



NNGYK

NEMZETI NÉPEGÉSZSÉGÜGYI
ÉS GYÓGYSZERÉSZETI KÖZPONT

TISZTÁBB LEVEGŐVEL A JOBB ISKOLAI TELJESÍTMÉNYÉRT!



MÓDSZERTANI AJÁNLÁS

Az oktatási-nevelési intézmények beltéri levegőminőségének javítására

**az intézmények vezetői, dolgozói és fenntartói, valamint gyermek-
és ifjúsághigiénével foglalkozó népegészségügyi szakemberek
számára**

(3. módosított kiadás)

MÓDSZERTANI AJÁNLÁS

Az oktatási-nevelési intézmények beltéri levegőminőségének javítására

**Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ
2025**

Szerzők:

Dr. Kakucs Réka
Dr. Páldy Anna
Dr. Rudnai Péter
Dr. Magyar Donát
Dr. Szigeti Tamás
Dr. Pándics Tamás

(a 2020-as kiadvány frissített változata)

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is köszönetünket fejezzük ki a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ

Járványügyi és Infekciókontroll Főosztályának,

Kémiai Biztonsági és Kompetens Hatósági Főosztályának, valamint

Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztályának,

hogy szakmai észrevételeikkel támogatták jelen módszertani ajánlás elkészítését, hozzájárulva ezzel magas szakmai színvonalához.

Budapest

2025

NEMZETI NÉPEGÉSZSÉGÜGYI ÉS GYÓGYSZERÉSZETI KÖZPONT

LABORATÓRIUMI ÉS MÓDSZERTANI IGAZGATÓSÁG

KÖZEGÉSZSÉGÜGYI LABORATÓRIUMI ÉS MÓDSZERTANI FŐOSZTÁLY

Igazgató: Dr. Pándics Tamás PhD

1097 Budapest, Albert Flórián út 2-6.

Levelezési cím: 1437 Pf. 839.

Telefon: +36 /1/ 476-1283

kozeqlab@nngyk.gov.hu

TARTALOMJEGYZÉK

1. Miért fontos az oktatási-nevelési intézmények beltéri levegőminőségének ellenőrzése és javítása?	1
2. A beltéri levegőt befolyásoló tényezők.....	1
2.1. Az intézmények környezeti levegője	2
2.2. A külső szennyezők bejutását befolyásoló tényezők	3
2.3. Beltéri szennyezőforrások az osztálytermekben	4
2.3.1 Néhány fontosabb beltéri légszennyező és ezek gyakori forrásai	5
2.3.1.1 Formaldehid.....	5
2.3.1.2 Egyéb illékony szerves vegyületek.....	5
2.3.1.3 Félillékony szerves vegyületek.....	5
2.3.1.4 Azbeszt	6
2.3.1.5 Radon.....	7
2.3.1.6 Biológiai légszennyezők az osztálytermekben/foglalkoztatókban	8
2.4. A légcseré mértéke.....	8
2.4.1 A beltéri szén-dioxid (CO ₂) koncentráció	9
2.4.2 Ajánlások az oktatási intézmények beltérének légcseréjére vonatkozóan.....	9
2.5. Légtisztítás, szűrés	10
2.6. A légszennyezők egészségkockázata az oktatási-nevelési intézményekben	11
3. Az oktatási-nevelési intézmények beltéri levegőjének javítási lehetőségei.....	12
3.1. Javasolt megelőző intézkedések magas kültéri légszennyezettség esetén	14
3.2. A beltéri szennyezőforrások megfelelő szabályozása	15
3.2.1 Az aeroszol részecskék koncentrációjának csökkentése	15
3.2.2 Javasolt intézkedések a formaldehid koncentrációjának csökkentésére.....	16
3.2.3 Javasolt intézkedések az illékony szerves vegyületek koncentrációjának csökkentésére	16
3.2.4 Javasolt intézkedések a biológiai légszennyezők koncentrációjának csökkentésére.....	17
3.2.5 Járványveszély esetén figyelembe veendő szempontok	18
3.2.6 Javasolt intézkedések a hormonháztartást zavaró vegyületek beltéri koncentrációjának csökkentésére.....	21
3.2.7 Javasolt intézkedések az azbeszt-kitettség megelőzésére.....	22
3.2.8 Javasolt megelőző intézkedések a radon-kitettség csökkentésére	22
3.3. A légcseré javítása	23
3.3.1 A megfelelő természetes szellőztetés	23
3.3.2 Mesterséges szellőztetés	25
3.4. Javasolt intézkedések hőség idejére	28
3.4.1 Hűtés – ha a passzív módszer nem elég.....	30
4. A fenntarthatóság szempontjai.....	32
5. Összefoglalás.....	33

A. Ellenőrző táblázat az oktatási-nevelési intézmények beltéri levegőminőségét befolyásoló tényezőkről	34
B. Az értékelés tartalmi elemei.....	35
I. Környezeti tényezők	35
1. A település/településrész (500-1000 m-en belül) levegőminőségét meghatározó tényezők általános jellemzése	35
2. Az épület környezetének (200-300 m-en belül) leírása levegőminőség szempontjából.....	36
3. Az épület és a telek adottságai, melyek meghatározzák a légszennyezők bejutását és a hőmérsékletet.....	38
II. Beltéri légszennyező-források azonosítása	41
1. Burkolóanyagok, berendezések károsanyag-kibocsátása	41
2. Az oktatási-nevelési tevékenység során alkalmazott anyagok károsanyag kibocsátása.....	43
3. Penészesedés.....	44
4. Takarítás, portalanítás módszere	47
5. A takarítás-karbantartás során alkalmazott vegyszerek.....	49
6. Beépített azbeszt tartalmú építőanyagok és szigetelők állapotának felmérése.....	51
7. A radonkitettség mérlegelése.....	53
III. A természetes szellőztetés megfelelése	55
IV. Beépített szellőztetőrendszer	58
V. Összesítés	60
Források.....	61

1. Miért fontos az oktatási-nevelési intézmények beltéri levegőminőségének ellenőrzése és javítása?

A gyermekek a felnőttekhez hasonlóan idejük 80-90%-át beltérben töltik, ennek jelentős részét, hozzávetőlegesen 6-8 órát oktatási-nevelési intézményekben. Ugyanakkor fejlődő szervezetük a felnőttekénél sokkal érzékenyebb bizonyos légszennyezők hatásaira. A vizsgálatok adatai szerint a nem megfelelő beltéri levegő az oktatási-nevelési intézményekben jelentősen növeli a fejfájás, fáradtságérzet, asztmás roham és egyéb légúti tünetek kialakulásának valószínűségét, valamint ezzel együtt a hiányzások gyakoriságát is [1, 2, 3].



Egyes légszennyezők nemcsak a légzőrendszert károsítják [1, 2, 4], hanem az immunrendszert, a hormonháztartást, a szív- és érrendszert, illetve a központi idegrendszert is [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Továbbá a rossz beltéri levegő befolyásolja a gyermekek közérzetét, koncentrációképességét, kognitív teszteredményeit és ennek következtében tanulási teljesítményét, érdemjegyeit [3, 5, 7, 8].

Az együttes teljesítményt természetesen nemcsak a gyermekek, hanem a pedagógusok, nevelők közérzete és egészségi állapota is jelentősen befolyásolja. Az oktatási-nevelési intézmények beltéri környezete ily módon a lakosság közel 10%-ának (gyermekek, pedagógusok, iskolai dolgozók) az egészségére hatással van.

Mindemellett a kérdés különös jelentőségét az is adja, hogy a hazai környezeti eredetű betegségteher az összes betegségteher 16-20%-a, amelynek legjelentősebb (közel 90%-át adó) közvetítő közege a levegő. Fontos hangsúlyozni, az Egészségügyi Világszervezet (WHO) álláspontjával összhangban, hogy a fiatal korban elszenvedett vegyi anyagoknak, szennyezőknek való korai kitettség meghatározóbb a későbbi életszakaszok kapcsán kialakuló megbetegedések valószínűségében, így az oktatási-nevelési intézményeket látogatók jelentős része sérülékeny/érzékeny csoportba tartozik ebben a tekintetben.

2. A beltéri levegőt befolyásoló tényezők

A beltéri levegő minőségét meghatározza a kültéri levegő minősége, a beltéri szennyezőforrások jelenléte, illetve a beltéri környezetben végzett tevékenységek. Az ezekből eredő beltéri levegő minőségét befolyásolja a légcseré (szellőztetés) mértéke, levegőkémiai folyamatok, illetve az esetlegesen alkalmazott légtisztítás módja [9].



Az osztálytermek levegőjében találhatóak gáz, szilárd és folyadék halmazállapotú kémiai és biológiai légszennyezők. Mindezek eredhetnek a kültéri levegőből vagy beltéri forrásokból, illetve néhány közülük mindkét forrásból származhat.

2.1. Az intézmények környezeti levegője

Az iskolák, óvodák tekintetében a legfontosabb külső szennyezőforrások egyrészt télen a lakossági fűtés, másrészt a forgalmas utak, közlekedési csomópontok, garázsok, parkolók, buszpályaudvarok, benzinkutak közelsége, különösen, ha ezek közelebb helyezkednek el az épülethez, mint 200 méter. A hulladékégetés télen, illetve az avarégetés, kerti zöldhulladék égetése a szomszédságban nyáron szintén szennyezheti a levegőt.

Emellett bizonyos területeken jelentős szennyezők az ipari létesítmények, erőművek, hulladéklerakók és -égetők, egyes mezőgazdasági tevékenységek, építkezések, bontások, valamint az egyre gyakrabban jelentkező bozót-, illetve tüzegtüzek is.

Az ezekből eredő jelentősebb kültéri légszennyezők a kisméretű aeroszol részecskék (PM – *particulate matter*), a nitrogén-oxidok (NO_x), szén-monoxid (CO), kén-dioxid (SO₂), valamint számos illékony szerves vegyület (pl. benzol, toluol, etilbenzol, xilol, PAH-vegyületek). Ezen szennyezők hozzájárulnak számos betegség kialakulásához, emellett egyértelmű tüdőrákot okozó hatása miatt a szennyezett kültéri levegőt összességében a Nemzetközi Rákkutatási Ügynökség (IARC) 2016-ban bizonyítottan rákkeltőnek nyilvánította [10]. A kültéri légszennyezettség Magyarországon évente mintegy 8-14 000 ember idő előtti halálához vezet, a környezeti légszennyezés miatt százezer lakosra számított elvesztett egészséges életévek száma Magyarországon a magasabbak között van Európában [11].

Számos tanulmány bizonyította, hogy az iskolák közelsége forgalmas utakhoz, közlekedési csomópontokhoz, illetve egyes ipari létesítményekhez vagy akár a fűtés és egyéb okok miatt a kültéri forrásból eredő légszennyezők magasabb szintje összefüggésben áll a gyermekeknél észlelhető légúti tünetekkel és betegségekkel, gyakoribb fertőzésekkel, gyakori fejfájással, magasabb vérnyomással és stressz-szinttel, valamint csökkent kognitív funkciókkal, illetve az iskolai teljesítmény csökkenésével, csökkent teszteredményekkel [1, 3, 5, 7, 12].

A kültéri légszennyezők közül a közlekedésből származó egyik szennyező a **nitrogén-dioxid** (NO₂), mely a légutakat károsítja, a gyulladásos és allergiás folyamatokat erősíti a szervezetben.



Döntően közlekedési eredetű, kültérből beltérbe bekerülő légszennyező a **benzol** is, amely szintén erősítheti a légúti tüneteket, a hosszú távú kitettség növeli a daganatkockázatot (korábban egyes lakkok, festékek tartalmazták)[13].

A helytelen lakossági fűtési módok, a járművek kipufogógázai, az ipari- és erdőtüzek, valamint a dohányzás, illetve akár egy grillezés miatt is számos **PAH-vegyület** jut a környezetbe, melyek közül néhány bizonyítottan rákkeltő (pl. benzo[a]pirén), illetve jórésük hormonháztartást zavaró hatású vegyület [14].

Kültéri és beltéri forrásból is eredő légszennyező a **toluol**, mely a kitettség mértékétől függően fejfájást, szédülést, fáradékonyságot, ingerlékenységet, alvászavart, koncentrációs nehézségeket és memóriaproblémákat válthat ki, számos termékben korlátozzák a használatát.

Szintén kül- és beltéri forrásból is származhat az úgynevezett „szálló por” (**kisméretű aeroszol részecskék, PM**), mely a levegőben szuszpendált szilárd és folyadék részecskék elegye. E részecskék aerodinamikai átmérője 100 mikronnál kisebb, méretüktől függően hosszabb-rövidebb ideig lebegnek a levegőben, mielőtt kiülednének. Egészség hatás szempontjából a PM₁₀, PM_{2,5} és az ultrafinom részecskék (UFP) méretfrakcióit szokták megkülönböztetni. Minél kisebb a részecskék átmérője,

annál mélyebbre jutnak le a tüdőben, kifejtve ott káros hatásukat. A 2,5 mikron átmérőnél kisebb részecskéknek való hosszútávú, számottevő kitettség növeli a szív- és érrendszeri, illetve a légúti betegségek kialakulásának kockázatát, emellett károsítja a kognitív funkciókat és az idegrendszer fejlődését gyermekkorban [6, 7]. Az osztálytermekben mért PM_{2,5} tömegkoncentráció jelentős részét kültéri eredetűnek tartják. A kültérből származó részecskék döntő többsége a lakossági tüzelésből, valamint az üzemanyagok égéséből származik. A beltéri aeroszol részecskék másik részét a kültérből beáramló részecskék beltéri aktivitás miatti levegőben való reszuszpenziója (felvert por) alkotja. Az osztályteremben/foglalkoztatóban végzett helyzetváltoztatás, lassú séta is akár 10-50-szeresére növelheti a levegőben lévő részecskék számát, egy tornaóra pedig több mint százszorosára emeli a termék levegőjének részecskeszennyezettségét.

A fizikai-kémiai szennyezőkön kívül kültéri szennyezőknek tekinthetők az időszakosan megjelenő virágporszemek (**pollen**), elsősorban a közeli allergén pollenadó növényekről, valamint a nedves őszi időben viszonylag magasabb koncentrációt elérő kültéri **penészgomba spórák** is.

Fontos kiemelni, hogy a jelen módszertani ajánlásban felsorolt vegyi anyagok szinte mindegyike már uniós szintű korlátozás alá esik, ezért a nem régen vásárolt termékekben ezen anyagok előfordulása nem valószínű, azonban régebbi készítésű termékekben, árucikkekben még előfordulhatnak.

2.2. A külső szennyezők bejutását befolyásoló tényezők

A külső forrásokból származó légszennyezők bejutását az osztálytermekbe, foglalkoztatókba az épület jellemzői nagyban befolyásolják. Az egyik legfontosabb ilyen tényező a szennyezőforrástól való távolság, tehát nem mindegy, hogy az állandó tartózkodásra szánt termék az emeleten vagy a földszinten helyezkednek el, valamint, hogy az ablakok forgalmas útra vagy parkra/belső udvarra nyílnak. A tanulmányokban kétszer akkora kültéri eredetű részecske-szennyezettséget találtak az utcai frontra néző osztálytermekben, mint az udvarra nyílóknak, emellett a különböző heveny tünetek (köhögés, nehézlégzés, fejfájás) is gyakrabban fordultak elő ezekben az osztálytermekben [1, 2, 3]. Ugyanígy fontos tényező az ablakok távolsága a szülői parkolóktól, dohányzóhelytől vagy akár a szomszédos épületek kéményétől, szellőztető rendszerek használtlevegő-kijuttatási pontjától. Az épület körüli zöld növényzet, védősövények csökkenthetik egyes légszennyezők bejutását.

