célok, a tartalom, a módszerek miatt is. A szakterület prominenseinek nagy a felelőssége a feladatok megoldásában, az új utak kijelölésében, de talán segít az a körülmény, hogy a lenyugtatott világ, a karantén, sok területen a kényszerű visszalépés könnyebben ad teret a változásnak, a változtatásoknak.

Épületgépészet és a vírusok

Az epidemiológiában járványnak nevezik azt az egészségügyi jelenséget, amikor egy ismert betegség adott területen, adott idő alatt átlagosnál jóval nagyobb létszámú embert érint. Járványok egyidősek az emberiséggel tehát már akkor is voltak, amikor épületgépészetéről egyáltalán nem lehetett beszélni. A történelem során a lepra, pestis, fekete himlő, tuberkulózis és a kolera – az emberiség öt nagy ostora – az ókortól kezdve újra és újra hatalmas járványokat okozott, míg a kórokozók az epidémiák közötti szünetekben endémiás területeken lappangtak tovább.

Az utóbbi évszázadokban az influenza, ebola, malária, AIDS, stb. járványai okoztak aggodalmat egyes világrészekben. A legutolsó világjárvány a modern korban az 1918-1919-es spanyolnátha járvány volt. Az első koronavírus a SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome = „Súlyos Akut Légzőszervi Szindróma”), tudományos elnevezése SARS-CoV, mely Ázsiában 2003. februárjában tört ki, ami további megbetegedéseket okozott a világ más részein.

Az épületgépészet kapcsolata a járványokkal annak kapcsán vetődik fel, hogy ez az a szakterület, mely az ember közvetlen környezetében a friss levegő, a víz, stb. általában az életfeltételek biztosításával hatással lehet a kórokozók terjedésére. **Az épületgépészet nem oka és forrása a járványoknak, de a rendszerek kialakítása, működtetése befolyásolhatja a járványok lefolyását.**

Az épületgépészetnek - az embert szolgáló kényelmi rendszereken kívül - egyébként közvetlenül is feladata lehet a kórokozók távoltartásában. Ilyen rendszerek a vízellátás rendszerei, melyek jelentősen hozzájárulnak ahhoz, hogy a korábban a vízellátás, illetve a szennyvízkezelés hiánya, vagy elégtelensége miatt a járványok fő oka volt. Könnyebben belátható az épületgépészeti rendszerek egészségügyi fontossága a korházi légtechnikai rendszerek esetén. Ma már alapvető követelmény a korházi műtők, steril ellátó szobák vírusmentes klímatiszálása, melyet az épületgépészeti rendszerek egyre magasabb fokon meg is tudnak valósítani.

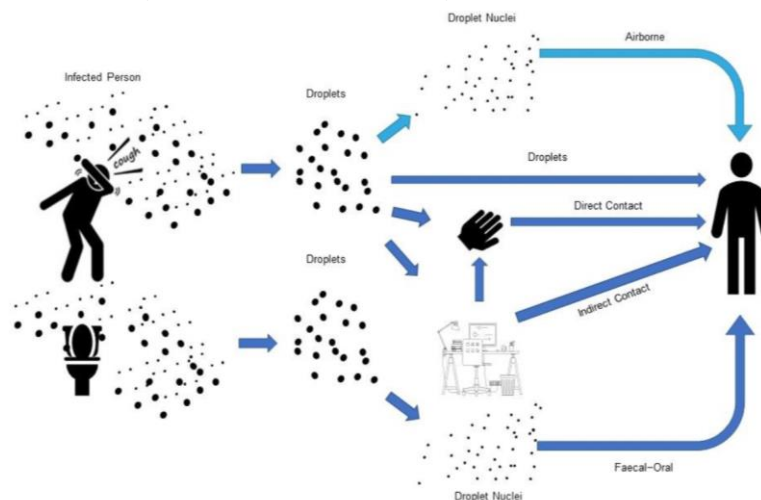
A mostani világjárvány terjedésében is felmerült az épületgépészeti rendszerekkel kapcsolatos érintettség. Ez nem egészen ok nélküli, mert pl. 1976-ban egy veterán legionárius gyűlésen 182 ember betegedett meg, 29-en meghaltak a szállodai légkondicionáló párásítójában megtelepedett a legionella baktérium miatt. A legionella baktérium azóta több alkalommal már járványt okozott számottevő halálesettel, és a legtöbb esetben az épületgépészeti rendszerrel való kapcsolatát is feltárták, a forrásként valamilyen épületgépészeti berendezést nevesítették.

Az új-koronavírus világjárvány kapcsán is tehát nem alap nélküli a kapcsolat felvetése, és annak vizsgálata, hogy milyen mértékben és módon játszik szerepet a járvány lefolyásában. Természetesen ezek a kapcsolatok minden részletkérdésükben fontosak, de jelenleg az a legfontosabb, hogy szakterület megfogalmazza világjárvány kezelésében tőle elvárt válaszokat, hozzáadja azokat az ismereteket, melyek hasznosak, irányt mutatók lehetnek.

Az épületgépészeti rendszerek lehetséges szerepe a SARS-CoV-2 vírus terjedésében

Minden járvány szempontjából fontos a fertőző kórokozó áttérjedési útvonala. A szokásos feltételezés az, hogy két átviteli út a meghatározó:

- cseppekkel (cseppek/részecskék kerülnek ki tüsszentéskor, köhögéskor vagy beszélgetés közben),
- felszínen érintkezéssel (kézzel, kéz-felülettel stb.).



1. ábra A SARS-CoV-2 expanziós útvonalai (WHO jelentéséből)

Reális lehetőségként egy harmadik átviteli úttal, a széklet-orális útvonallal is számolni kell (1. ábra). Bár a jelenlegi megnyilvánulásokban és intézkedésekben napjainkban elsősorban, vagy majdnem kizárólagosan az első két terjedési út szerepel, de a WHO egyik jelentésében elismeri a SARS-CoV-2 fertőzések széklet-orális átviteli útját is. (A terjedési útvonalak a SARS-CoV-1-ből és más influenzából ismert, és jelenleg nincs konkrét bizonyíték kifejezetten a SARS-CoV-2-re.)