2.3. Beltéri szennyezőforrások az osztálytermekben

A beltéri légszennyezők egy része csak időszakosan jelenik meg vagy koncentrációjuk csak bizonyos időszakokban emelkedik meg (pl. a bontási, felújítási munkák során), másik részük folyamatosan a beltéri levegőbe jut a beépített anyagokból, valamint a mindennapos használat és a különböző tevékenységek során.

Beltéri légszennyező források:

- építőanyagok (falburkolók, padló, nyílászárók, szigetelők),
- bútorzat, berendezési tárgyak,
- beltéri árnyékolók, függönyök, szőnyegek,
- fénymásolók, nyomtatók, multifunkciós berendezések,
- ragasztók, festékek, oldószerek használata az órák, foglalkozások alatt,
- tisztítószeres,
- takarítás hiánya miatt kiülepedett por,
- kozmetikumok (spray-dezodorok, illatosítók, hajlakkok, körömlakkok),
- penész (beázás, nedvesedés, páralecsapódás, hőhidak esetén),
- kisállatok

Ezek mellett a bent tartózkodó személyek is hozzájárulnak a levegő elhasználódásához az általuk a levegőbe juttatott CO₂, pára, hő, baktériumok és vírusok kibocsátása révén.

A fenti beltéri forrásokból származó fizikai-kémiai légszennyezők:

- formaldehid és egyéb aldehidek,
- egyéb illékony szerves vegyületek (VOCs: volatile organic compounds): toluol, etil-benzol, xilol, vinil-klorid, triklóretilén, tetraklóretilén, terpének (limonén, alfa-pinén), naftalén,
- félillékony vegyületek (SVOCs: semi-volatile organic compounds): ftalátok, biszfenolok, brómozott égésgátlók, fluorozott vízlepergető- és folttasztó anyagok, növényvédő szerek,
- aeroszol részecskék,
- azbeszt

Beltéri forrásokból eredő biológiai légszennyezők:

- penészgomba spórák és mikotoxinok,
- baktériumok, vírusok,
- állati hám, szőr, vizelet eredetű allergének,
- rovarok allergén részei (svábbogár, poratkák ürüléke)

2.3.1 Néhány fontosabb beltéri légszennyező és ezek gyakori forrásai

Számos tanulmány kimutatta a formaldehid és egyéb illékony szerves vegyületek jelenlétét az osztálytermek levegőjében [2, 15, 16].

2.3.1.1 Formaldehid

Az illékony szerves vegyületek (VOC-ok) közül a levegőben magasabb koncentrációban jelenlévő formaldehid vízszerű orrfolyást, az orr eldugulását okozhatja, valamint kiválthatja vagy felerősítheti az asztmás tüneteket. Hosszasabb kitettség esetén kisebb koncentrációban is okozhat fejfájást, fáradtságérzést, rossz közérzetet.

Az Európai Unióban kötelezően alkalmazandó, harmonizált osztályozás szerint a formaldehid rákkeltő, bőrérzékenyítő és feltételezett mutagén anyag. [17].

Formaldehid nagyobb mennyiségben az új bútorokból, padlóanyagokból, illetve új berendezési tárgyakkól szabadul fel. Faforgácslapok, farostlemezek, MDF- és OSB-lapok, rétegelt lemezek, laminált padlók formaldehid alapú műgyanta ragasztó anyagai tartalmazzak formaldehidet nagyobb mennyiségben, de magában a nyers faanyagban is jelen van kisebb mennyiségben.



Emellett festékek, lakkok, tapéták ragasztó anyagai, hang- és hőszigetelő habok, formaldehid alapú műgyantából készült műanyag termékek is tartalmazzák. Levegőkémiai reakciók során egyéb illékony szerves vegyületekből is képződik ózon jelenlétében.

2.3.1.2 Egyéb illékony szerves vegyületek

Az építőanyagok, bútorok, festékek, lakkok nemcsak formaldehidet, de más illékony szerves vegyületeket is tartalmazzak. Korábbi vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy az új berendezéssel rendelkező osztálytermekben sokkal magasabb koncentrációban mutathatóak ki az illékony szerves vegyületek [2]. Ugyancsak magasabb koncentrációt mértek azokban a termekben, amelyeket nem vízbázisú festékekkel festettek ki. [2]. Az illékony szerves vegyületek adott mértékű kitettség eredményeként szintén okozhatnak fejfájást, fáradtságot, koncentráció-csökkenést, légúti és érzékszervi irritációt, emellett némelyikük hosszú távú jelentős kitettség esetén szintén rákkeltő.

Mivel jó oldószerek, számos termékben előfordulnak: aeroszol spray-k (haj-spray, dezodor, légtisztító-spray, dekor-spray), tisztítószer, iskolai ragasztók, szövegkiemelők, filctollak, korrektorok tartalmazhatják.

A fénymásolók és nyomtatók működésekor is jelentős mennyiségű illékony szerves vegyület kerülhet a levegőbe.

2.3.1.3 Félillékony szerves vegyületek

A félillékony szerves vegyületek (sVOC-ok) szintén jelen lehetnek az osztálytermek/foglalkoztatók levegőjében és kiüledett porában [18]. Ezek között számos hormonháztartást zavaró vegyület létezik, mely a fejlődő gyermekek idegrendszeri-, immun- és nemi- fejlődésében zavart okozhat. Megzavarhatja az anyagcsere-folyamatokat, hozzájárulhatnak az elhízáshoz és a cukorbetegség kialakulásához. Számos vegyület közülük rákkeltő hatású.

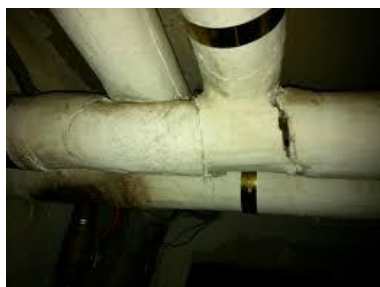
A **ftalátokat** puha, rugalmas gumi- és műanyagtárgyak gyártásánál használják lágyítószerként. A ftalátok megtalálhatóak egyes gyurmákban, ragasztókban, festékekben, légtisztító spray-kben, gyertyákban, kijelzővédő PET fóliákban is. A leggyakoribb ftalátok tiltottak az Európai Unióban, a korlátozás alapvetően az EU-ban forgalomba hozott árucikkekre is vonatkozik, így nagyrészt a szabályosan importált termékekben sem találhatók már meg, viszont ez csak a legális forrásból, illetve az ellenőrzöttén érkező termékekre igaz. A régi PVC és a laminált padlók többsége tartalmaz ftalátokat, amelyek még a beépítés után is sokáig kerülhetnek ki az osztálytermek/foglalkoztatók üledő porába és levegőjébe.

A **polibrómozott éésgátlók** (PBDE-vegyületek) kapcsán felmerült, hogy a pajzsmirigyhormon működését befolyásolva károsíthatják az idegrendszer fejlődését, hozzájárulhatnak a nemi működés zavarainak kialakulásához, emellett májkárosítók és lehetséges rákkeltők. E vegyületeket korábban kiterjedten alkalmazták elektromos és elektronikus berendezések műanyag borításaiban, gépi szőnyegekben, lakástextilekben, műanyag árnyékolókban, kárpitokban, matracokban, poliuretán habokban, szigetelőanyagokban, ezekből a tárgyakból bekerülnek a beltéri levegőbe és a porba. Műanyag borítású műszaki berendezések, például monitorok, nyomtatók, szkennerek, fénymásolók működése során megjelennek a zárt tér levegőjében.

A **fluorozott vízlepergető, folttasztó anyagok** (pl. (PFOA – perfluor-oktánsav, PFOS – perfluor-oktánszulfonsav) az Európai Unió harmonizált osztályozása szerint olyan vegyületek, amelyek negatív hatást gyakorolhatnak a termékenységre vagy a magzatra. Leginkább gépi szőnyegekben (játsszószőnyegek), kárpitozott bútorokban, illetve padlóápolókban, szőnyeg- és kárpittisztító folyadékokban, habokban fordulhatnak elő az oktatási-nevelési intézményekben. Ezek mellett akár elviteles ételek olajlepergető dobozai, papírai, popcorn-tasakok, valamint felsőruházati cikkek, impregnált kabátok és cipők is tartalmazhatják e vegyületeket.

2.3.1.4 Azbeszt

Az azbeszt szálak szerkezetű ásvány, melyet régebben hő- és hangszigetelésre, tűzálló anyagként használtak. Tartalmazhat azbeszttartalmú építő- és szigetelőanyagot az olyan épület, amelyet 1960 és 2005 között építettek vagy abban az időben nagyobb felújításon esett át. Az azbesztet legtöbbször kazánok, kályhák hőszigetelésénél, víz-, szennyvíz-, gázcsövek szigetelésénél, fűtő- és szellőzőrendszerek csöveinek, járatainak bélelésénél alkalmazták. Azbesztet tartalmazhatnak ezen kívül egyes fali és mennyezeti szigetelő panelek. Az alagsorokban gyakran előforduló, szórt azbesztet tartalmazó termékek 90%-ban azbesztet tartalmaznak, kevés cementtel gyengén összeragasztva, melyek hamar előregszeknek és a lemálló azbesztszálak a légmozgással a levegőbe kerülhetnek. Ezek mellett melléképületek régi palatetői lehetnek azbeszttartalmúak, melyekből megbontásuk, fűrésük alkalmával, illetve nagyobb szélben kerülhetnek az azbesztszálak a kültéri levegőbe.



Magyarországon 2005-ben tiltották be az azbeszttartalmú építőanyagok gyártását és forgalmazását. Amíg ezek az építőanyagok fedettek, épek nincs jelentős egészségkockázatuk. Felújítási munkák,

illetve az idő során történő állagromlás következtében azonban az azbesztrostok a belélegzett levegőbe kerülhetnek.

Közvetlen összefüggés van az azbeszt-kitettség és a kitettség után 15-20 évvel kialakuló tüdőrák, illetve a mesothelioma (a tüdőt körülvevő mellhártya rosszindulatú daganata) között [19].

2.3.1.5 Radon

Azokban az épületekben, amelyek nagyobb radonpotenciálú talajon épültek, jobban felhalmozódhat a természetes eredetű, földkéreg felől feláramló radioaktív nemesgáz, a radon. Ilyen talajjal találkozhatunk az andezit vagy gránit alapú hegységeinkben (például az Északi-középhegység vulkanikus öve, a Mórággyi-rög környékén), a töredezett mészkő hegységeinkben (Mecsek, illetve a Velencei-hegység), valamint folyami üledékes területeken. Magasabb beltéri radonszintek különösen az alagsori, földszinti és legfeljebb az I. emeleti helyiségekben alakulhatnak ki. Nagyobb a radon felhalmozódásának valószínűsége, ha az épület nincs alapincézve.

A zárt terekben felhalmozódó radon hozzájárulhat a tüdőrák kialakulásához. Még nagyobb a kockázat dohányosoknál, illetve, ha tartósan magas az aeroszol részecskék (PM) koncentrációja a levegőben, mert ilyenkor a radon bomlástermékei megtapadhatnak a levegőben található részecskéken, majd a tüdő falán.

A földrajzi adottságon túlmenően máshol is előfordulhat magasabb beltéri radonkoncentráció, egyes 1800-as évek vége és 1980 között épült épületekben a salakkal feltöltött aljzatokból és födémekből, illetve a salakbeton falazóelemekből is jelentős mennyiségben távozik radon. Radonkibocsátása más építőanyagoknak is van (pl. téglá, vályog, gázszilikát), de általában a hozzájárulásuk a beltéri radonszinthez kevésbé meghatározó.

A beltéri radon-koncentráció detektorok kihelyezésével mérhető, a mérés kérhető erre akkreditált laboratóriumoktól.

Ha a radon koncentrációja a levegőben éves átlagban nem haladja meg a 100 Bq/m³-t (Bq=Becquerel, az aktivitás mértékegysége), akkor nem jelent az egészségre többletkockázatot. E szint felett azonban már kimutathatóan nő a kockázat: nemdohányzók esetében minden további 100 Bq/m³ emelkedés 16%-kal növeli a tüdőrák kockázatát. Ezért a WHO azt javasolja, hogy a 100 Bq/m³ éves értéket tekintsük irányadó (referencia) értéknek [20]. A magyar jogszabály szerint (2/2022. (IV. 29.) OAH rendelet)¹ ennél magasabb, 300 Bq/m³ koncentrációt határoz meg hivatalos vonatkoztatási szintként a radon és bomlástermékeinek koncentrációjára vonatkozóan.

A rendelet alapján a magasabb radonkockázatúként beazonosított területeken lévő középületekben és a radonveszélyes típusúnak beazonosított munkahelyeken, ahol valószínűsíthető, hogy a radon- és radon leányelem-koncentráció levegőben mért éves átlagos aktivitás-koncentráció értéke meghaladja a munkahelyekre meghatározott vonatkoztatási szintet, **el kell végeztetni a radon- és radon leányelem-koncentrációk felmérését.**

A magasabb radonkockázatú területek és munkahelyek listája a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ honlapján érhető el: <https://www.nnk.gov.hu/index.php/orszagos-radon-program/magasabb-radonkockazatu-helyek.html>.

¹ 2/2022. (IV.29.) OAH rendelet az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a2200002.oah>

Olyan épületekben, ahol a radon- és radon bomlástermék koncentrációk levegőben mért éves átlagos értéke a megadott vonatkoztatási szintet meghaladja, a sugárterhelés és az egészségkockázatok csökkentése szükséges a Nemzeti Radon Cselekvési Terv alapján.

2.3.1.6 Biológiai légszennyezők az osztálytermekben/foglalkoztatókban

Az osztálytermekre és foglalkoztatókra jellemző, hogy viszonylag kis területen sok gyermek tartózkodik hosszabb időn keresztül. Az általuk kilélegzett szén-dioxid és pára, valamint a levegőbe juttatott baktériumok és vírusok miatt a levegő hamar elhasználódik. A megfelelő szellőztetés hiánya egyrészt megbetegedésekhez, másrészt az iskolai teljesítmény csökkenéséhez vezetnek.

A beázások, valamint a hőhidak, a nem megfelelő szellőztetés és az elégtelen fűtés miatti páralecsapódás következtében megtelepedett penészgombák spórái légúti tüneteket, allergia és asztma kialakulását vagy súlyosbodását okozhatják [21]. Másrészt a penészgombák emberi egészségre káros illékony szerves vegyületeket és mikotoxinokat termelnek. E mikotoxinok kisebb-nagyobb mértékben a levegőbe kerülhetnek, de heveny megbetegedést ritkán okoznak. Vesét, májat, immun- és idegrendszert hosszútávon károsító hatásai a szervezetben összeadódhatnak a más forrásból eredő mikotoxinok hatásaival (élelmiszer eredetű mikotoxinok viszonylag magasabb koncentrációban fordulnak elő sok, fiatalok által gyakran fogyasztott élelmiszerben: teljes kiőrlésű gabonákból készült müzlikben és péksüteményekben, aszalt gyümölcsökben, gyümölcslevekben, nem friss, olajos magvakban).

A beázott, nedves falak mellett a nem megfelelően karbantartott légnedvesítőkön és a cserepes növények virágföldjén is megtelepedhetnek penészgombák.

Kialakulhat penészesedés a beltéri szigetelők, tapéta és álmennyezet alatt is. Ezenkívül a hulladék és komposzt a penészgombák tipikus megtelepedési helye, ezért nem helyes, ha túl közel alakítjuk ki a komposztgödört az épületek ablakához. Biológiai légszennyezők a különböző virágporok (pollen), a latex (pl. fikusok, mikulásvirág, kutyatejfélék kiszáradt tejnedve), kisállatokból (elsősorban macska, kutya, hörcsög, papagáj) származó hám, szőr, vizelet eredetű allergének, valamint háziporatkáktól és a csótányoktól származó szennyeződés is.