A levegőn keresztül két expozíciós mechanizmus létezik

- nagy cseppekkel (> 10 mikron), amelyek a köhögés és tüsszentés (a tüsszentéskor általában sok más méretű részecske is keletkezik). során keletkeznek és a fertőző személytől legfeljebb 1-2 méter távolságon belüli felületekre, tárgyakra, talajra, padozatra, stb. esnek, melyeket megérintve ezeket a felületeket és a szemükhöz, orrukhoz, szájukhoz nyúlva megfertőződhetnek. Ha az emberek 1-2 méter távolságra állnak egy fertőző személytől, akkor közvetlenül is elkapathatják belélegezve cseppeket, amelyeket odafúj, köhögött, vagy kilélegzett a fertőző személy.
- kis részecskékkel (<5 mikron), amelyek órákig tartózkodhatnak a levegőben és nagy távolságokon keresztül szállíthatják a vírust. Ezek a részecskék köhögés, tüsszentés és beszéd során egyaránt keletkezhetnek, vagy nagyobb cseppekből feloszlással képződnek, amelyek elpárolognak, majd kiszáradnak.

Miután a jelenlegi világjárványt okozó vírus ellenszerét még nem sikerült kidolgozni, a járvány megfékezésére egyedüli hatékony eszköznek a terjedési lánc megszakítását, vagy valamilyen korlátozását tekintik. Ezért ennek a kérdésnek az épületgépészeti lehetőségeit érdemes részletesebben körbejárni.

Tudományos (elméleti) megközelítés

A különböző méretű részecskék levegőben való terjedésének kérdése különböző tudományokban, így az épületgépészetben is, nemcsak a kórokozókkal kapcsolatban merülnek fel. A részecskék terjedésére a fizikai összefüggések legegyszerűbb eseteitől a nagyon sok tényezőt figyelembe vevő modellekig sokféle lehetőség áll a szakterület rendelkezésre és ezeknek eddigi eredményei, tapasztalatai felhasználhatók lehetnének a jelenlegi konkrét vírus esetén is. A nehézséget az okozza, hogy a modellek leginkább fizikai modellek és a biológiai jellemzők figyelembevételével ezek eredményei rendkívül nagy intervallumú, csak sok kiindulási feltételezéssel együtt értelmezhető eredményt adnak. Ezeknek alkalmazhatósága csak konkrét esetre leszűkített vizsgálatokkal együtt megbízható, ilyen vizsgálatok hiányában a megállapítások csak elméletek maradnak.

A jelenlegi SARS-CoV-2 vírus esetén ezeknek a vizsgálatoknak elvégzése korábban lehetetlenek voltak, a megjelenésüktől eltelt rövid idő pedig még csak részeredményeket jelentenek. A fizikai paraméterekkel leírt áramlási modellekben a peremfeltételektől függően a részecskék pályája egyértelműen meghatározható. Az eredmények bizonytalanságát a kezdeti feltételek pontossága és a szétterülés mértéke jelenti. Ez azt jelenti, hogy az emissziós adatok ismeretében az idő függvényében részecske mozgását a pályavonal mentén számszerűen meg tudjuk határozni, de csak tájékoztató értéket tudunk adni az imisszióról, illetve expanzióról, vagyis nehéz elfogadható adatokat adni a tér adott pontjában a kialakuló koncentrációról. Ha a részecskék vírusokat hordoznak, akkor további paramétereket kell figyelembe venni, és ráadásul ezek a paraméterek még bonyolultabbak a fizikai paramétereknél, mert ezek a kórokozók élettartamával kapcsolatban időfüggőek és hatásuk is ettől függ. A SARS-CoV-2 vírus esetén tehát a fertőző személytől származó vírusok környezetbe való eljutása a hordozó részecske pályája mentén nyomon követhetőek, de a kialakuló koncentráció mértékét már csak nagyon pontatlanul lehet megadni. Nagyobb távolság, vagy hosszabb idő elteltével a vírus élettartama miatt a részecske-koncentráció és a vírus-koncentráció lényegesen el fognak térni egymástól (a mikroncseppek pl. 0,2 másodperc alatt elpárolognak és kiszáradnak). A járvány terjedése szempontjából pedig a legfontosabb kérdés a vírus-koncentráció és a vírus fertőzőképessége.

A vírusok levegőben való terjedésének tudományos leírása tehát csak fizikai modellel nem ad megoldást, de a vírusokkal kapcsolatos feltételezések hozzákapcsolása a tudományos vizsgálatokhoz szintén bizonytalanná teszi a megalapozottságot. Az eredményhez, a valóság közeli helyzet feltárásához a két szereplő (részecskék és vírus) együttes vizsgálata szükséges.

Az MIT kutatója, Lydia Bourouiba évek óta kutatja a köhögés és a tüszentés dinamikáját. A Journal of the American Medical Association aktuális számában közölt cikkében a kutató leírta, hogy a köhögéssel és tüszentéssel vagy általában a kilégzéssel kibocsátott "felhő" csúcssebessége akár az óránkénti 36-110 kilométeres sebességet is elérheti, így akár 8 méterre is repülnek köhögéskor, vagy tüszögéskor a cseppek. Egészségügyi Világszervezet (WHO) távolságra vonatkozó ajánlásait, mert a jelenlegiek az úgynevezett "nagy cseppeken" alapulnak, melyek a vírust terjeszthetik, és úgy tartják, ezek csak egy rövid távolsáig érnek el. A távolságtartásra vonatkozó 2 méteres útmutatás az 1930-as évekből modelleken alapul. Ehhez képest a köhögéssel, tüszentéssel és kilégzéssel kibocsátott, gázokkal teli felhő akár 8,2 méteres távolságba is eljuttathatják a fertőzést, út közben pedig megfertőzhetik a különböző felületeket, és maradványaik még órákig a levegőben lebeghetnek. Egy idei kínai jelentés kimutatta, hogy vírusrészecskék lehetnek a koronavírussal fertőzött betegek kórházi szobáinak szellőző rendszerében.

Más tudósok vitatják, hogy növelni kellene a biztonságos távolságot. Paul Pottinger, a Washingtoni Egyetem orvosi karának fertőzőbetegség-kutatója szerint a kérdés az, mekkora távolságon belül marad a vírus fertőzőképes. "Számomra nem az a kérdés, mekkora távolságra jut el a kórokozó, hanem milyen messze van az, ahol már nem jelent veszélyt. Minél kisebb a csepp, annál csekélyebb az esély, hogy megfertőzhet valakit a benne lévő vírus, mert belélegzi vagy az orrába-szájába kerül. A legnagyobb veszélyt most a legnagyobb cseppek jelentik. Ezek viszont elég nagyok ahhoz, hogy hasson rájuk a gravitáció. Általában a kibocsátótól két méterre ezek a nagy cseppek lehullanak a talajra, innen származik a kétméteres távolságtartás szabálya" - idézte szavait a medicalxpress.com tudományos-ismeretterjesztő portál.

Az előzőekben leírt példák csak illusztrálni hivatottak a vírus terjedésre vonatkozó tudományos megnyilvánulások különböző eredményeinek eltérőségére, néha látszólagos ellentmondásaira. Az ellentmondások, illetve különbözőségek még jelentősebbek, ha nincs mögöttük megalapozott tudományos modell. Többnyire azonban nem arról van szó, hogy a tudományos háttér lenne hibás, inkább az alkalmazott számítások, illetve modellek bemeneti paramétereinek számossága, ezek valószínűsége, illetve a várható értékük becslése jelentik.

Épületgépészeti szempontból a vírusok levegőben való mozgásának ismeretének azért van jelentősége, mert a kórokozó többnyire a szabad levegővel jut el egy másik személyhez, vagy kapcsolódik valamilyen felületre. Bár az épületgépészeti rendszerek a beltéri levegő minőségét hivatottak biztosítani, de a rendszerek nem függetlenek a kültéri levegőtől. Tehát ha nem zárható ki, hogy a szellőztető, vagy klímarendszer szabadból beszívott ún. friss levegője is tartalmazhat vírust, akkor az jelentősen megváltoztatja a rendszerek szerepét a terjedési folyamatban. De ez a mechanizmus érvényesül a környezetétől elválasztott terek (kórterem, iroda, lakás, stb.) esetében is, vagyis a fertőző személytől származó vírust hordozó részecskék száma szellőztetés nélkül feldúsulhat a térben, vagy szellőztetéssel a szellőztető berendezés elemeinek (ventilátorok, csövek, hőcserélők, stb.) felületén is feltapadhatnak.

A vírus néhány lényeges tulajdonságainak egyértelmű tisztázása teszi csak lehetővé, hogy az épületgépészet ezeket az szállítási útvonalakat értékelni tudja a járvány terjedéséhez való hozzájárulás szempontjából. A lényeges tulajdonságok között elsősorban a vírus élettartamára vonatkozó paraméterek, a felületi megtapadás ill. elszakadás jellemzői és a fertőzőképesség koncentrációja volna a legfontosabb. Ezzel kapcsolatban azonban ma még nem áll rendelkezésre elegendő, megbízható adatok, becslések, analógiák és egyéni vélemények kerülnek nyilvánosságra, így a különböző épületgépészeti rendszerek megítélése felépítésük, működtetésük szempontjából - ezeknek hiányában - csak feltételezésnek tekinthető. Persze ezek is nagyon fontos lépések egy olyan küzdelemben, amikor az idő lényeges paraméter és egyéb adatok nem állnak rendelkezésre.

Mindezek ismeretében azt lehet mondani, hogy az új koronavírus járvány terjedésével kapcsolatos épületgépészeti ismeretek elméleti összefüggései, használatos modelljei csak fizikailag követik az ember környezetében a levegő és a benne levő részecskék mozgását, és ezek jól alkalmazhatók a rendszerek megbízható tervezési és üzemeltetési utasításaihoz, de a vírus jellemzőinek figyelembevétele ezekben a rendszerekben (leginkább a hiányzó, vagy bizonytalan adatok miatt) konkrét ajánlások megfogalmazására, hatékony fellépésre a terjedés korlátozására esetleg megszakítására csak feltételesen, vagy feltételezésekkel alkalmasak. Ez persze nem azt jelenti, hogy a probléma tudományos megközelítése nem alkalmas a cél elérésére, a járvány terjedésének megbízható leírására, de ehhez más tudományterületek eredményei – mindenekelőtt élettudományok eredményei – nélkülözhetetlenek, és azokra építve, vagy együttműködve lehet megbízható, használható eredményekre jutni.

Analógiák használata

Amikor nincs lehetőség (idő, információ, anyagiak, stb. miatt) a problémák elméleti megközelítésére, a megoldásokat hasonló esetek, jelenségek, az azokkal való egyezés, vagy különbözőség elemzésével, összefoglalva analógiák keresésével próbálhatjuk megoldani. A SARS-CoV-2 vírus esetén élettanilag ezt a SARS-CoV-1-hez viszonyítják és a levegőben való terjedés szempontjából is ezt tekintik alapnak, azzal, hogy az azonosság, illetve már eddig megállapított különbözőségek is vannak és így a levonható következtetések és megállapítások csak ezzel együtt értelmezhetőek.

Ha a terjedéssel kapcsolatos analógiákat vizsgáljuk több lehetőség is reálisnak mutatkozik, persze azzal a feltételezéssel, hogy ezek bizonyossága csak vizsgálatokkal lesz egyértelmű, de addig is, ha nincs jobb ezt használni lehet.

Az egyik kézenfekvő analógia lehet, melyet a jelenlegi helyzetben a különböző tudományterületek és szabályozásra kényszerült intézmények gyakran alapul is használnak a korábbi koronavírus járványok tapasztalatai. Az elmúlt két évtizedben három koronavírus-járvánnyal nézett szembe a világ: a SARS 2002-3-ban (SARS-CoV-1), a MERS 2012-ben (MERS-CoV) és a Covid-19 2020-ban (SARS-CoV-2).

Ezeknek a járványoknak a tapasztalatai használhatóak és használják is a jelenlegi új korona vírus kezelésénél annak ellenére, hogy már a kezdetekben megjelentek a különbségek is, és az ebből kialakuló következmények bizonytalanná teszik az analógiát. Ilyen például a terjedés megakadályozását szolgáló 1,5-2 m távolságtartás, melyről a legújabb vizsgálatok ezt nem tartják megalapozottnak.