2.4. A légcseré mértéke

Ha egy osztályteremben/foglalkoztatóban nem elégséges a légcseré:

- feldúsul a szén-dioxid a levegőben,
- megnő az előző fejezetekben említett beltéri forrásból származó légszennyezők koncentrációja,
- megnő a baktériumok és vírusok koncentrációja,
- nő a levegő relatív páratartalma, hőmérséklete,
- az állott levegő kellemetlen szaghatással jár

Mindezek következtében a gyermekek koncentrálóképesége, teljesítménye csökken, álmosak lesznek, de emellett megnő a fertőző betegségek terjedésének kockázata, ezáltal a hiányzások száma is. A légszennyezők magasabb szintje pedig hosszútávon károsítja a gyermekek és a pedagógusok egészségét. Vizsgálatok alapján azokban az osztályokban, ahol növelték a légcserét, egyértelműen bizonyítható volt a tesztmegoldási sebesség növekedése, a kognitív teszteken elért jobb eredmények, emellett csökkent a hiányzások száma és javult a diákok és a tanárok közérzete [9, 22, 23, 24, 24, 24].

2.4.1 A beltéri szén-dioxid (CO₂) koncentráció

A beltéri szén-dioxid koncentráció a légcseré mértékének indikátora, jelzi a szellőztetés megfelelőségét vagy elégtelenségét.

Külrőben a levegő szén-dioxid tartalma 415 ppm körüli jelenleg. Belterekben a levegő minősége jónak mondható 1000 ppm szén-dioxid koncentrációig, azaz 0,1 tf %-ig, így a javasolt beltéri irányértékek **900-1200 ppm** [26, 27], a beltéri tevékenység és a légúton terjedő betegségek kockázata szerint. **1500 ppm** felett már kimutatható kognitív működésbeli csökkenés, koncentrálóképesség-csökkenés, 2000 ppm értéket elérve pedig álmoság és különböző fizikai tünetek észlelhetők. Ilyen értékeknél már nemcsak csökken a gyermekek és pedagógusok teljesítménye, hanem a figyelmetlenségből adódó balesetek kockázata is nő (I. táblázat).

I. táblázat A beltérben mért CO₂ koncentráció és az ahhoz társuló tünetek

Külrő CO ₂ koncentráció	Ideális beltéri CO ₂ konc.	Mérsékelt alulszellőztetett helyiség	Jelentősen alulszellőztetett helyiség	Szellemi munkát akadályozó CO ₂ konc.	Elfogadhatatlan, fűledt levegő
400 ppm	800-1 000 ppm	1 100-1 500 ppm	1 600-1 800 ppm	1 900-2 200 ppm	> 2 200 ppm
-	-	-	fáradtság, koncentráció-csökkenés, figyelmetlenség	álmoság, fejfájás	álmoság, fejfájás, szédülés, kábultság, hányinger

Egy ember szén-dioxid kibocsátása kb. 20 dm³ CO₂/óra, ami egy 60 négyzetméteres terem levegőjét mintegy 110 ppm szén-dioxiddal növeli óránként. Ez 30 diák esetén zárt ablakok mellett már kevesebb, mint fél óra alatt annyi szén-dioxid termeléssel jár, hogy a koncentráció elérje az 1500 ppm szintet, egy teljes óra elmúltával pedig 3000 ppm fölé emeli a szén-dioxid koncentrációt. Minél kisebb egy helyiség, illetve minél több a bentartózkodó, továbbá minél jobban szigeteltek a nyílászárók, annál hamarabb elhasználódik a levegő. A szén-dioxid koncentráció megfelelő szinten tartása szén-dioxid monitorok/riasztók felszerelésével [29], illetve a szellőztetési rend betartásával lehetséges [31].

2.4.2 Ajánlások az oktatási intézmények beltéréinek légcseréjére vonatkozóan

A nemzetközi szabványok (ASHRAE 62.1-2019; EN 16798-1:2019) próbálnak egyensúlyt találni az egészséget és teljesítményt nem károsító levegőminőség és a minél kisebb energiafelhasználás között. Meghatározzák a személyenkénti szellőző igényt, azaz az alap légcserét a nyugalomban lévő, fizikai aktivitást nem végző bentartózkodók szén-dioxid és pára kibocsátása alapján, ezen felül további légcsereszükségletet az adott helyiségben az építőanyagok, berendezési tárgyak, illetve a különböző tevékenységek során használt termékek károsanyag-kibocsátásának megfelelően, továbbá a bentartózkodók fizikai vagy szellemi (pl. tanteremben tanulás, dolgozat, vizsga) aktivitása szerint [24, 27, 32].

Osztálytermekre és óvodai foglalkoztatókra vonatkozóan közegészségügyi ajánlás a **személyenkénti szellőző levegő igényre: minimum 25,2 m³/óra/fő** (azaz 7 l/s/fő). Ezen felül biztosítani szükséges

az **épületemisszió miatt szükséges szellőzést is**: alacsony emissziójú épületek esetén **2,5 m³/óra/m²**, egyéb esetben **5 m³/óra/m²** (alacsony emissziójú épület: a belterekben TVOC emisszió < 0,2 mg/m² óránként; formaldehid emisszió < 0,05 mg/m² óránként; IARC emisszió < 0,005 mg/m² óránként, a burkolatok és a bútorzat szagtalan). Az előzőeket összeadva, a teljes szellőző mennyiség emissziótól függően 27-34 m³/óra/fő, mivel azonban a nyílászárók nem légmentesen zárnak, elmondható, hogy átlagos termekben **25-29 m³/óra/fő (7-8 l/s/fő) minimális szellőzés biztosításával általában elérhető az elfogadható levegőminőség** [24]. Ezt szükséges alapul venni mesterséges szellőztető rendszerek működtetésekor [lásd még 3.3.2], illetve a természetes szellőztetés intenzitásának és gyakoriságának becslésekor [lásd még 3.3.1]. Nagy szellemi terhelés, illetve légúti betegségek halmozódása esetén a szellőző mennyiséget az osztályterekben 25-50%-kal növelni szükséges [29, 29].

2.5. Légtisztítás, szűrés

A megfelelő mértékű légcserén túl, ha szükséges, szűrni is kell a levegőt (magas kültéri légszennyezettség, pollenterhelés, illetve beltéri forrásokból származó túl magas szennyezettség esetén, például a beépített anyagok magas kibocsátása vagy gyakori órai ragasztó-, oldószer-, festék- illetve egyéb vegyszerhasználat esetén, ha nem megoldható a kielégítő szellőztetés). A légtisztító - légfrissítő spray-k elfedik a szagokat, de nem távolítják el a szennyezőket és további káros légszennyezőket bocsátanak ki.

A mobil légtisztító berendezések ugyan szűrik a levegőt, de friss levegőt nem szolgáltatnak, ezért annak pótlására figyelni kell e készülékek használatakor.

A HEPA szűrővel vagy elektrosztatikus szűrővel ellátott mobil légtisztító berendezések a kisebb részecskéket (PM₁₀, PM_{2,5}), pollenszemeket, baktériumokat és gombaspórákat szűrik. A legtöbb berendezésben található szénszűrő is, melynek feladata az illékony szerves vegyületek eltávolítása - valós környezetekben történt mérések tapasztalata alapján azonban a legtöbb légtisztító berendezés nem csökkenti jelentősen az illékony szerves vegyületek koncentrációját. Azok az UV-C fényvel működő légtisztítók, amelyek nem termelnek ózont, alkalmasak lehetnek a levegőben lévő kórokozók ártalmatlanítására. A kereskedelemben kapható mobil légtisztító készülékek hatékonysága és biztonságossága igen változó. Megfelelő az a készülék, amely rendelkezik független laboratórium által kiállított szabvány szerinti hatásossági és biztonságossági vizsgálattal (pl. AHAM AC-1 (CADR), EN 1822:2009, és EN ISO 29463-2018 szabványok szűrők esetén; ANSI/ASHRAE Standard 185.1, ISO 15714:2019 és ISO 15858:2016 szabványok UV-légtisztítók esetén; illetve ANSI/UL Standard 867 elektrosztatikus szűrők esetén). Az ózon oxidáló hatását alkalmazó légtisztítók/légfertőtlenítők használata során olyan vegyületek keletkezhetnek, melyek a kiszűrendő légszennyezőnél is károsabb hatással rendelkeznek, ezért az **ózontermelő légtisztítók használata ellenjavallt**.

Általánosságban elmondható, hogy mivel a mobil légtisztító készülékeken átáramló levegőmennyiség viszonylag alacsony, az általuk hatékonyan kiszolgálható alapterület korlátozott, általában nem elegendő a teljesítményük egy osztályterem/foglalkoztató hatékony légtisztításához (egy-egy készülék jellemzően 10-15 négyzetméter kellő mértékű légtisztítását 1,5-2 óra alatt végzi el; egy átlagos osztályterem légtisztításához egy legalább 600 m³/óra légszállító teljesítményű készülék lehet megfelelő) [lásd még 3.2.5].

Hatékony légtisztítás és egyben friss levegő utánpótlás csak jól tervezett és rendszeresen karbantartott mechanikus szellőztető rendszer (HVAC: Heating, Ventilation, Air Conditioning systems) beépítésével érhető el, mely biztosítja a megfelelő mennyiségű friss levegőt és egyben szűri, szükség szerint pedig hűti/fűti azt.

2.6. A légszennyezők egészségkockázata az oktatási-nevelési intézményekben

A gyermekintézményekben mért, előzőekben felsorolt kültéri és/vagy beltéri forrásból származó légszennyezők koncentrációi természetesen eltérnek a különböző adottságú intézményekben. Az iskolák zömében a legtöbb légszennyező koncentrációja nem éri el az egyértelműen egészségkockázatot jelentő szintet. Leggyakrabban a benzol, az aeroszol részecskék (PM₁₀, PM_{2,5}), valamint a formaldehid, illetve egyes egyéb illékony és félillékony szerves vegyületek koncentrációját találták irányérték [45] felettinek a vizsgált európai gyermekintézményekben [2, 16, 15]. Ugyanakkor a különböző légszennyezők egyszerre érik a gyermekek szervezetének egyes szöveteit, tehát hatásuk összeadódhat. Így, míg például az egyes légszennyezők aktuális koncentrációi alapján becsült kockázat elenyészőnek tűnhet a különböző betegségekmenetekre (légzőszervi betegség, immun- és idegrendszeri eltérések, rák), az egyszerre mért összes összetevőre számított halmozott (kumulatív) kockázat már jelentősebb [15, 33].

3. Az oktatási-nevelési intézmények beltéri levegőjének javítási lehetőségei

A fentiekben ismertetett láthatatlan szennyezőket sokszor észre sem vesszük, illetve mivel károsító hatásuk nem azonnali és közvetlen, nem tulajdonítunk nagy jelentőséget nekik. Már csak azért sem, mert az emberben van ezzel kapcsolatban egy tehetetlenség-érzés, hogy ő egymaga úgysem változtathat mindezenen.

Ugyanakkor több tanulmány is kimutatta, hogy ott, ahol tudatosítják ezeket az ártalmakat és minden résztvevő motivált abban, hogy javítsa a saját egészségét befolyásoló környezeti levegőt, igen jelentős, mérhető javulást lehetett elérni mind a légszennyezők szintjében, mind az egészséghatások, tünetek előfordulásában [9, 22, 24], mind pedig a tanulók és pedagógusok teljesítményében és közérzetében [24].



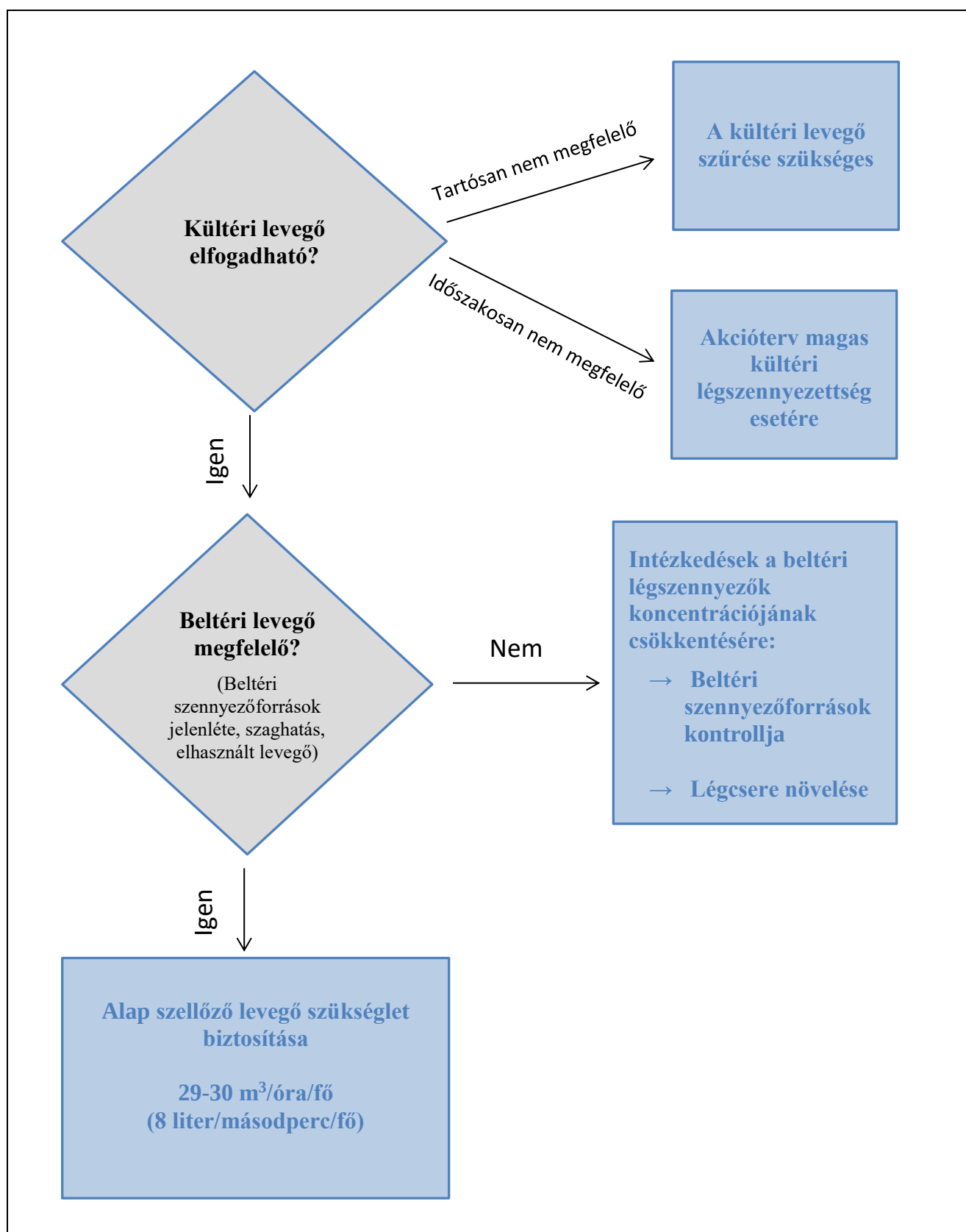
A kültéri és beltéri levegőszennyezők, illetve az ezeknek tulajdonítható egészséghatások vizsgálatának tapasztalatait összegezve a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ Közegészségügyi Laboratóriumi és Módszertani Főosztálya (régebben Országos Környezetegészségügyi Intézet) kidolgozott egy módszertani ajánlást a gyermekintézményi beltéri levegőminőség javításának módjairól, amely számos hazai és nemzetközi kutatás eredményein alapszik. Jelen útmutató olyan megelőző intézkedési javaslatokat is tartalmaz, melyek magas kültéri vagy beltéri szennyezettség esetén a költségesebb, hosszútávú megoldások mellett megfelelő odafigyeléssel megvalósíthatók, egyszerűbben kivitelezhetők.