Épületgépészeti kötődés miatt egy másik analógia is kínálkozik, a legionella járvány analógiája, melynél a járvány terjedésével kapcsolatos összefüggéseket alaposabban megvizsgálták és dokumentálták. Francia kutatók egy csoportja részletesen tanulmányozott egy, az észak-franciaországi Pas-de-Calais-ban 2003-4 között kitörő legionella járványt. A járvány 86 megerősített megbetegedésből 18 halállal végződött. A járvány forrásaként egy hűtőtornyot azonosítottak és a megfertőzött emberek átvizsgálása után kiderült, hogy voltak köztük olyanok is, akik 6–7 km-re éltek a hűtőtornytól és a levegőn keresztül történt a fertőződés. A legionellosis ugyan bakteriális fertőzés, és a baktérium fizikailag is nagyon különbözik a vírustól (a baktériumok többnyire néhány mikrométeresek, a vírusok, pl. koronavírus-részecske mérete 80-160 nanométer méretűek), de a levegőben való fizikai terjedése azonos módon, így azonos méretekben is terjedhetnek, mint ahogy az a vírusok egy részecskéhez kapcsolódva történik.

A kis részecskék légköri terjedésének a legegyszerűbb és legérzékletesebb analógiája a szagok és látható porok mozgása, melyeket különösebb vizsgálatok és tudományos alaposág nélkül is érzékelni tudunk. A szagok (melynek molekulányi méretű részecskék) terjedésében az irányított szagelszívás néhány deciméteres távolságától az időjárástól függően a szabadban a több kilométeres távolságnyi érzékelhetősége jól mutatja a részecskék mozgásának nagyon eltérő eredményeit. Ez az analógia arra nem alkalmas, hogy konkrétan, adott esetben pl. a koronavírus terjedésére megbízhat adatokat kapjunk, de arra alkalmas, hogy a felhívja a figyelmet a tudományos kutatások szükségességére, a jelenlegi megoldások átgondolására, a vélemények esetleges megváltoztatására.

Gyakorlati megközelítés szakmai megítélés alapján

A vírus terjedésével kapcsolatban a jelenlegi helyzetben nagyon széleskörűen a szakmai tapasztalatokra és korábbi tanulmányokra alapozva születnek a gyakorlatnak szánt közvetlenül is hasznosítható megnyilatkozások. Ezek nagyon hatékonyak, hiszen a járványok esetén az idő fontos tényező, és nincs idő az elemzésekre, tudományos szisztematikus vizsgálatokra, így a gyors beavatkozás, szabályozás elősegíti a védekezés eredményességét. A szabályozásoknak, szabályoknak, a különböző beavatkozásoknak konkrétan kell lenni, hiszen csak így lehet megszervezni a végrehajtást, a szereplők együttműködését.

Az ilyen gyakorlati megnyilvánulások egyfelől azt látszatot keltik, mintha a szereplők a megoldások birtokában lennének, ugyanakkor viszont, minthogy nincs tudományos alaposágú háttér, vagy nem kapcsolódnak megfelelő szisztematikus vizsgálatokhoz gyakran nem állják meg a helyüket. Azokban az esetekben, amikor a tudományos vizsgálatok megszületnek és nem támasztják alá az addigi gyakorlatot, akkor ezeket szükségszerűen korrigálják. Ha a vizsgálatok elmaradnak, vagy az eredmények közel azonosak az addig alkalmazott gyakorlattal, akkor ez a gyakorlat tartósan megmarad, gyakran még akkor is amikor más körülmények miatt már nem állják meg helyüket. Ez a stratégia tehát, hogy tudományos, vagy elméleti alap nélküli megoldás is jobb, mintha nem lenne ajánlható megoldás azért nem szerencsés, mert ezzel kételyeket ébreszt, sokan nem fogadják el a szabályozásokat, vagy dacolva igazolni akarják az állítás tarthatatlanságát a javaslatok, kötöttségek, szabályozások eredményeinek megvalósítását veszélyeztetik.

Az új koronavírus esetén a gyakorlati megközelítésű megnyilvánulások és intézkedések széles köre van jelen minden tudományos-szakmai területen. Az épületgépészet területén, minthogy a konkrét vírussal kapcsolatban a széleskörű tudományos megalapozásra nem volt lehetőség és még ma sem áll rendelkezésre kellő megalapozottságú adat (elsősorban a kórokozóval kapcsolatos adatok) a terjedésre vonatkozóan döntően az analógiák alapján, vagy kézenfekvőnek látszó gyakorlati megközelítésű megnyilvánulások születtek. Így az épületgépészet területén a SARS-Covid 2 vírussal

kapcsolatban tudományos kísérletek, elméleti kutatások széleskörű, átfogó eredményei még nem állnak rendelkezésünkre, és hazánkban sem kezdődtek ilyen vizsgálatok. A szakterület nemzetközi szakirodalmában számos megnyilatkozás áll rendelkezésre, melyek általában szaktudásra hivatkozó szakmai vélemény, analógia és következtetések alapján születtek, néhány kivételtől eltekintve nem a SARS-CoV-2 vírussal végzett valós ellenőrző vizsgálati eredmény nélkül. Így ezeket a megnyilvánulásokat is a peremfeltételekkel együtt kell kezelni és hozzá kell mondani/gondolni, hogy csak valószínűleg célszerűen, vagy tendenciájukban érvényesek a mostani vírusra.

Jelent meg közlemény már egy étterem kímarendszerének a SARS-CoV-2 vírus terjedésével kapcsolatos konkrét vizsgálatról is. A kínai közegészségügyi intézet (Chinese Center for Disease Control and Prevention) kantoni (Guangzhou) munkatársainak sikerült visszakövetniük egy fertőzési láncot, amely a dél-kínai megapolisz egyik éttermébe vezetett. Azonosítottak három családot, amely egyidőben tartózkodott az étteremben, és a három családból két héten belül tízen betegedtek meg koronavírusról. A kutatás lényegi megállapítása, hogy az összes fertőzés az étterem egyik légkondicionálójának légáramában történt, tehát feltehetően apró nyálcseppeket vitt magával az áramlat. A kínai kutatók hangsúlyozzák, hogy megállapításaikat még nem tudják komolyabb laboratóriumi kísérletekkel alátámasztani, illetve nem tudtak elvégezni minden kontrollvizsgálatot (főként azért, mert az egész kutatás tulajdonképpen utólagos nyomozás, rekonstrukció volt), de az így bemutatott eredmények annyira egyértelműek és látványosak, hogy alighanem érdemes figyelembe venni a koronavírusos cseppfertőzések további kutatásában.

A hazai szakmai megnyilvánulásokat is analógiák, ill. szakmai meggyőződések motiváltak és leginkább a szakmának, kevésbé a civil szférának szólnak (AERECO, HuGBC, Daikin, VGF). Ezeknek a megnyilvánulásoknak az alapját a REHVA COVID-19 világjárványra reagálva kiadott útmutatója (2020. április 3.-án) szolgál, melyet azért fogalmaztak meg, hogy az épületgépészeti rendszerek elemeit minél biztonságosabban lehessen működtetni a járvány alatt. Az útmutató kitér arra, hogy bár nagyon sok közösségi-, illetve irodaépület kiürült a „maradj otthon” felhívás hatására, az épületüzemeltetési javaslatok nem veszítik érvényüket akkor sem, amikor a járvány már lecsengő ágba kerül. Elsődlegesen a HVAC szakmában tevékenykedő szakembereknek és a létesítményüzemeltetőknek szánt hatoldalas dokumentum főként a kereskedelmi és középületek - irodák, iskolák, bevásárló központok, sportlétesítmények – üzemeltetőit célozza, ahol a fertőzött személyek csak alkalmilag fordulnak meg. (A kórházi és egészségügyi intézmények számára más szabályok érvényesek.) Az útmutatás az átmeneti, könnyen megszervezhető intézkedésekre összpontosít, amelyek a meglévő épületekben végrehajthatók, normál használat mellett. A tanácsadás rövid időre szól attól függően, hogy meddig tart a járvány. A dokumentum az előzőekben bemutatott bizonytalanságok, feltételezések hiányát a dokumentum jogi nyilatkozatában fogalmazza meg, „...hogy a javaslatok a rendelkezésre álló legjobb bizonyítékokon és tudáson alapulnak, de sok szempontból az újkorona vírussal (SARS-CoV-2) kapcsolatos információk annyira korlátozottak, vagy nem léteznek, hogy a korábbi SARS-CoV-1 bizonyítékokat használták fel és a bevált gyakorlatokra vonatkozó ajánlásokat mutatják be. (A REHVA kizárja a közvetlen, közvetett, véletlen károk, vagy bármilyen egyéb károk következményeit, amelyek a dokumentumban bemutatott információk felhasználása következtében keletkeznek.)”

Gazdasági hatásai

Miközben a világjárvány megállításának aktuális feladatai teszik ki a mindennapi tevékenységeink egészét, nem tudjuk kikapcsolni azt a kérdést, hogy milyen következményei lesznek a járványnak, a mostani intézkedéseknek. A következmények között a legsúlyosabbnak a gazdasági hatásokat tekintjük, minthogy ez mindennapi életünk minőségét, a politikai szereplők számára a túlélés lehetőségét jelenti. Ami biztosan tudható, hogy a világválság szinte egyik pillanatról a másikra bénította meg az országok teljes gazdaságát és állított le teljes globális termelési láncokat nem kezelhető a korábbi válságokhoz azonos módon, így a várható eredmény sem jósolható meg.

A világjárvány gazdasági hatásai - az előzőekben bemutatott világjárvány kezelésére vonatkozó bizonytalanságok miatt is - méginkább meghatározhatatlanok. Ebben az egyik bizonytalanságot a világjárvány időbeli alakulása jelenti. A járvány kezelésében most általánosan elfogadott stratégia,

hogy a járványt valamilyen szabályozással időben el kell húzni, hogy az ellátó rendszer kapacitása képes legyen kezelni az aktív fertőzötteket. Ezt a stratégiát a politikának a média nyomása alatt el kell fogadnia, annak ellenére, hogy a valamennyiünk, és a szabályokat hozó politikai hatalom érdekei is a járvány minél gyorsabb lefolyásában lenne érdekelt, éppen annak negatív, elsősorban gazdasági hatásai miatt. A mai gyakorlat tehát a járvány kezelése és a mielőbbi korlátozások megszüntetése közötti egyensúly biztosítása. Leegyszerűsítve: a kormányok most azon egyensúlyoznak, hogy napi hány új fertőzés ill. halott elfogadható, ahhoz, hogy a korlátozásokat meg lehessen szüntetni a negatív gazdasági következmények népszerűség-csökkenő hatása nélkül. A megoldásban segítene, ha valamilyen ellenszer (gyógyszer, vakcina) belátható időn belül általánosan elfogadottan hatásosnak bizonyulna és alkalmazásuk széles körben elérhető lenne. Ez jelenleg a legfontosabb és a legnagyobb sebességű kutatás, az eredmények ígéretesek, de konkrétum (és főleg a hozzáférés idejére) még várat magára, így maradnak a terjedés korlátozására vonatkozó intézkedések (2020. április) és a gazdaságélénkítő stratégiák megfogalmazása. Annyi biztos, hogy a világválság már eddig eltelt ideje alatti termelés-kiesése és szolgáltatások elmaradása nagyon sok ágazat majdnem teljes leállást, bevételkiesést eredményezett.

A világjárvány gazdasági hatásait tehát általában is nehéz felmérni, de egy szakterületre, pl. az épületgépészetre pedig szinte majdnem lehetetlen. A helyzet megítélését még tovább nehezíti, hogy a megoldására bejelentett nemzeti és nemzetközi gazdasági tervek országonként, ágazatonként is nagyon eltérőek, a mentő és támogatási csomagok megvalósíthatósága is a járvány elhúzódásától függenek, és hatásuk is nagyon bizonytalan. Ha ehhez még hozzászámítjuk, hogy a nemzeti gazdaságok a világgazdaság részei, így a kis országok, mint Magyarország gazdasági mozgástere igencsak korlátozott, más országok helyzetének alakulásától erősen függ.