Az útmutató célja, hogy iskolák esetében megvalósítható legyen:

- a kültéri légszennyezők bejutásának csökkentése,
- a beltéri szennyezőforrásokból eredő kitettség csökkentése,
- a légcsere mértékének javítása,
- mindezeket természetesen a fenntarthatóság szempontjainak figyelembevételével.

A következő bekezdésekben az egyes kockázati tényezők csökkentésének lehetőségeit részletezzük.

1. ábra A beltéri levegő minőségének megítélése és az egészségkockázat csökkentése céljából tervezhető beavatkozások közhasználatú épületek beltéreiben a levegő minősége alapján



3.1. Javasolt megelőző intézkedések magas kültéri légszennyezettség esetén

- Állandóan magas kültéri légszennyezettség esetén a **levegő szűrése, mechanikus szellőztetés** bevezetése szükséges [lásd 3.3.2].
- Ahol lehetséges, **forgalomeltereléssel** érvényesíthető a gyermekek egészséges levegőhöz való joga. Amennyiben erre egyelőre nincs lehetőség, az is csökkenti a légszennyezettségnek való kitettség mértékét, ha csak az emeleten lévő vagy az udvarra, esetleg kevésbé forgalmas útra néző osztálytermeket/foglalkoztatókat használják állandó tartózkodásra.
- Fontos, hogy a szülőknek kijelölt **parkolóhelyeket** az állandó **osztálytermek ablakaitól** minél **távolabb** helyezzék.
- Ne használják az oktatási intézmény udvarát parkolásra!
- **Zöld növények, védősövények** kiszűrlik a légszennyezők egy részét [24], így érdemes széles tűrőképességű, **nem pollenadó fajokból** inkább kevesebb, de idősebb, nagyobb példányt beszerezni. Célszerű örökzöldeket is telepíteni, hogy télen is legyen zöld szűrőfelület. A többféle fajból kialakított, komplexebb, nem túl gyakran nyírt zöldszűrők hatékonyabbak a légszennyezők és a hőség elleni védekezésben [24, 24]. Az udvart határoló zöldszűrők mellett, ahol csak lehet, az osztálytermek ablakait tartalmazó homlokzatok elé is javasolt zöldszűrőket telepíteni. Széles, forgalmas út mellett akkor a leghatékonyabb a szűrőfunkció, ha a forgalom felé zárt a zöldfelület (földfelszíntől kezdődő zöldsövény 2 m magasságig, efölött kb. 7 méterenként ültetett fák lombja). Keskenyebb, és magas épületek által szegélyezett, kanyonszerű utcákban azonban a dús lombú fák akár akadályozhatják is a légszennyezők szél általi kiszellőztetését. Ha a homlokzat ilyen kanyonszerű utcában van, csak sövény javasolt, esetleg néhány, kisebb fa [24]. Amennyiben az előzőek nem kivitelezhetők, nagy dézsákba ültetett környezettűrő fák (pl. ginko), illetve falra vagy támrendszerre futtatható növények [zöldfalak, lásd 3.4] telepítése megfontolandó.
- Zsúfoltabb városrészekben javíthatunk a beltéri levegő minőségén, ha figyelünk arra, hogy **ne a reggeli és délutáni csúcsforgalom idején szellőztessünk**. Emellett egy tábla is kihelyezhető ezzel az üzenettel: „A gyermekek egészségének védelme érdekében kérjük, hogy a várakozó szülők ne járassák a gépjármű motorját!” Ugyanez vonatkozik az iskolabuszokra is. A parkolásban előnyt kell adni elektromos autóknak, igénytől függően néhány (a termek ablakaihoz legközelebb eső) parkolóhelyet kizárólag nem szennyező autóknak célszerű fenntartani.
- Amennyiben a forgalmas helyen álló oktatási intézménynek több bejárata létezik, tegyük lehetővé gyermekek számára a kevésbé forgalmas utcára nyíló kapun keresztüli közlekedést, ne zárjuk le azt!
- Lehet egy felelőst (pedagógus, intézményi titkár, idősebb gyermekekből álló felelős csapat) megbízni, hogy kísérelje figyelemmel a légszennyezettségi híradásokat (pl. a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ², az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat³ és a HungaroMet⁴ honlapján), és ha magas a kültéri légszennyezettség, figyelmeztesse a tanárokat, hogy aznap nem célszerű sem kültéri tevékenységet, sem mozgásos osztálytermi tevékenységet végeztetni a diákokkal.



² Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ – Levegőhigiénés Index

<https://nnk.gov.hu/index.php/levego.html>

³ Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat - <https://legszenyeztseg.met.hu/>

⁴ HungaroMet - <https://www.met.hu/>

- Semmiképpen nem szabad iskolakört futtatni téli, illetve **nyári szmog** idején! Forgalmas helyen épült városi iskolák esetén semmilyen időben nem ajánlható az iskolakör futtatása, célszerűbb egy közeli sportpályát, parkot használni, vagy más helyszínű alternatívákat (úszás, korcsolyázás, evezés, tánc, játszótéri sporteszközökön való aktív testmozgás) előnyben részesíteni. Ha forgalmas útra nyíló tornaterem van, annak mesterséges szellőztetését mihamarabb meg kell oldani, megfelelő frisslevegő-beszívási pont választásával és a levegő szűrésével.
- Az egyes intézmények körüli reggeli közlekedési káosz megelőzésére motiválni kell a szülőket és a gyermekeket a gyalogos (vagy tömegközlekedéssel történő) és kerékpáros (ahol ez biztonságos) közlekedésre [24], Szintén kisebb légszennyezéssel jár, ha a közös útvonalon járó gyermekeket a szülők felváltva szállítják az intézménybe [24], a rendszeres csoportos iskolába járást valamilyen módon jutalmazhatjuk is. A **gyalogos közlekedés elősegítésére** járható útnak tűnik az időkedvezmény, ha fél-egy órával később kezdődik a tanítás, jóval több diák választja a sétát. Emellett a tapasztalatok szerint a későbbi időpontú reggeli kezdést választó iskolákban jobbak lettek a levegőmérési eredmények is, mert csak a reggeli csúcsforgalom után szellőztettek [34]. A környezetbarát közlekedés elősegítésére az építési szabálynak és az igénynek is megfelelő számú kerékpár, roller biztonságos és balesetmentes tárolását mindenképpen meg kell oldani. Emellett az aktívan közlekedő szülők részére célszerű néhány kerékpár parkolására alkalmas állványt biztosítani a bejáratnál is.

3.2. A beltéri szennyezőforrások megfelelő szabályozása

3.2.1 Az aeroszol részecskék koncentrációjának csökkentése

- A **korareggeli, késődélutáni és esti órákat** válasszuk **hosszabb szellőztetésre**, ezzel szemben minimalizáljuk a szellőztetést közvetlenül a tanítási idő elején és végén, amikor a szülői gépkocsik miatt nagyobb a forgalom az iskola körül. Forgalmas utak mentén elhelyezkedő épületek környezetében a levegő minősége rosszabb, így a **csúcsforgalom idején nem javasolt a hosszas szellőztetés**.
- **Rendszeres nedves takarítással**, a felületek nedves portörlésével és váltócipő használatával csökkenthető a termék levegőjében a részecskék koncentrációja.
- Részesítsük előnyben a sima felületű, könnyen takarítható és portalanítható felületeket! Játszószőnyeget, textilbútorokat, textílfüggönyt és belső árnyékolókat csak abban az esetben használjunk, ha megoldható annak gyakori rendszeres portalanítása, mosása.
- Különös figyelmet igényel a **tornatermek takarítása**. A fizikai aktivitás fokozott légzéssel jár, így a felvert porból több juthat le a gyermekek tüdejébe, mint az osztályteremben.
- Az ideiglenesen zárttá, fedetté alakítható tornatermek (pl. tornasátor) esetén a padozatot (műfű, gumiörlemény) megfelelő alapzatra kell elhelyezni. Fontos a faltól falig történő borítás. Ellenkező esetben a gyermekek mozgásakor a talaj felporzása jelentősen növeli az aeroszol részecskék mennyiségét a levegőben, ami káros hatással lehet a gyermekek egészségére és teljesítményére, és akár asztmás rohamot is provokálhat.

3.2.2 Javasolt intézkedések a formaldehid koncentrációjának csökkentésére

- A 2.3.1 bekezdésben felsorolt termékek jelenthetnek jelentős kockázatot magas formaldehid-kibocsátásuk miatt. Beszerzéskor kérjük el a padlók, bútorok és egyéb berendezési tárgyak tanúsítványát, és csak olyan termékeket válasszunk, amelyek nem, vagy csak elhanyagolható mértékben tartalmaznak formaldehidet! Ezeket különböző címkékkel látják el.

Néhány, **alacsony emissziót jelző címke** példaként:



- **Bútorcserét, padlócsereét** csak a **nyári szünetben végezzünk**, minimum 4-6 héttel az őszi kezdés előtt! Mindenképpen biztosítsunk **legalább 4-6 hét teljes, folyamatos szellőztetést**! Addig ne engedjük a gyermekeket a felújított osztályterembe/foglalkoztatóba, amíg a felújítás utáni esetleges szaghatás nem múlik el! Ezután is a megszokottnál intenzívebben szellőztessünk legalább egy fél évig.
- **Szellőztessünk** vegyszerek használatakor!
- **Ne használjunk** légtisztító spray-t a termekben, iskolai öltözőkben!
- A függönyöket, szőnyegeket ne vegyileg tisztítsassuk! Használjunk inkább mosógépben mosható textíliákat!
- Vannak olyan növények, melyek megkötnék valamennyi formaldehidet, illetve egyéb illékony szerves vegyületet. Természetesen ezek nem helyettesíthetik a megfelelő szellőztetést, egyes tanulmányok szerint hatékonyságuk igen korlátozott [35]. Az osztálytermek díszítésénél viszonylag kis hatékonyságuk ellenére is érdemes esetleg előnyben részesíteni ezeket a növényeket:



Scindapsus/Golden Lotus, Sansevieria, Dracena marginata, Filodendron, Spathiphyllum/Peace lily, Chlorophytum, stb.

3.2.3 Javasolt intézkedések az illékony szerves vegyületek koncentrációjának csökkentésére

- Az aeroszolok és vegyszerek alkalmazása során számos illékony és félillékony szerves vegyület koncentrációja nőhet jelentősen a beltéri levegőben. Az órai munkák/foglalkozások alatt használt festékek, ragasztók esetén válasszunk **a legkisebb károsanyag-kibocsátással járó**t (pl. használjunk inkább stiftes ragasztót folyékony helyett)! Használatuk idejére mindenképpen intenzívebb szellőztetés szükséges.

- Takarítószereket a használati útmutató szerint, megfelelő mennyiségben, hígításban és gyakorisággal kell használni. Hívjuk fel a takarítást végzők figyelmét arra, hogy a takarítás alatt folyamatosan intenzíven szellőztessenek. Nyáron, nem viharos időben célszerű egy-két buktatható ablakot éjszakára is bukóra nyitva hagyni. Egyszerűen beszerelhető és alacsony költségű ablak-kitámasztóval az is elérhető, hogy vihar esetén se csapkodja a szél a buktatott ablakot.



- A falak festésére **egészség- és környezetbarát falfestéket** használjunk! Felújítás előtt érdemes erről külön egyeztetni a kivitelezővel.
- A felújítási munkákat időzítsük a nyári szünetre, amikor a munkákat követően lehetőség van hosszabb, legalább **4-6 hetes kereszthuzatos szellőztetésre**, hogy az egészségre káros anyagok nagy része kiszellőzhessen a gyerekek érkezése előtt! Festést, lakkozást nem szabad őszi-tavaszi szünetben kivitelezni! A legszükségesebb kártalanítási munkákat (pl. penészes falak kezelése) természetesen minél hamarabb el kell végezni.
- A fénymásolókat, multifunkciós berendezéseket és a nyomtatókat **önálló szellőzéssel rendelkező külön termekben** kell működtetni, nem javasolt az osztálytermi elhelyezés. Ha mégis a gyermekek által használt termekben történik a nyomtatás, fénymásolás, akkor azt a gyermekek távollétében, szellőztetés mellett végezzük!
- **Kerüljük a légfrissítők használatát** az oktatási-nevelési intézményekben!
- Hívjuk fel a szülőket, gyermekek figyelmét, hogy csak a legszükségesebb kozmetikumok használata javasolt! Az öltözők szellőztetésére a kozmetikumok használata miatt is különös figyelmet kell fordítani.
- **Szaklaborban** használt vegyszerekhez **elszívó szükséges**. Ennél fontos, hogy az elszívott levegő közvetlenül az épületen kívülre távozzon, osztálytermek ablakaitól távolabb, és ne kerüljön vissza az iskola szellőzőrendszerébe.

3.2.4 Javasolt intézkedések a biológiai légszennyezők koncentrációjának csökkentésére

- Az oktatási intézmények termeiben a viszonylagos zsúfoltság következtében már rövid idő alatt is jelentős mértékben megemelkedik nemcsak a szén-dioxid koncentrációja és a relatív páratartalom, hanem a baktériumok és vírusok koncentrációja is, így fontos betartani a szellőztetésre vonatkozó ajánlásokat [lásd 3.3].
- Megfelelő **nedves takarítással, portalanítással** nemcsak a por mennyiségét, hanem a porban lévő poratkák és a bejutott pollenszemek mennyiségét is csökkenthetjük.
- A penész forrását okozó **beázások, nedvesedések, hőhidak okát mihamarabb meg kell szüntetni!** Ehhez kérjük szakember segítségét!
- Felújításkor vegyük figyelembe, hogy tapéta, álmennyezet, belső szigetelők alatt könnyen kialakulhat penészesedés.
- Új épület, nagyobb felújítások esetén kérjünk lélegző festéket, mészfestéket.
- Meg lehet előzni, illetve csökkenteni lehet a penész szaporodását **megfelelő szellőztetéssel** (térben egyenletes szellőztetéssel, légmozgás nélküli zónák megszüntetésével) és fűtéssel (ne legyenek hideg felületek, ahol lecsapódik a pára).

- Beázásoknál még a **penész megjelenése előtt** (az első 48 órában) **ventilátort** lehet beállítani a megfelelő rész szárítására. A későbbiekben már lehet a vizes falon penész, mely még nem látható, és aminek a spóráit a ventilátor szétfújná a helyiségben. Ha már megjelent a penész, a gyermekek távollétében, szellőztetés és védőmaszk használata mellett oly módon kell a felületet kezelni, illetve a penészt eltávolítani, hogy **a spórák ne szóródjanak a levegőbe**. A továbbiakban gondoskodjunk a nedves felületek szárításáról megfelelő szellőztetéssel, légmozgatással, fűtéssel.



- Mivel a magas páratartalmú levegő a penész kialakulásának és terjedésének kedvez, és a nem megfelelően karbantartott légnedvesítők gyakori forrásai a penésznek, ezért párasító készüléket csak indokolt esetben, megfelelő odafigyeléssel, a használati utasításban leírtak betartásával használjunk, gyakran kitakarítva azokat. Az osztálytermekben a sok ember által kilégzett pára miatt, különösen „korszerű”, jól szigetelt ablakok és falak esetén ritkán csökken olyan szintre a relatív páratartalom (35-40% alá), hogy az kellemetlen tüneteket okozna. Ha feltétlen szükség van rá, célszerű olyan berendezést elhelyezni, mellyel a páratartalom szabályozható. Az **ideális páratartalom** (40-50%) eléréséhez inkább szerezzünk be cserepes növényeket, melyekkel tisztább levegőt és színesebb környezetet is teremtünk.