A hazai épületgépészet helyzetét a szakterület tevékenységének sajátossága is befolyásolni fogja. Ma már az épületek használatában az épületgépészet szinte nélkülözhetetlen, de nem önálló ágazat: az épületgépészet, a szerelőipar az építőipar része. A világjárvány gazdasági hatásai elsősorban abban fognak megjelenni, hogy a források szűkülése miatt a tervezett beruházások elmaradnak, vagy késnek, és ez az épületgépészeti munkák megrendelés-állományát is érintik.

További nehézséget jelenthet a meglévő munkáknál is az anyagellátás bizonytalansága. Az épületgépészeti berendezések jelentős része import és a nemzeti gazdaságok újraindulásával jelentkező áru-kereslet növekedés miatt átmeneti hiány lehet. Sajnos ez az átmeneti árúhiány az épületgépészeti szolgáltatások, hibaelhárításokat is érintheti, többnyire csak a nagyobb cégek, jelentősebb anyag- és eszközállomány-tartalékkal rendelkezők fogják tudni az áruhiányt kezelni és a KKV-k, ezeknek kiszolgáltatottjai lesznek.

Magyarországon sem látszik még a járvány vége, jelenleg (2020. április eleje) a csoportos megbetegedések időszakában, a tömeges megbetegedések előtti időszakban vagyunk, így a hazai gazdaság-talpraállítási elképzelések most elsősorban az eddigi károk, károsultak mentéséről folynak, ezen társadalmi csoportok megsegítéséről, a munkahelyek megtartásáról szólnak. Az épületgépészet nem társadalmi csoport és nem is tartozik a nagyon veszélyeztetett szakterületek közé, hiszen a járvány ideje alatt is működni kellett a rendszerek üzemeltetése, meghibásodások javítása, karbantartása miatt. Amiben változás történt azok az építőipart érintő lelassult, vagy abbamaradt beruházások területe. A beruházások mértékének alakulását leginkább az építőipar érzékeli, ezért is figyel oda a kormányzat az építőiparban történt változásokra és próbálja ennek az ágazatnak a talpon-maradását a gazdaságélénkítő csomag prioritásában tartani. Az építőipar a már eddigi veszteségeit és a megoldás javasolt módszereit igyekezett feltárni és a kormányzattól a javaslata megvalósítását reméli. Az épületgépészet ennek a részeként számít/számíthat a szakterületet érintő jövője alakulására. Ami a világjárvány gazdasági hatásaival, a jövő alakulásával kapcsolatban biztos, az a bizonytalanság. Sajnos egyelőre még nem látni a járványhelyzet végét, de mindenki bízik benne, hogy a lehető leghamarabb véget ér a koronavírus-helyzet.

Szakmapolitikai vonatkozásai

Az új-koronavírus világjárvány jelenlegi szakaszában a vírus terjedésének kézbe tartása az egyedüli lehetőség. A járvány mértékét leginkább a szóban forgó betegség terjedési együtthatója, lappangási időszaka, illetve kezelhetősége határozza meg. A megelőzéshez gyakran alkalmazzák a karanténba helyezés módszerét. A hatóságok által meghatározott izolálási és fertőtlenítési szabályokat a hatósági tisztiorvosok koordinálják és tartatják be. Az izolálás, a karantén méginkább hozzájárul ahhoz, hogy a válságról alkotott képünk a médián keresztül alakul ki, és a helyzetet ebben a virtuális világban értékeljük, viszonyuljunk hozzá.

Az új-koronavírus világjárvánnyal kapcsolatban szakmai szempontból feltűnő, hogy az épületgépészet aktívan nincs jelen sem a vírusterjedés sem a világjárvány hatásainak, gazdasági következményeivel kapcsolatos mindennapos megnyilvánulásokban. Pontosabban csak a szakma gyakorlóinak lehet esetlegesen hiányérzete, mert kívülállók valószínűleg nem is sokat tudnak erről a szak- és tudományterületről. Kérdések persze felvetődnek az épületgépészeti rendszerekkel kapcsolatban, de ezeket többnyire a médiában orvosok, politikusok, riporterek meg is válaszolják.

A koronavírus kapcsán szakma-politikai vonatkozásban talán elsőként a szakterület ismertsége, társadalmi beilleszkedése, elismertségének kérdése vetődik fel. A járvánnyal kapcsolatban minden szakterület, a gazdasági-politikai élet minden résztvevője, a társadalom valamennyi rétege vagy megnyilatkozik, vagy kérdésekre vár választ és ezek között nem szerepel az épületgépészet. Ez annál inkább érthetetlen, mert a vírus terjedésében a levegő vagy közvetlenül, vagy közvetve szerepet játszik, ilyenformán az épületgépészet lég- és klimatechnikai rendszerei a vírus terjedésének kikerülhetetlen elemei, vagy a higiéniai rendszereivel a terjedés megállításának az egyik fontos lehetősége. Persze kifogásként fel lehet említeni, hogy az épületgépészet az építészeti árnyékában tevékenykedik és önálló megjelenésére gyakran ezért nem kerül sor. De éppen a koronavírus járvány elleni védekezés kényszerére tekintettel hozták létre a funkcionális létesítményeket, a mobil kórházakat, a sátor kórtermeket, melyek építészeti nélkül, leginkább csak épületgépészeti felszereléssel látják el feladatukat. Ezek a funkcionális létesítmények az épületgépészet magas-színvonalú rendszereit igénylik, és nemcsak a létrehozásuk, hanem az üzemeltetésük is szaktudást igényel. A funkcionális létesítmények és koronavírus nagy médiaháttere tehát jó alkalom lett volna az épületgépészet önálló megjelenésének bemutatása, a szakterület létezésének széleskörű társadalmi megismertetésére. A mobil és alkalmi épületek nemcsak a koronavírus esetén kerülnek használatba és igényelnek minőségi épületgépészeti felszerelést, de a társadalom ebben az esetben lett volna a legfogékonyabb, legbefogadóbb.