- A penész megelőzése szempontjából fontos a **növények talajának rendben tartása**. Ültessük őket viszonylag laza, jó vízáteresztő-képességű földbe, tegyük a tetejére agyaggranulátumot, vagy jó vízfelszívó kavicsréteget, és ne locsoljuk túl, de ne is hagyjuk kiszáradni, mert a száraz virágföldből könnyebben szóródnak ki a penészgomba spórák. A virágföldre hullott leveleket távolítsuk el, mert ezeken allergén gombák fejlődnek ki. A növényeket kültérben ültessük át.

3.2.5 Járványveszély esetén figyelembe veendő szempontok

- Járványos időszakban (légúti járványok) is törekedni kell a fertőzés terjedésének minimalizálására, mivel a kórokozók nagy kockázatot jelenthetnek az érzékeny személyeknek (idősek, krónikus betegek, immunhiányos vagy immunszuppresszált személyek, várandósok).

- Ebben az időszakban fokozottan oda kell figyelni a **gyakoribb fertőtlenítőszeres takarításra**, az eszközök (billentyűzetek, távirányítók, tornaszerek) és berendezési tárgyak (padok, étkezőasztalok, kilincsek) **fertőtlenítőszeres letörlésére**. Különösen hangsúlyos a vizes csoportok (mosdóhelyiségek) gyakran érintett felületeinek naponta többszöri fertőtlenítése.

- Fontos a **szokásosnál gyakoribb és intenzívebb szellőztetés** nemcsak a termekben, hanem a folyosókon, az öltözőkben, az ebédlőben és a mosdóhelyiségekben egyaránt. Az elegendő természetes szellőztetéshez [lásd 3.3.1] a legoptimálisabb **CO₂ monitorok alkalmazása** a termekben, melyeket a szokásos riasztási szint (1000 vagy 1200 ppm felett sárga, 1500 ppm felett piros jelzés) helyett ilyenkor ajánlott alacsonyabbra (800 ppm felett sárga, 1000 ppm felett piros) állítani [36].

- Mesterségesen szellőztetett épületekben, illetve tornatermekben a befűvott friss levegő mennyiségét növelni kell. A **friss levegőpótlás** járványveszély esetén **minimum 36 m³/óra/fő (10 l/s/fő)** legyen [lásd 3.3.2]. Olyan mesterséges szellőztető rendszereknél, ahol a keresztirányú hővisszanyerés nem zárt rendszerű, az elhasznált levegőt és a friss levegőt szállító ágot el kell zárni egymástól, fontos, hogy a rendszer 95-100%-ban friss levegőt juttasson be a helyiségekbe. Azokban

az épületekben, ahol mesterséges és természetes szellőztetésre is lehetőség van, javasolt a minél gyakoribb ablakokon keresztüli szellőztetés is [37].

- Az UV-C fény (200 és 280 nm közötti hullámhossz) megfelelő teljesítménnyel és behatási idővel alkalmazva hatásos baktérium-, gomba és vírusölő tulajdonsággal bír. Ugyanakkor erős szem- és bőrkárosító hatású is, különösen 222 nm feletti hullámhossznál. A 253,7 nm-es hullámhossz alatti sugarak alkalmazása mellett azonban számottevő ózon keletkezik, mely szintén igen káros az egészségre. A 253,7 nanométer feletti hullámhosszúságú UV-C sugarakat kibocsátó germicidlámpákat évtizedek óta alkalmazzák egészségügyi intézményekben, például műtők használat utáni fertőtlenítésére. Járványos időszakban szükség esetén a gyermekintézményekben is alkalmazhatóak **germicid lámpák** felület- és légfertőtlenítésre az alábbi feltételek betartásával:

- A helyiségek germicidlámpás fertőtlenítése csak a helyiségeket igénybevevők távoztása után történhet. A készülék bekapcsolása után a **helyiségben személyek nem tartózkodhatnak!** A véletlen balesetek elkerülése érdekében a helyiség minden bejáratára jól láthatóan jelzést kell elhelyezni, hogy a kezelés alatt tilos a bejárás.
- Olyan berendezések alkalmazhatóak, melyek esetében rendelkezésre állnak független laboratórium által kiállított, magyar vagy angol nyelvű **hatásossági és biztonságossági bizonyítványok**, valamint **magyar nyelvű, érthető leírás** a megfelelő működtetésről, a helyiségek biztosításáról a működtetés idejére, illetve a szükséges behatási időről.
- Szükséges **az előírt behatási idő alkalmazása**, ennél rövidebb idő alatt a kívánt fertőtlenítő hatás nem érhető el.
- Bár a 253,7 nanométer feletti hullámhosszúságú UV-C sugarakat kibocsátó lámpák nem termelnek nagyobb mennyiségű ózont, valamennyi ózontermelés nem kizárható. Az ózon és annak másodlagos reakciótermékei károsak az egészségre, ezért a **lámpák használata után egy rövid, intenzív szellőztetés** javasolt.
- Figyelembe kell venni, hogy az esetlegesen árnyékokban maradt felületeken maradhatnak kórokozók, továbbá, hogy a fertőtlenítő hatás a berendezés működéséig jelenlévő kórokozókat pusztítja el, és nem hat a behatás után esetlegesen odakerült kórokozókra. A gyakran érintett felületek napi használat közbeni fertőtlenítésére az engedélyezett baktericid, fungicid, virucid hatású engedélyezett fertőtlenítőszer alkalmazhatóak.

- Egyes UV-fénnyel, HEPA-szűrővel vagy elektrosztatikus szűrővel működő **mobil légtisztító készülékek** csökkenthetik a levegőben lévő kórokozók számát, azonban – főleg nem megfelelően elhelyezve – a levegő keverésével hozzájárulhatnak a kórokozót tartalmazó cseppek lebegtetéséhez is. Legnagyobb veszélyük, hogy hamis biztonságérzetet keltve elterelődhet a figyelem az alapvetően fontos természetes szellőztetés szükségességéről, így akár emelhetik is a fertőződés kockázatát a zsúfoltabb beltérekben. Légtisztítók inkább csak szükség esetén, átmeneti időszakra (pl. építkezés miatti porterhelés, kültéri tartós légszennyezettség esetén a szűrést és friss levegőt is biztosító mechanikus szellőztetőrendszer kiépítéséig, járványhullám idején) javasolhatóak.

Járványos időszakban történő használatuk esetén az alábbiakra kell figyelmet fordítani:

- Használatukkal párhuzamosan **folyamatos, vagy gyakori** (óránkénti) intenzív (teljes ablakfelületet kitaró) **szellőztetés** szükséges.
- A szűrővel rendelkező készülékek szűrőcseréjét a fokozott igénybevétel miatt végezzük az előírtnál gyakrabban, a megfelelő óvintézkedések betartása mellett, figyelembe véve, hogy a

használt szűrő is fertőzés forrása lehet. Az elektrosztatikus szűrővel rendelkező készülékek előírt tisztításának elhagyása is csökkenti a hatékonyságot.

- Az UV-C fénnel (germicid lámpával) ellátott légtisztító készülékeknél fontos, hogy szabvány szerinti, ózontermelődésmentes fényforrásokat tartalmazzanak, rendelkezzenek hiteles dokumentumokkal független laboratórium által végzett hatásossági és biztonságossági vizsgálatokkal. Emellett fontos, hogy az UV-fény zárt rendszerben működjön, és teljesen fedett legyen a szem- és bőrkárosodás elkerülése érdekében.
- A magas feszültséggel működő **elektrosztatikus precipitáción alapuló szűrők** és az **iongenerátorok gyakran ózont termelnek**, mely a levegőben lévő egyéb vegyületekkel reagálva káros aldehidek, ketonok, peroxidok keletkezéséhez vezethet. Az iongenerátort (is) tartalmazó ionizáló légtisztítók az aeroszol részecskék feltöltésével csökkentik a levegőben lévő részecskék mennyiségét azáltal, hogy elősegítik kitapadásukat a helyiség felületeire, azonban e felületekről a légárammal ismét a levegőbe kerülhetnek. Emellett a feltöltött részecskék könnyebben megtapadnak a légutakban is, tehát egészségre kifejtett hatásuk kérdéses. Ezért **az ilyen típusú légtisztítók használata nem javasolt**.
- A hordozható légtisztító berendezésekre általában jellemző, hogy az átáramló levegőmennyiség viszonylag alacsony, azaz az általuk hatékonyan kiszolgálható alapterület korlátozott, tehát megfelelően szellőztetett osztálytermekben való alkalmazásuk nem járul hozzá lényegesen a jelenlévők védelméhez (átlagos méretű osztálytermekben való hatékony alkalmazáshoz legalább 600-1000 m³/óra légszállító teljesítményre van szükség). A kevésbé jól szellőztethető, kisebb helyiségekben (pl. orvosi szoba, mosdók, ablaktalan folyosórészek, liftek) lehet hasznos légtisztító készülék beállítása.

A beltéri levegőben a kórokozó-koncentráció csökkentésének leghatékonyabb módja az intenzív szellőztetés, azaz a beltéri elhasznált levegő hígítása friss levegővel.

- **Az ózont is termelő**, kereskedelemben kapható mobil **légtisztító/légfertőtlenítő** készülékek hatástalanok (mert nem érik el a kórokozók előléséhez szükséges ózonkoncentrációt), ugyanakkor a bent tartózkodók szervezetére káros ózont és annak másodlagos reakciótermékeit termelik, ezért a gyermekek (és pedagógusok) jelenlétében tilos működtetni, ilyen készülékek beszerzése szakmailag **ellenjavallt**.

- Az ózont már hatásos koncentrációban előállító **ózungenerátorok** használatakor az ózon, illetve a levegőben lévő illékony anyagok és az ózon reakciójából származó káros aldehidek egészségre igen ártalmasak, ezért **használatuk nem javasolt**. Ózungenerátorral, légtéren keresztül történő fertőtlenítést csak gázmester végezhet (16/2017. (VIII. 7.) EMMI rendelet), továbbá erre a célra kizárólag a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ által engedélyezett ózungenerátor alkalmazható.

Csak olyan ózungenerátor kerülhet engedélyezésre, amelynél rendelkezésre állnak a mikrobiológiai hatásossági vizsgálatok. Az ózungenerátort csak indokolt esetben, kizárólag üzemidőn kívül, azaz a gyermekek és pedagógusok távozása után, és legalább 12 órával a nyitás előtt szabad alkalmazni. Ilyenkor a helyiség légterét résmentesen le kell zárni egyrészt a megfelelő ózonkoncentráció eléréséhez, másrészt annak biztosítására, hogy a kezelés alatt az ózon ne jusson ki a helyiségből. A kezelés után szigorúan be kell tartani az előírt szellőztetési időt.

- Mivel a **split klímaberendezések** is csak a belső levegőt keringetik [*lásd 3.3.2.*], járványos időszakban csak akkor kapcsolhatóak be, ha használatuk mellett is megvalósítható az óránkénti

intenzív szellőztetés. A készülék beltéri egységének hőcserélőjét és porszűrőjét ebben az időszakban hetente vagy gyakrabban szükséges fertőtleníteni engedélyezett virucid hatású szerrel. A cserélhető szűrővel is rendelkező készülékek filterét célszerűbb az előírtnál gyakrabban cserélni, figyelembe véve, hogy a használt szűrő fertőzés forrása lehet (maszk és kesztyű használata mellett a szűrőt a helyszínen óvatosan helyezték műanyag zsákba és azt azonnal zárják).

- **Ventilátorok** az oktatási-nevelési intézmények helyiségeiben járványhelyzetben csak kitárt ablakok mellett működtethetők. Nyitott ablakokkal segítik a levegő gyors kicserélődését, így a kórokozók koncentrációjának csökkentését, zárt ablakokkal azonban csak lebegtetik a kórokozókat tartalmazó aeroszol részecskéket.

- Amennyire megvalósítható (a hőmérséklet és a szmoghelyzet függvényében), törekedni kell minél több foglalkozás (különösen a hangos vagy mozgásos tevékenységek, énekórák, énekkari próbák), illetve a testnevelési órák **kültéri** megtartására. A tornatermek folyamatos és rendszeres (minden csoport utáni) szellőztetésére különös gondot kell fordítani. A tornaórák előtti és utáni kézfertőtlenítési lehetőséget biztosítani kell, és ezt a tanulóktól meg kell követelni. Figyelembe kell venni, hogy a kis területű, nehezen szellőztethető öltözőkben, ahol több osztályközösség öltözködik naponta, jóval magasabb a fertőzés terjedésének kockázata, ennek elkerülésére helyi adottságokhoz igazodó intézkedést szükséges tenni (pl. osztályteremben öltözködés, UV-C fénnel ellátott légtisztító-készülékek).

- Hatékonyan csökkenthető indokolt esetben a fertőzés terjedése az iskolákban, ha a tanulók óránkénti költözködését minimalizáljuk, egy-egy osztályközösség csak a saját termében tartózkodik. Szintén csökkentheti a terjedést, ha a tanulók a folyosókon és a mosdóhelyiségekben szükség esetén orrot és szájat eltakaró maszkot hordanak. A mosdóhelyiségekben, étkezőhelyiségekben **egyszerre tartózkodók számát minimalizálni** szükséges.

- Az étkeztetés szabályainak betartására fokozottan kell figyelni. Fontos a gyermekek által használt táányérok, evőeszközök, poharak, tálcák megfelelő hatásfokú fertőtlenítő mosogatása, illetve a tiszta evőeszközök és tálcák cseppfertőzéstől és gyermekek érintésétől védett tárolása. A délután osztott ételeket (uzsonna, gyümölcs) célszerű inkább egyéni adagokban kiosztani a közös tálcán vagy kosárban felkínálás helyett. Az ebédlő és büfé előtti teret, ahol a gyermekek sorban állnak, szellőztessük fokozottan. Szervezzük úgy, hogy a sorban állás minél rövidebb legyen.

- **Beteg gyermek az intézményt nem látogathatja!** Az intézményben megbetegedett gyermekeket el kell különíteni (nem a tanáriban, titkárságon, lehetőleg jól szellőztethető elkülönítőben, orvosi szobában, vagy más, ritkán használt helyiségben). Fertőzőképesek lehetnek az enyhe tünetekkel rendelkező betegek is, ezért az ilyen gyermekek számára tüneteik ideje alatt biztosítani kell az online tanulási és visszakerdezési módszereket.

3.2.6 Javasolt intézkedések a feltételezhetően hormonháztartást zavaró vegyületek beltéri koncentrációjának csökkentésére

- Felújításnál PVC és laminált padlók helyett jól kiszáritott, kiszellőztetett hajópadlót, parkettát vagy alacsony emissziójú, ftalát-, PBDE-, és PFOA-mentes padlóburkolókat válasszunk!
- Meglévő PVC-padlók esetén gyakori nedves takarítás szükséges!
- A beltéri, PVC-ből készült sötétítők általában ftalátokat, biszfenolt és égésgátlókat tartalmaznak, így beltéri reluxák helyett részesítsük előnyben a kültéri árnyékolókat! A nehezebben kezelhető és

karbantartást igénylő kitekerhető napellenzők helyett célszerűbb nyaranta kötélzettel kifeszített, a szél járását nem akadályozó, hálós szerkezetű napvitorlákat alkalmazni, melyek a téli időszakban könnyen leoldhatók.