Az épületgépészet az új koronavírus járvánnyal kapcsolatos megnyilvánulásoktól való távolmaradásának azonban tartalmi-szakmai okai is vannak. A szakterület az utolsó évtizedekben az energetika bővületében beszűkült, legiszlációs feladatokra összpontosított, az épületenergetika nem igazán épületgépészmérnöki feladatain kívül nem volt egyéb célja, vagy nem tekintette aktuális feladatának. Az épületgépészet napjainkra még azokat a területeket is hanyagolja, melyek eredendően részei voltak (mint pl. a szociálhigiéniai berendezések, ipari, mezőgazdasági létesítmények, stb.), de mindenképpen adós azokkal a változtatásokkal, melyek a változó világ kihívásaiból a szakterület bővítését jelentheti. Az ilyen bővítések szükségessége már régóta feszíti a szakterületet, és az új-koronavírus járvány ehhez csak további indítékul szolgál. A szakterület tartalmi bővítésének eddigi kérdései a technikai fejlődés irányába, elsősorban a digitalizáció az informatika területeinek irányába vetődtek fel, de az új-koronavírus járvány egy új terület fontosságára az élet és egészségbiztosítás fontosságára hívják fel a figyelmet. Az épületgépészet rendszereinek létjogosultsága ezeken a területen megkérdőjelezhetetlen, a kérdés azzal kapcsolatban merül fel, hogy a szakterület valamilyen irányú nyitásához a tudományos háttér szakmai és személyi feltételeit lehet-e biztosítani. A kérdés megválaszolásában az fog döntő szerepet játszani, ha elsőként a kutatásokban, a kutatási témákban tesszük meg az új irányokban az első lépéseket.

Az új-koronavírus járvány reményeink szerint egy-két éven belül lezajlik, de hatásai hosszú időre megmaradnak. Jó lenne, ha ez az épületgépészet számára új kutatási területeket jelentene, és a napjainkban jellemző kutatási témákról, az EU-s direktívákról, a TNM rendeletekről elszakadnának és

olyan valós problémákra összpontosítanak, melyek pl. az új-koronavírus járvánnyal kapcsolatban felvetődtek. Ez fontos lenne – a koronavírus járvány és hatásaitól függetlenül is – azért is, mert miközben az épületgépészet szak- és tudományterület az ember számára biztosítja az életfeltételek kényelmét, a szakterület kutatási területében csak ritkán van együttműködés az élettudományokkal. A szakterület súlyát, jelentőségét jelentősen megerősíti, ha az élettudományokkal való együttműködést mindkét oldal által elfogadott és elismert módon kiépíti.

A járvány óriási kihívást jelent, amely azonban nemcsak válságot eredményez, hanem a lehetőségeket is felvillantja. Ha megfelelően kezeljük a válságot, egy jobb világ jöhet létre belőle: egy szolidárisabb, gazdaságilag erősebb, bizalommal telibb világ, melyben az épületgépészet képviselői tudományos megalapozottságú véleménye megfelelő súllyal mindennapjaink részeként jelenik meg.

Összefoglalás

Az előzőekben leírtak csak bepillantást adhattak a SARS-Cov-2 vírus okozta világjárványról és annak elsősorban épületgépészeti vonatkozásairól, de már ebből is érzékeltetni lehet ennek sokszínűségét és főként a széleskörű bizonytalanságot. A bizonytalanság ellenére talán van néhány olyan gondolat, mely nagy bizonyossággal megfogalmazható és támpontként szolgálhat a további- mindenekelőtt a szakma – feladatainak kijelöléséhez.

1. Az új koronavírus világjárvány egy **figyelmeztetés** az embereknek, hogy az élő világ részei és az ember társadalmi-politikai-gazdasági-tudományos tevékenységei nem tudják felül írni a **természet szabályait, csak a megismerés, az alkalmazkodás lehetséges.**
2. Az új-koronavírus világjárvány megmutatja a **média erejét** a civil szféra, a gazdaság, a társadalom és a politika felett, ebben meghatározó szerepet játszik, lehetővé teszi a széleskörű publicitást, és ezzel a popularitást, a sokszínűség minden valós és hamis megnyilvánulásával. **A médiának ez a szerepe felülírja a társadalom, a gazdasági és politikai szereplők érdekeit is, a világjárvány kezelésében hozott intézkedések a virtuális valóság alapján kényszeríti őket az aktuális helyzet túlélésére.**
3. A világjárvány eddigi hatásaiban is már belátható, hogy a globális problémák a világ minden országát érintik, nincs kivétel, önálló cselekvés, stratégia, és erre figyelemmel kell lenni más globális kérdések kezelésénél is. Ez talán **jót tesz a globális felmelegedés, a víz- és energiaválság, népességváltozás stb. problémáinak további megítélésénél, a szakmai, társadalmi és politikai hozzáálláson.**
4. Az **épületgépészet**, mint az ember zárt környezetében meghatározó szerepet játszó levegőminőség és higiénia biztosítására szolgáló technikai eszköz **nem hagyható figyelmen kívül az új koronavírus világjárvány kórokozójának terjedésében**, illetve annak megakadályozásában. A szakterületen részben kutatások, analógiák, tapasztalatok, és szokások alapján a nemzetközi szakirodalomban több publikáció jelent meg már a SARS-CoV-2 vírussal kapcsolatban is, megjegyezve, hogy ezek az eddig eltelt rövid idő alatt a vírusról született információkra épülnek és ennek megfelelően célszerű alakítani az alkalmazásukat is. Itthon is megjelentek már írások az új koronavírus-járványra vonatkozóan, melyek vagy erre építenek, vagy idézik ezek eredményeit.
5. A hazai médiában, és így a **közvéleményben is az épületgépészet az előző pontban megfogalmazott szerepét nem tudta jól bemutatni.** A vélemények ill. javaslatok alapvetően szakmai kör számára, szakmai nyelvezettel és körben jelentek meg, így a civil szféra, a közvélemény ezeket az ismereteket más tudomány- és szakterületek szereplőitől kapta meg, azzal azonosítja, így az épületgépészet fogalma és tartalma nem épült be a társadalmi köztudatba. **Nem szerencsés az a járványkezelés kapcsán tapasztalt megnyilvánulás, hogy az épületgépészet szakmai kérdéseiben az egészségügyi, vagy kormányzati szereplők foglalnak állást.**
6. **Az épületgépészet számára az új-koronavírus világjárvány gazdasági következményei ma még beláthatatlanok.** Ez részben járvány időbeli elhúzódásától és a hazai gazdaságkezelő programoktól függ, de ezek a kérdések nem függetlenek a világgazdaság alakulásától. Így