- Ha lehet, **kerüljük a sötétítő függönyök használatát** is (a lakástextíliák égésgátlókat tartalmaznak és porfogók)! Ha nem megoldható a kültéri árnyékoló elhelyezése, akkor sötétítő függönyt inkább egyszerű, mosható textilből készíttessünk!
- Ha lehet, **ne használjunk kárpitozott bútort**, szivacsmatracokat (égésgátlókat, poratkákat tartalmaznak), vagy válasszunk abból is alacsony emissziójú, PBDE-mentes terméket.
- Játsszószőnyegeknek inkább egyszerű szőtt, vagy csomózott, mosható textilszőnyeget használjunk! A gépi szőnyeg égésgátlókat, vízlepergető polifluorozott vegyületeket, merevebb hátoldaluk általában ragasztóanyagokat, illékony szerves vegyületeket, ftalátokat tartalmazhat.
- Minden fenti termék beszerzésekor keressük a BPA-mentes, PVC-mentes, Ftalát-mentes, PFOA-mentes, PBDE-mentes/égésgátló mentes feliratokat, címkéket (vagy ezek angol megfelelőit).



3.2.7 Javasolt intézkedések az azbeszt-kitettség megelőzésére

- Az intézmény **ismert azbeszttartalmú építőanyagainak rendszeres felülvizsgálata**, és ezek **dokumentációja** szükséges.
- Amíg az azbeszttartalmú elem jó állapotban van, felszíne ép, legjobb helyén hagyni. **Sérült, elkopott, felszálasodott elem esetén szakértő általi eltávolítás szükséges!**
- Azokban a helyiségekben, **ahol azbeszttartalmú építőanyag van, tilos javítási munkát végezni!**
- Felújítási munkánál mindig **ki kell kérni szakértő véleményét** arról, hogy a bontandó részben (alagsor, álmennyezet, csövek és járatok szigetelése!) van-e azbeszt. A bontást nem szabad elkezdeni a szakvéleményig.
- Ha el kell távolítani az azbeszttartalmú építőanyagot, azt csak a gyermekek távollétében, hosszabb szünetben lehet megtenni. Hívjunk szakértőt („azbesztmentesítés” kulcsszóval megtalálhatóak az interneten), aki biztosítja a megfelelő védelmet (izolálás és borítás, nedvesítés, stb.).
- Az azbesztet tartalmazó anyagokat eltávolítás után **veszélyes hulladékként kell kezelni**.



3.2.8 Javasolt megelőző intézkedések a radon-kitettség csökkentésére

- A magas radonpotenciálú talajon épült iskola- és óvodaépületekben nem javasolt az alagsorban szaktantermet, tornatermet kialakítani. Továbbá, ha a beltéri radonszint indokolttá teszi és lehetséges, az állandó tantermetek, foglalkoztatókat ne a földszinti, hanem az emeleti szinteken alakítsuk ki.
- Földszinti termek esetén fokozott **ventiláció biztosítása szükséges** a radon-koncentráció csökkentésére. Nyáron a buktatható ablakok éjszakai nyitvatartásával csökkenthető a radon felhalmozódása. Különösen télen fontos odafigyelni a reggeli (tanítás előtti) teljes átszellőztetésre, és

a továbbiakban a napi többszöri, rövid, de intenzív szellőztetésre. Mivel a szellőztetés gyorsan csökkenti a radonszintet, viszont hatása nem tartós, a radon újra felhalmozódik, **hatékonyabb lehet megfelelő mesterséges szellőztető berendezés** beépítése.

- A szellőztetés mellett fontos a **rendszeres portalanítás és nedves feltörölés**, hogy elkerüljük a leülepedett aeroszol részecskék újbóli levegőbe kerülését. A levegőben lévő aeroszol részecskék (szálló por) koncentrációjának csökkentésével csökkenthetjük a részecskékre telepedett radioaktív bomlástermékek tüdőben való megtapadását.
- **Magas radonpotenciálú területeken** (<https://www.nnk.gov.hu/index.php/orszagos-radon-program/magasabb-radonkockazatu-helyek.html>), illetve beépített salak esetén **érdemes radonkoncentráció-mérést kérni** akkreditált laboratóriumtól. 100 Bq/m³-es éves átlagérték felett a szellőztetésre fokozott figyelmet kell fordítani, 300 Bq/m³ átlagérték felett megfontolandó megfelelően tervezett mesterséges szellőztetőrendszer kiépítése, és valamilyen radonmentesítési eljárás (bejutási utak szigetelése, a radonos levegő elszívása, túlnyomás kialakítása, radon-kút).

3.3. A légcseré javítása

Az oktatási intézmények jelentős részében történt már energetikai korszerűsítés. Ez főleg nyílászáró cseréből, illetve számos esetben külső falı szigetelésbőł állt. Mindez fokozott légzáráshoz, drasztikusan lecsökkent légcseréhez vezetett. Magyarországon az általános iskolák 2017. évi országos, teljeskörű felmérésének adatai alapján az iskolák több mint felében légbefvezető rés nélküli szigetelt ablak került beszerelésre. Falba, vagy az ablakokra utólag is beszerelhető szabályozható légbefvezető szellőzőnyílás, mely javíthat valamennyit a problémán, azonban önmagában nem oldja meg a szellőztetést. A légbefvezető nyílások csak akkor működnek, ha segítségükkel természetes keresztlegáram alakul ki. Egyrészt az elegendő légcseré biztosítása, másrészt a penészesedés megelőzése céljából mindenképpen fokozott figyelmet kell fordítani a hatékony természetes szellőztetésre, vagy meg kell oldani a mesterséges szellőztetőrendszer kiépítését.

3.3.1 A megfelelő természetes szellőztetés

Természetes szellőztetésnél a levegő kicserélődésének feltételei: elegendő nyitható ablakfelület; hőmérsékletkülönbség a megfelelő légáramláshoz; kis hőmérsékletkülönbség esetén keresztthuzat vagy ventilátor alkalmazása, a szélhatás vagy a kürtőhatás kihasználása.

Az ablakfelület az oktatási-nevelési helyiség alapterületének legalább 1/6 része a megfelelő természetes megvilágítás érdekében. A minden évszakban kielégítő természetes szellőztetéshez e teljes ablakfelületnek teljesen nyithatónak kell lennie. A természetes szellőztetés gyakori problémája, hogy nem elég hatékony, általában maradnak átszellőzetlen térrészek, emellett a kültéri légszennyezők és a pollen akadálytalanul bejuthatnak.

Az olyan iskolákban, ahol megfelelő a környezeti levegő, és az osztálytermek területéhez viszonyított, könnyen **nyitható ablakfelület megfelelő nagyságú**, a légcseré kielégítő lehet, ha a megfelelő légáramlás biztosítható. Hideg időben a hőmérsékletkülönbség megfelelő légáramlást biztosít. Ha kisebb a hőmérsékletkülönbség, a légáramlás fokozható ellenoldali ajtókon, kétoldalt elhelyezett ablakokon keresztül, ablakkeretbe vagy a homlokzati falba beépített légbefvezető elemekkel, keresztfalakon és az ajtókon elhelyezett légáteresztő rések kialakításával, ami komfortérzetet nem zavaró mértékben biztosítja a friss levegő beáramlását. Azonban nyári szélmentes

napokon, amikor alig van hőmérsékletkülönbség, a megfelelő légmozgás ventilátoros rásegítés nélkül általában nem biztosítható.

Egyes intézményeknél az ablaknyitást nehezíthetik az elkorhadt, régi, nem nyitható ablakok. Néhány esetben az okoz nehézséget, hogy az ablakok kilincsei nem elérhetőek, hiányzik, vagy rossz a távnyitó kar a magasabban lévő ablakok kinyitásához. Számos intézményben azonban éppen az új, jól szigetelt nyílászárók beépítésével romlott a beltéri levegőminőség, mivel a szellőztetési szokások nem változtak, ugyanakkor az ablakokon addig folyamatosan beszűrődő friss levegő-utánpótlás csökkent vagy megszűnt. Nehezen megvalósíthatóvá teszi a szünetekben való teljes átszellőztetést az, hogy a diákok sok esetben csak a hosszú szünetben vagy akkor sem mennek ki az udvarra. A kielégítő természetes szellőztetés elemei:

- Fontos biztosítani az **esti (takarítás után minimum félóra) és kora reggeli (tanítás előtti) átszellőztetést.**
- Az iskolai **szünetekben** szükséges a maximális légcserét biztosítani megfelelő időtartamú keresztlégáramlat kialakításával. Télen az irányadó szellőztetési idő:
 - ha a külső és belső tér hőmérséklete közötti különbség több, mint 20°C: 5 perc;
 - 10-20°C hőmérsékletkülönbségnél 5-15 perc;
 - ha a különbség kevesebb, mint 10°C: 15-20 perc.

Megfelelő szervezéssel, odafigyeléssel ez legtöbb helyen keresztülvihető. Ha semmiképpen sem megoldható az osztályterem kiürítése a szünetekben, felnőtt felügyelet szükséges a teljes szellőztetés idejére. Ideális, ha alsó bukó és felső nyíló ablakok vannak, a mélyebben nyíló, vagy forgó, billenő ablakok esetén balesetveszély miatt nem javasolt a gyermekek jelenléte melletti teljes szellőztetés. Átszellőztetésnél az energiatakarékosság miatt fontos, hogy a szellőztetés idejére lezárhatóak legyenek a fűtőtestek.

- Egy átlagos magasságú osztályteremben, ahol egy tanulóra általában 2 m²/fő terület, tehát 6 m³/fő levegő jut, a megfelelő levegőminőség (mely óránként, fejenként 25-29 m³ friss levegővel biztosítható) csak maximum 15 percig, osztott csoportok esetén maximum 30 percig biztosított zárt ablakok mellett. A szellőztetés hiánya vagy elégtelen volta ennél hosszabb ideig a teljesítmény csökkenéséhez vezet, és hosszútávon egészségkárosító hatású. Fentiek alapján szükséges lenne óránként kétszer-háromszor átszellőztetni a termeket, ehelyett azonban megfelelő mértékű folyamatos szellőztetést kell biztosítani az órák alatt.
- A fűtési időszakban az órák/foglalkozások alatti kismértékű **folyamatos szellőztetésnek** egyik feltétele a nem pazarló, de elégséges, jól szabályozható fűtés, hogy a gyermekek ne fázzanak. Másik fontos feltétele az évszaknak megfelelő öltözködés.
- A 2.4. fejezetben leírtak alapján célszerű lenne termenként egy **szén-dioxid monitort** felszerelni, mely a beállított 1000-1200-1500 ppm szén-dioxid koncentráció felett jelez, hogy szellőztetés szükséges (1000 vagy 1200 ppm felett sárga jelzés, 1500 ppm felett piros jelzés). A felszerelés osztályszinten is megvalósítható, az érzékelőt a gyermekek fejmagasságában kell elhelyezni (kb. 120 cm-es magasságban), az ablakoktól, szellőzőnyílásoktól távolabb. Cél, hogy az órán mért **csúcskoncentráció ne haladja meg az 1500 ppm-et, és az órai átlagkoncentráció 1200 ppm alatt maradjon** [9, 26, 27, 32, 37, 39]. Bizonyos esetekben átmenetileg (fagyos időszak, hiányos fűtés vagy hőszigetelés) elfogadható az 1800 ppm csúcskoncentráció, bár ebben az esetben már koncentrációkéesség-csökkenés, figyelmen kívül hagyható meg a bentartózkodóknál. Fontos, hogy járványos időszakban a szén-dioxid érzékelő riasztási szintjét alacsonyabb szén-dioxid

koncentrációnál (tehát 800 ppm-nél sárga, 1000 ppm-nél piros jelzés) állítsuk be, mivel a szén-dioxiddal együtt a kórokozók is feldúsulnak a levegőben [lásd 3.2.5]. A szén-dioxid monitor segítségével a szünetekben való szellőztetés is jól ellenőrizhetővé válik: megfelelő a szellőztetés, ha a teljes átszellőztetés 600-800 ppm alá csökkenti a szén-dioxid szintet.

- Szén-dioxid monitor hiányában szükséges a szünetekben való teljes átszellőztetés mellett egy **órai szellőztetési rend** kialakítása és annak következetes betartása. Mivel a hőmérsékletkülönbség a feltétele az elhasznált és friss levegő kicserélődésének, ennek figyelembevételével alkalmazható a következő általános séma, természetesen a helyi sajátosságok figyelembevételével:

II. táblázat **Javasolt szellőztetési rend**

Ha a kültéri hőmérséklet:				
< 14°C	14-16°C	17-18°C	19-20°C	> 20°C
Résnyire nyitott bukóablakok, és minimum egy ablak buktatva	Minimum 2 ablak buktatva	Minimum 3 ablak buktatva	Minden ablak buktatva + egy ablak kitárva	Minden ablak buktatva + egy ablak kitárva + ventilátor a megfelelő légmozgathoz
Beltérben: 18-22°C	Beltérben: 20-24°C	Beltérben: 22-24°C	Beltérben: 22-24°C	Beltérben: 24-26°C

- Abban az esetben, ha az ablakok nem buktathatóak, illetve szabályozhatóak, azt kell szem előtt tartani, hogy hőmérséklettől függően óránként minimum 10-20 perc szellőztetés szükséges, ilyen esetben semmiképpen nem hagyható el egyik szünetben sem a minden ablak teljes kitarásával történő keresztvezetős szellőztetés. Nyári melegben a légkicserélődéshez ventilátorok szükségesek, ideális, ha napelemmel (pl. ablakra tapasztható napelemmel) működtetett ventilátorokat alkalmazunk.
- Összességében, természetes szellőztetés esetén fontos a rugalmas alkalmazkodás az évszakhoz és a gyermekek órarendjéhez, figyelembe véve a légszennyezettséget, illetve a gépjárműforgalmat is. Állandó kültéri légszennyezettség és zaj esetén mesterséges szellőztetés kialakítása szükséges.

3.3.2 Mesterséges szellőztetés

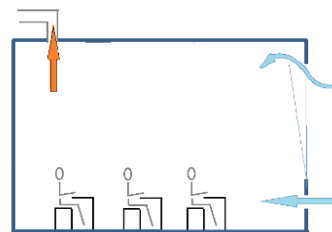
1. A mesterséges szellőztetés egyik módja az **osztálytermi levegőcserélő egység**, ahol egy osztályteremben, vagy azon kívül elhelyezett ventilátoros levegőcserélő berendezést irányít egy osztályteremben elhelyezett szén-dioxid érzékelő.

Technikailag az ilyen rendszerek működtetése is megoldható egy napelemmel.

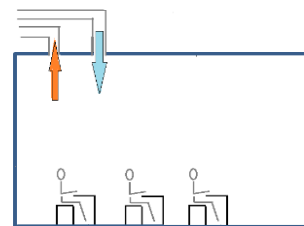


Ezt az osztálytermi levegőcserélő rendszert **nem szabad összetéveszteni az egyes osztálytermekben elhelyezett split klímaberendezésekkel**, melyeknek többsége csak a belső levegőt keringteti és hűti, miközben friss levegőt nem szolgáltat [lásd 3.4.1].

2. A mesterséges szellőztetés másik formája, amikor **központi, használt levegőt elszívó rendszert** irányít a szén-dioxid érzékelőt tartalmazó vezérlő, ugyanakkor a friss levegő utánpótlás passzívan, különböző szellőzőnyílásokon történik. Ezeknél a rendszereknél általában nem szűrik a passzívan beáramló külső levegőt, tehát csak nem szennyezett környezeti levegő esetén ajánlottak.



3. A forgalmas helyen épült iskolák esetében, és olyan helyeken, ahol a kültéri levegő egyéb okból szennyezett, vagy ahol a nyári hőség passzív módszerekkel nem csökkenthető, az energetikai korszerűsítéssel egyidőben – vagy utólag – mindenképpen érdemes a levegő szűrését, hűtését-fűtését is magába foglaló **központi, friss levegőt is szolgáltató mesterséges szellőztető rendszert** (HVAC-rendszert) kiépíteni.



Mesterséges szellőztetésre lehet szükség akkor is, ha az ablakok egy oldalon helyezkednek el, és az átszellőztetni kívánt térnek az ablaktól számított szélessége a belmagasság 2,5-szeresét meghaladja (ez 3 m-es belmagasságnál 7,5 m-es szélesség), illetve, egymással szemben elhelyezkedő ablakok esetén is, ha az ablakok közötti távolság több, mint a belmagasság 5-szöröse (3 m-es belmagasságnál 15 m; például tornatermek, előadótermek, aulák esetében).

- Mesterséges szellőztetés kiépítése mellett is biztosítani kell nyitható ablakokat az osztálytermekben! A rendszer nem megfelelő működése esetén a természetes szellőztetés az egyedüli módja a kielégítő légcserének. Takarítás, vagy festékek, ragasztók, lakkok használatakor is javasolt az ablakok kinyitása még megfelelően működő mesterséges szellőztetés esetén is.

- **A friss levegő befűvás mértéke legalább 25-29 m³/óra/fő (azaz 7-8 l/s/fő) legyen**, ami járványos időszakban tovább emelendő [lásd 3.2.5].

- A megfelelő friss levegő utánpótlást célszerű kontrollálni osztálytermekben elhelyezett szén-dioxid monitorral.

- Fontos fenntarthatósági cél, hogy a mechanikus szellőztetést alacsony energiafelhasználással, magas energiahatékonyságú hőcserélős szellőzőrendszerek kiépítésével, illetve, ha lehet, helyi alternatív energia felhasználásával oldjuk meg.

- Mechanikus szellőztető rendszer kiépítése esetén a **friss levegő beszívási pont helyét úgy alakítsuk ki, hogy az ne essen légszennyező forrás** (pl. kémény, parkolóhely, dohányzóhely, forgalmas hely, magas radontartalmú talaj esetén a talaj) közelébe, figyelembe véve a jellemző szélirányt is.



- Figyelni kell arra is, hogy az elhasznált levegő kifűvási pont messzebb legyen a friss levegő beszívási ponttól.

- Az étkezőben, szaklaborokban használt szellőzőrendszernek nem szabad egyazon rendszerbe tartoznia az osztálytermekével, az e helyekről elszívott levegő közvetlenül az épületen kívülre távozzon, az osztálytermek ablakaitól távolabb.

- Új szellőztető rendszerek kialakítása esetén előnyben részesítendő az olyan hőcserélők, ahol nincs levegő visszakeverés, vagyis a keresztirányú hővisszanyerés zárt rendszerben működik, amely

garantálja a friss és az elhasznált levegő teljes elkülönítését. Meglévő nyílt rendszereknél is fontos követelmény, hogy az elhasznált levegő visszakeverése könnyen és teljesen lezárható legyen (pl. zsaluk segítségével) járvány, vagy akár a légúti fertőzőes betegségek lokális halmozódása esetén, illetve valamilyen légszennyező anyag esetleges rendszerbe jutása esetén.

- Mindig figyeljünk a rendszer **folyamatos ellenőrzésére**, (nyomásellenőrzésre, tömítések vizsgálatára, a rendszer szennyezettségének időközönkénti ellenőrzésére, illetve szén-dioxid mérésre a beltérekben), karbantartására és a szűrők gyártói előírás szerinti cseréjére. A szűrők cseréjét forgalmas helyen található épületeknél negyedévente, kisebb külső légszennyezettség esetén minimum félévente ajánlott elvégezni. A csőrendszer ellenőrzését kétfévente indokolt elvégeztetni, és arról a dokumentációt megőrizni. Amennyiben a vizsgálat szerint a rendszer tisztítást igényel, azt mihamarabb el kell végezni, mivel a szennyezett csőrendszer magas egészségkockázatot jelent. A karbantartás során a teljes rendszer tisztítása szükséges (hőcserélők, ventilátorok, szelepek, rácsok, porózus szerkezetek, illetve megfelelően elhelyezett tisztítónyílásokon keresztül a légcsatorna egésze).
- Járványos időszakban a fertőző anyag mennyisége a szellőzőrendszer légcsatornáiba beépített UV-lámpák segítségével is csökkenthető (azonban a helytelenül beépített, az ott tartózkodókra közvetlenül sugárzó, vagy ózont termelő UV-lámpák alkalmazása veszélyes). Kizárólag olyan UV-lámpák beépítése javasolt, amelyek szabvány szerinti vizsgálati dokumentációval rendelkeznek arról, hogy nem termelnek ózont működésük során. A lámpákat hosszabb, egyenes szakaszokra érdemes beépíteni, ahol az áthaladó levegő teljes volumenét be tudják sugározni viszonylag hosszabb ideig. Idővel a fényforrások fényintenzitása változik, ezért a kellő gyakoriságú csere nélkül hamis biztonságérzetet kelthetnek.
- Nagyobb hatékonyságú, vagy plusz szűrő beszerelése előtt kérjünk mérnöki szakvéleményt, mert a nem megfelelően kiválasztott új szűrő ronthatja a rendszer teljesítményét, csökkentheti a friss levegő utánpótlás mértékét.

3.4. Javasolt intézkedések hőség idejére

A beltéri levegő minőségét a kémiai és biológiai légszennyezőkön kívül annak hőmérséklete és relatív páratartalma is befolyásolja. A klímaváltozás következtében egyre több olyan nappal kell számolnunk még az iskolai év alatt, amikor a levegő hőmérséklete már jelentősen befolyásolja a közérzetet, az iskolai teljesítményt és az egészséget. Mivel az átmenet általában rövid, fontos felkészülnünk ezekre a napokra a gyermekek és a pedagógusok védelme érdekében. Az energiapazarlás (mely további felmelegedéshez vezet) megelőzése érdekében elsősorban passzív módszerekkel célszerű az épületek túlmelegedését megakadályozni:

- Az **iskolák külső hőszigetelése** nemcsak a téli hőveszteséget csökkenti, hanem nyáron megakadályozza az osztálytermek éjszakai hőleadását, lehűlését is. Ezért szükséges, hogy megoldjuk az előzőekben is említett **éjszakai szellőztetést** az ablakok buktatott állásban való nyitva tartásával, és kitámasztásával az esetleges viharos szél ellen.

- Az osztálytermek nappali átforrósodását csökkenthetjük **kültéri árnyékolók** felszerelésével. Célszerű nemcsak az ablakokat, de a **déli tájolású falakat is** árnyékolni. Erre alkalmasak a kötélzettel kifeszített, a szél járását nem akadályozó, hálós szerkezetű napvitorlák is.

- Szintén a falak felmelegedését csökkentik - emellett a levegőt párásítják, szűrik és frissítik - a **zöldfalak, zöldárnyékolók** [39]. A növények az általuk felvett vízmennyiségnek csak kevés részét használják el élettani folyamataikhoz, a többit elpárologtatják. A párologó víz hőt von el a levegőből, ezért annak hőmérséklete csökken. A zöldfalak alapvetően kétféleképpen valósíthatóak meg. Egyrészt az épületek korszerűsítésénél, hőszigetelésénél tervezhető növények beültetésére alkalmas homlokzat. Ennél jóval kisebb költséggel is megvalósítható a zöldfal futtatott növényekkel. Ha megfelelő teherbírású a fal, egyes növények (pl. a vadszőlő) közvetlenül a falra is futtathatóak, de emellett különböző öntartó, vagy falhoz rögzített támrendszere is futtatható számos növény (kínai lilaakác, iszalagfajok kertészeti változatai, futórózsafélék, különböző vadszőlőfajok, loncfélék stb.).



- Az épület köré ültetett nagy lombkoronájú fák is csökkentik a felmelegedést és szűrik a levegőt. Törekedjünk az öreg fák karbantartására, balesetmentesítésére, de ne csonkítsuk feleslegesen az árnyékadó ágakat. Új fák ültetésénél a **nem allergizáló**, szárazságtűrő, **nem invazív fajokat** ajánlott választani.

- A termekben a **légmozgás növelése** fokozza a bőr párologtatását, így hűt is. A keresztlégáramlást fokozhatjuk az ablakkeretbe vagy a homlokzati falba beépített légbevezető elemek, illetve a keresztfalakon és az ajtókon elhelyezett légáteresztő rések kialakításával, vagy ellenoldali nyílászárókon létesített keresztthuzattal, továbbá ventilátor alkalmazásával. Mivel a nagy hőség együtt jár a napsütéssel, célszerű ablakra vagy külső falra szerelhető kisebb napelemmel működtetett **ventilátort** beszerezni. Ventilátorok használata előtt portalanítani szükséges, mivel a levegő mozgatása felkavarhatja a leülepedett port, amely így a levegőbe kerülhet. Beépített passzív

légcsatorna-rendszer esetén a légmozgás növelhető szélfogó/szélbevezető tornyokkal a hűvösebb levegő bevezetésére, továbbá tetőre szerelt, napelemmel működtetett ventilátorokkal a melegebb levegő elszívására.

- Nagyon fontos kiemelt figyelmet fordítani az **elektromos berendezések teljes kikapcsolására!** A használaton kívüli kikapcsolással mindenkor csökkenthetjük a felesleges energiahasználatot, kánikulai napokon azonban jobb úgy tervezni a tanórákat, hogy be se kelljen kapcsolni őket, mert működéskor tovább emelik a helyiség levegőjének hőmérsékletét.
- Fontos kánikula idején a **napirend** rugalmas változtatása: a szünetet árnyékban töltsék a gyermekek, a rosszullétek elkerülése érdekében fontos a kíméletes, könnyített tornaóra, illetve amennyiben megoldható (alsós osztályoknál), a tanórák sorrendjének megfelelő felcserélése.
- Megfelelő tervezéssel és takarékos kivitelezéssel viszonylag kis költséggel megvalósítható az **ivóutak** folyosónkénti és az udvaron való elhelyezése.
- Kisebb gyermekeknél fontos figyelni a **folyadékfogyasztáson kívül a megfelelő ruházatra**, illetve **napsapka, naptej használatára** a szabadban. Több helyen a gyerekek által is kedvelt szokás a napsapkák bevizezése a kinti foglalkozások előtt.

A fenti, passzív módszerekkel elérhető maximális nappali csúcshőmérséklet-csökkenés az alkalmazott módszer kivitelezésétől és az épület adottságaitól függ.

III. táblázat **Passzív módszerekkel elérhető nappali hőmérséklet csökkenés**

Passzív módszerek	Elérhető nappali hőmérséklet-csökkenés
éjszakai szellőztetés	1-3°C
a légmozgás növelése a keresztfalakon elhelyezett szellőzőnyílásokkal + ventilátorral	1-3°C
gravitációs szellőztetés (hűvösebb levegő beáramlás lent, meleg levegő távozása felső ablakon vagy tetőnyíláson)	1-5°C
napelemes légmozgatás, friss levegő árnyékos oldalról	3-6°C
bokros-fás környezet az épület körül	1-5°C
növényi talajtakaró az épület körül - gumitégla, térkő, kavics, beton kültéri burkolat helyett	1-3°C
zöldnövényzettel befuttatott falak	1-5°C
zöldnövényzettel beültetett tetők	1-5°C
fehér háztető	2-4°C
túlnyúló tető, déli falakat is árnyékoló napellenző, napvitorla	2-3°C

Természetesen e módszereket a helyi sajátosságoknak megfelelően, kombináltan lehet alkalmazni, ezáltal elérhető a kisebb maximális hőmérséklet a beltérben, illetve a kevesebb maximális hőmérsékletű óra.

3.4.1 Hűtés – ha a passzív módszer nem elég

Ha az épület adottságai olyanok, hogy a fenti védekezési technikák biztosítása ellenére a nyári hónapokban napokon-heteken keresztül a hőmérséklet tartósan meghaladja a 28°C-t az épület beltéréiben, elsősorban alternatív energiát (pl. napenergia) felhasználó, alacsony energiaigényű, hőcserélős **mesterséges szellőztető rendszer** (HVAC-rendszer) **kiépítése javasolt**, mely megfelelő mennyiségű friss levegőt is szolgáltat, szűri és szükség szerint hűti/fűti a beáramló levegőt. Ilyen rendszer esetén a hűtési célhőmérsékletet 26°C-ra javasolt beállítani.

Amennyiben a mesterséges szellőztető rendszer kiépítése (még) nem megoldható, tartós 28°C feletti beltéri hőmérséklet esetén **átmenetileg** igény lehet egy alacsony energiaigényű **split klímaberendezés** beszerelésére. Mivel klímavédelmi, energiatakarékossági szempontból **nem javasolt a helyiségenkénti split klímaberendezés beépítése**, ilyen esetben törekedni kell arra, hogy a készülékek közvetlenül napelemtől működtethetők legyenek, hiszen hűtésre is általában akkor van szükség, ha erősen süt a nap.

A klímaberendezések beszerzése előtt célszerű végiggondolni a következő szempontokat:

- A kültéri árnyékolók, zöldfalak, zöldszigetek kialakítása kisebb költségű, közérzetet és egészséget pozitívan befolyásoló, közösséget formáló és fenntarthatóbb megoldás.
- A nem közvetlenül napelemtől működtetett légkondicionáló berendezések elterjedt használatával egyre több elektromos áramot fogyasztunk, amelynek előállítása szén-dioxid termeléssel és további felmelegedéssel jár.
- **A sok működő klímaberendezés hozzájárul a városi hősziget-jelenség kialakulásához, azaz még magasabb lesz a hőmérséklet az épületek környezetében.**
- Emellett a legtöbb berendezésben használt klímagáz még üvegházhatású gáz, mely veszélyes a környezetre, és ezáltal közvetetten az egészségünkre is.
- Az elektromos hálózatot esetleg a helyiségenkénti klímaberendezések beépítése leterhelheti.
- Mivel a split klímaberendezések **csak a belső levegőt keringetik és hűtik**, miközben **friss levegőt nem szolgáltatnak**, alkalmazásukkor különösen nagy veszély, hogy a hűvös levegő megőrzése érdekében nem szívesen szellőztetnek, ezért **a szén-dioxid és egyéb beltéri légszennyezők feldúsulhatnak a beltéri levegőben.**

Ha mindezek ellenére mégis indokoltnak tartják a split klímák beszerelését, a következő egészségi feltételeket célszerű betartani:

- Az épületek split klímaberendezéssel már rendelkező helyiségeiben egy **szén-dioxid monitor** felszerelése szükséges, mely jelez, ha a levegő elhasználódott [lásd 3.3.1]. Szén-dioxid riasztó hiányában csak akkor szabad bekapcsolni a készülékeket, ha megvalósítható a kontrollált **óránkénti intenzív átszellőztetés**. Új klímaberendezéseket csak szén-dioxid riasztó együttes felszerelésével engedjük beépíteni!

- A hűtési célérték klímavédelmi szempontok miatt ne legyen kevesebb, mint 23°C. **A külső hőmérsékletnél maximum 8°C-kal hidegebbre** javasolt a klímaberendezést beállítani, 37°C kültéri hőmérséklet felett maximum 10°C-kal, tehát a beállított célhőmérséklet ilyenkor ne legyen 27°C alatt.
- A készüléket úgy állítsuk be, hogy a helyiség alsó felében **ne okozzon nagy légáramot**, a levegőáramot **felfele irányítsuk**.
- A készülék beltéri egységének **hőcserélőjét és porszűrőjét előírás szerint kell karbantartani**, járványos időszakban ezeket hetente vagy gyakrabban szükséges fertőtleníteni [*lásd 3.2.5*]. Nagyobb igénybevétel (pl. szülőknek szervezett bemutatók) előtt és után is fertőtlenítsük a készülékeket.