jelenleg csak remények és feladatok fogalmazhatók meg, melyek nagymértékben az építőipari ágazattal összekapcsolódva jelenhetnek eredményt. Az épületgépészet talán annyiban van relatíve kedvezőbb helyzetben más területkehez, pl. az építőiparhoz képest, hogy tevékenysége nemcsak a beruházásokhoz, a fejlesztésekhez kapcsolódik, hanem a szolgáltató területhez is. Így, ha az építőipari ágazat minden saját és kormányzati erőfeszítések ellenére is csak hosszú idő elteltével tud talpra állni, **a meglévő rendszerek működtetése, felújítása, korszerűsítése a szakterület egy részének biztosan tud munkát biztosítani.**

7. Az új-koronavírus járvány **az épületgépészet számára rávilágított arra is, hogy a szakterület felkészültségét az utóbbi időben egysíkúan az energiára összpontosító ismeretanyagon túl célszerű, szükségszerű lényegesen tágabbra nyitni**, de ehhez a szakterület tartalmát újra kell értelmezni és a kutatás ill. az oktatás területén a szükséges lépéseket meg kell tenni. **Ki kell építeni ill. szorosabbra kell fűzni más tudományterületekkel való együttműködést.** Ez a követelmény kézenfekvőnek látszik egy olyan szak- és tudományterületem, mely az ember közvetlen kényelmét, higiéniás igényeit hivatott biztosítani, de mindezideig az ember és a technika kapcsolatában az **épületgépészet** nem tekintette fontos céljának az **élettudományokhoz való kapcsolódást.**
8. A koronavírussal kapcsolatban az előzőekben felsorolt észrevételek csak aláhúzzák annak szükségességét, hogy **az épületgépészet ismertségét, elismertségét a társadalmi beágyazottságát és elfogadottságát növelni kell, de ennek a szakterület akkor tud csak eleget tenni, ha az ezzel kapcsolatos jövőbeli feladatait saját maga számára is megfogalmazza, jövőképét kialakítja és szervezeten megjeleníti.**

Az új-koronavírus járvány jelenlegi helyzetében a fő feladat a járvány terjedésének megakadályozása. Ezt jelenleg még gyógymód hiányában csak izolációval, karanténnal tudjuk megoldani. Ez a helyzet mind az egyén, mind a gazdaság számára egy lenyugtató, elcsendesedést jelent, ami az eddigi rohanó életünkben nagyon szokatlan. Alkalmas lehet azonban arra, hogy **dolgainkat átgondoljuk**, és ne mindenáron a régi kerékvágásba való visszazökkenést keressük, várjuk, tervezzük, hanem egy jobb, az eddigi tapasztalatokat is figyelembevevő **új irányt határozzunk el és ezen az úton kezdjük újra tervezni újra megnyíló lehetőségeinket.**

Irodalom

- AERECO https://www.napi.hu/magyar_vallalatok/terjedhet-a-lakas-szellozo-in-at-a-koronavirus-a-szakerto-valaszol.703617.html,
- Allen J, Marr L, 2020. Re-thinking Potential for Airborne Transmission of SARS-CoV-2. The Journal of Infectious Diseases, Manuscript Draft.
- Chin A, Chu J, Perera M, Hui K, Yen H-L, Chan M, Peiris M, Poon L. 2020. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. medRxiv preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2020.03.15.20036673>
- Doremalen N, Bushmaker T, Morris D, Holbrook M, Gamble A, Williamson B, Tamin A, Harcourt J, Thornburg N, Gerber S, Lloyd-Smith J, de Wit E, Munster V, 2020. Aerosol and surface stability of HCoV-19 (SARS-CoV-2) compared to SARS-CoV-1. medRxiv preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2020.03.09.20033217>
- Daikin https://www.daikin.hu/hu_knowledge-center/building_management.html
- HuGBC <https://www.hugbc.hu/hirek/hogyan-uzemeltessuk-epuleteinket-a-koronavirus-jarvany-idejen/4037>,
- Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare, Q & A on novel coronavirus (for general public) (in Japanese), (Retrieved March 21, 2020) https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/dengue_fever_qa_00001.html
- Literature REHVA COVID-19 guidance document

https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_Literature_COVID-19_guidance_document_ver2_20200402.pdf,

- Jianyun Lu, Jieni Gu, Kuibiao Li, Conghui Xu, Wenzhe Su, Zhisheng Lai, Deqian Zhou, Chao Yu, Bin Xu, and Zhicong Yang COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020 https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/7/20-0764_article
- Lydia Bourouiba (2020, marc.) Potential Implications for Reducing Transmission of COVID-19 <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2763852?resultClick=1>,
- REHVA https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_covid_guidance_document_2020-03-17_final.pdf
- REHVA COVID-19 útmutatás, 2020. április 3. Hogyan lehet üzemeltetni és felhasználni az építési szolgáltatásokat a koronavírus-betegség (COVID-19) vírus (SARS-CoV-2) a munkahelyeken https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_guidance_document_ver2_20200403_1.pdf
- VGF <https://www.vgfszaklap.hu/hirek/5938-hutestechnika-es-a-koronavirus>
- WHO, Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). World Health Organization, Geneva.
- WHO, World Health Organization, Coronavirus disease (COVID-19) technical guidance: Guidance for schools, workplaces & institutions. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/guidance-for-schools-workplaces-institutions> (Retrieved March 21, 2020)
- WHO, World Health Organization, Coronavirus disease (COVID-19) technical guidance: Guidance for schools, workplaces & institutions. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/guidance-for-schools-workplaces-institutions> (Retrieved March 21, 2020)
- Yang Y, Weilong Shang W, Rao X, 2020. Facing the COVID-19 outbreak: What should we know and what could we do? Journal of Medical Virology