4. Fenntarthatóság szempontok

A világ számos helyén alakítottak át iskolákat, óvodákat fenntarthatóvá, különösen sokat azokban az országokban, ahol a klímaváltozás hatásai hamar mindennapi közelségbe kerültek. Ha nem is alakítható át egy iskola egyből fenntarthatóvá, érdemes legalább a megvalósítható elemeket átvenni. Mire kell törekedni elsősorban?



- Ahol a környezeti levegő nem szennyezett, szükséges a természetes ventilláció maximális kihasználása (legyen megfelelő nyitható felület, az ablakok könnyen nyithatóak, biztonságosak legyenek, legyenek megfelelően kialakított légbevezetők, légbeeresztők). A kórokozó vírusok, baktériumok, illetve a beltéri légszennyezők egészségkockázata leghatékonyabban szellőztetéssel csökkenthető, például járványok idején a védekezés fontos eleme az intenzív szellőztetés. Ugyanakkor az egészséget, közérzetet és teljesítményt alapvetően meghatározó kielégítő friss levegőellátás esetén a megfelelő hőkomfort biztosítása téli hidegben, illetve nyári hőségben fokozott energiafelhasználással, ennek megfelelően fokozott kibocsátással jár.

Az igényhez igazított, de **energiapazarlást megelőző, szabályozott légcserét természetes szellőztetés esetén a szén-dioxid monitorok biztosíthatják**, egyensúlyt teremtve az egészséget támogató beltéri levegő iránti igény és a klímavédelmi szempontok között.

- Energiaigényes hűtés helyett válasszuk inkább a fentebb említett passzív hűtési technikákat!
- Törekedni kell az alternatív energiaforrások használatára a helyi sajátosságok kihasználásával.
- Fontos az energiahatékony fűtés és a szigetelés, de nem a szellőzés rovására!
- Még a kis energiafelhasználású elektromos berendezéseknél is fontos a használaton kívüli kikapcsolás.
- Törekedni kell az udvar zölddebbé tételére:
 - legyen elegendő nagy lombkoronájú, környezettűrő fa az árnyékoláshoz,
 - legyen védősövény körben a légszennyezők szűrésére,
 - legyen környezeti nevelés szempontjából kiemelt zöld terület. Szemléletformáló élőhelyként madáretető, rovarház, tó, függőleges zöldkert alakítható. Emellett zöldségeskert és komposztáló telepíthető. Ahol csak lehet, komposztáljunk, fontos a helyes komposztálási módszer tanítása és gyakoroltatása az iskolában, óvodában,
 - ezek mellett legyen a jó közérzet és a természetközelség érzete szempontjából elegendő belső bokros-fás terület [37]
- Az iskola- és óvodaudvarok, iskolai rekreációs területek zöld átalakítását a szülők és a gyermekek bevonásával, közösségformáló programként is véghez vihetjük. A tapasztalatok szerint a szülők szívesen segítenek a gyermekük egészségét javító zöldsövények, zöldhomlokzatok, fák telepítésében.
- Kis ökológiai lábnyomú, nem messziről szállított termékek választása.
- Környezetkímélő, környezetbarát címkével ellátott termékek vásárlása.
- Víztakarékosság (csapok karbantartása, nyomógombos csapok, víztakarékos WC-k). Beruházásoknál érdemes megfontolni megfelelő esővíz-gyűjtők kialakítását az udvaron a locsoláshoz, vagy az épületek tetején a WC-k öblítésére.
- Ételpazarlás megszüntetése (a közétkeztető felé visszajelezni, megszervezni a nem kiosztott felesleg gyors eljuttatását a rászorulókhhoz).
- Programok a hulladék csökkentésére, újrahasznosítás, szelektív hulladékgyűjtés.

5. Összefoglalás

Alapvető közegészségügyi követelmény, hogy az oktatási-nevelési intézményekben a beltéri levegő ne károsítsa a gyermekek egészségét, fejlődését és tanulmányi eredményességét.

Ennek érdekében fontos a kültéri légszennyezők bejutásának csökkentése, a felújítások során az egészségi szempontok elsőbbsége, a mindennapok során és felújításkor is az alacsony emissziójú termékek használata, a megfelelő légcseré biztosítása, a megfelelő hőmérséklet és páratartalom beállítása, illetve mindehhez a fenntarthatósági szempontok figyelembevétele gyermekeink jövője érdekében.

Sok esetben nehéz egyszerre biztosítani a tanuláshoz szükséges mennyiségű friss levegőt, ugyanakkor távoltartani a külső légszennyezőket és a zajt. Továbbá nehéz a megfelelő ventiláció és hőmérséklet biztosítása úgy, hogy mindezt a lehető legkisebb energiaráfordítással tegyük.

Ezen gondok gyakorlati megoldásához kívánt segítséget nyújtani ez az útmutató.

Természetesen mindezek megvalósítását senki sem vállalhatja fel egyedül, szükség van az iskolavezetés, a tanári kar, a szülők, a fenntartók és a döntéshozók szoros együttműködésére. Ugyanakkor leginkább akkor megvalósíthatóak és betarthatóak e célok, ha a gyermekeket bevonjuk mind a tervezésbe, döntésbe, mind a megvalósítás folyamataiba és ellenőrzésébe. Kihazsnálhatjuk ehhez kreativitásukat, ötleteiket és hajlandóságukat, mivel tudatában vannak, hogy mindez leginkább az ő egészségüket érinti.

Melléklet a
„Módszertani ajánlás az oktatási-nevelési intézmények beltéri
levegőminőségének javítására”
című szakmai kiadványhoz

A módszertani ajánlás az egyes kockázati tényezők csökkentésének lehetőségeit részletezi. Ezeket összegzi és listázza az e mellékletben található értékelési módszertan, melynek célja, hogy az egyes intézmények egyéni adottságait figyelembe véve olyan helyi intézkedési terv szülessen, mellyel a nem megfelelő beltéri levegő miatti egészségkockázat csökkenthető.

A. Ellenőrző táblázat az oktatási-nevelési intézmények beltéri levegőminőségét befolyásoló tényezőkről

(Segédlet az egészségi kockázat csökkentése céljából történő értékeléshez)

Minden intézmény más külső-belső adottságokkal rendelkezik, tehát e kérdések elsősorban vonalvezetőként javasoltak. Egyes intézményeknél egyéb, itt fel nem sorolt kockázati tényezők is felmerülhetnek. Amennyiben egyéb jelentősebb (folyamatos vagy gyakori) légszennyezőforrás azonosítható, azt a kérdőív végén található táblázatba szükséges beírni.

Sokszor tapasztalható, hogy egy-egy intézményen belül a különböző tantermek/foglalkoztatók is eltérő adottságúak, állapotúak. A szükséges intézkedések tervezésekor a termek zömére jellemző ellenőrző listát célszerű elkészíteni. Amennyiben nagy különbség van a különböző épületrészek között, külön egységként is kezelhető például a régi és új épületszárny.

Akár minden teremről készíthető egy ellenőrző lista, mely a későbbiekben segíthet az intézkedési tervek prioritásainak mérlegelésekor. Cél, hogy az intézményi élet hétköznapijainak megfelelő irányú változtatásával, illetve a kisebb-nagyobb beruházások egészségi szempontok alapján történő tervezésével a káros kockázati tényezők mennyiségét csökkentsük.

A kockázati tényezők elbírálásához szükséges információkat és a megoldási javaslatokat a mellékelt módszertani ajánlás tartalmazza.

A táblázatban a színskála jelentése:

Nem, vagy csak hosszútávon megváltoztatható tényezők
Beruházással / nagyobb felújítási munkákkal / áttervezéssel, települési / hatósági segítséggel, illetve közösségi összefogással megoldható problémák
Kisebb felújítási munkával / kisebb anyagi ráfordítással, közösségi összefogással, illetve pusztán odafigyeléssel, szemléletváltással is megvalósítható tényezők

B. Az értékelés tartalmi elemei

I. Környezeti tényezők

1. A település/településrész (500-1000 m-en belül) levegőminőségét meghatározó tényezők általános jellemzése

A levegő-minőséget meghatározó tényező	Kedvező/nem befolyásoló	Kedvezőtlen	Kedvezőtlen tényezők összegzése	Mérlegelendő szempontok, lehetséges intézkedések	Megvalósított vagy tervezett változtatások
Földrajzi elhelyezkedés és adottság	☐ Magasabb fekvés ☐ Nem körbezárt település	☐ Völgy-fekvés ☐ Sűrűn beépített település/településrész	☐	–	–
Ipari létesítmények/erőművek/hulladéklerakók, -égetők/szennyező mezőgazdasági tevékenység a közelben	☐ Nem jellemző	☐ Jellemző	☐	Ipari kibocsátást csökkentő beruházások előnyben részesítése.	–
A lakossági fűtés jellege	☐ Jellemzően gázfűtés vagy távfűtés vagy alternatív fűtés	☐ Jelentős hányadban szilárd tüzelés (fa-, szén-tüzelés, vegyes kazánok)	☐	Milyen intézkedésekkel lehetne betartani a légszennyezők határértékeire vonatkozó jogszabályi kötelezettségeket? Lehetőség szerint környezetbarát fűtési módokra való törekvés.	–
Illegális hulladékégetés	☐ Nem jellemző	☐ Jellemző/előfordul	☐	Illegális hulladékégetés esetén mérlegelendő, hogy az illetékes hatóság milyen intézkedéssel tudná a légszennyezést az adott településen csökkenteni.	–

2. Az épület környezetének (200-300 m-en belül) leírása levegőminőség szempontjából

A levegő-minőséget meghatározó tényező	Kedvező/nem befolyásoló	Kedvezőtlen	Kedvezőtlen tényezők összegzése	Mérlegelendő szempontok, lehetséges intézkedések	Megvalósított vagy tervezett változtatások
Forgalmas utak, mélygarázsok/nagyobb parkolók, buszpályaudvarok, benzinkutak a közelben	☐ Egyik sincs ☐ Vannak, de központi szellőztetőrendszer szűri a szennyezett környezeti levegőt	☐ Vannak, és a szennyezett környezeti levegő szűrés nélkül áramlik be	☐	Szűrt friss levegőt biztosító mesterséges szellőztető rendszer kiépítése javasolt, ha a kültéri levegő tartósan szennyezett.	Tervezik-e mesterséges szellőztetőrendszer utólagos beépítését? ☐ Igen, tervezik ☐ Nem tervezik
Az épület parkolóinak távolsága a termék ablakaitól	☐ 10 m-nél távolabb	☐ 10 m-nél közelebb vannak parkolók	☐	A parkolók az épülettől min. 10 m-nél távolabb kerüljenek kialakításra, amennyiben ez nem megoldható, zöld sövényrel való határolás szükséges.	Tervezik-e a közeli parkolók áthelyezését, lezárását a nem elektromos gépjárművek elől, vagy megfelelő szűrést biztosító zöld határoló kialakítását? ☐ Igen, tervezik
Szoktak-e az intézmény előtt a szülői autók/gyerekszállító buszok járó motorral várakozni?	☐ Nem ☐ Üres-járatot tiltó tábla van elhelyezve	☐ Gyakran előfordul	☐	A járó motorral való várakozás korlátozása javasolt. Ehhez szükséges lehet felszólító tábla kihelyezése.	Tervezik-e tábla kihelyezését? ☐ Igen, tervezik
Nagyobb méretű, hosszabb időtartamú (egy év, vagy hosszabb) építkezés / bontás a közelben	☐ Nincs	☐ Van	☐	Az iskolához közeli építkezés esetén javasolt: - a bontandó terület nedvesítését kérni a por csökkentése céljából - az érintett osztályokat/csoportokat ideiglenesen áthelyezni, a termeket másik oldalról kell friss levegővel ellátni - az építkezés idejére ideiglenesen HEPA-szűrős légtisztítókat szükséges elhelyezni az osztályokban.	Jelenleg folyó építkezés esetén történt-e intézkedés? ☐ Igen, kérték a portalanabb kivitelezést, hatékonyabb határolást ☐ Igen, áthelyezés történt, szellőztetés a másik oldalról ☐ Igen, ideiglenesen HEPA-szűrős légtisztítók elhelyezése megtörtént

Zavaró kéményfüst a közelben	☐ Nincs	☐ Van	☐	Technikai megoldás vagy hatósági intézkedés szükséges a probléma megoldására.	Felvették-e a kapcsolatot a hatósággal/szakemberrel? ☐ Igen, folyamatban ☐ Tervezik
Illegális avarégetés, kerti zöldhulladék égetése a közeli kertekben	☐ Nem jellemző	☐ Heti-kétheti rendszerességgel előfordul	☐	Törekedni kell a közös megegyezésre a probléma megoldásához, ennek hiányában hatósági közbenjárás szükséges.	Történt-e kapcsolatfelvétel? ☐ Igen, folyamatban ☐ Tervezik
Nagyobb lombkoronájú fák, sövények, parkok az épület környékén, zöldfal	☐ Van	☐ Nincs	☐	Törekedni kell minél nagyobb kiterjedésű, levegőt szűrő zöldnövényzet telepítésére.	Tervezik-e zöldsűrő telepítését? ☐ Már megvalósult ☐ Igen, tervezik
Allergizáló növények az iskola környékén	☐ Az épület körüli ültetett növényzet kevesebb mint 20%-a allergén ☐ Az épület környéke parlagfűmentesített	☐ Az épület körüli ültetett növényzet nagyobb aránya allergén ☐ Előfordul parlagfű a környéken	☐	Hosszútávon törekedni kell a nem allergizáló növényzet mennyiségének/arányának növelésére. Parlagfű tömeges előfordulása esetén annak irtása kötelező!	Tervezik-e további nem allergizáló növények ültetését? ☐ Már megvalósult ☐ Igen, tervezik

3. Az épület és a telek adottságai, melyek meghatározzák a légszennyezők bejutását és a hőmérsékletet

A levegő-minőséget meghatározó tényező	Kedvező/nem befolyásoló	Kedvezőtlen	Kedvezőtlen tényezők összegzése	Mérlegelendő szempontok, lehetséges intézkedések	Megvalósított vagy tervezett változtatások
A környezet beépítettsége	☐ Lazább beépítettségű területen van az intézmény ☐ Az épület körbejárható	☐ Szorosan beépített területen helyezkedik el ☐ A környező épületek kettőnél több szintesek ☐ Az épület nem körbejárható	☐	–	–
Légmozgás mértéke az épület környékén	☐ Jellemzően van elegendő légmozgás	☐ A levegő gyakran megreked	☐	–	–
Forgalmas út esetén zöld védősáv/ védősövény az épület utcafronti részén	☐ Van	☐ Nincs	☐	Forgalmas út mentén időjárást és légszennyezettséget bíró védősövény, esetleg nagyobb fák telepítése javasolt. Amennyiben nincs hely védősávnak, ajánlott dézsában nevelhető, illetve falra futtatható növények telepítése.	Tervezik-e védősáv telepítését? ☐ Már megvalósult ☐ Igen, tervezik
Az udvar zöldterületi jellege	☐ Nagyobb részben zöld, fás-bokros terület	☐ Nincs elegendő zöld terület ☐ Nagy-részt betonnal, kővel borított terület ☐ Az udvar jelentős részét elfoglalja a tanári parkoló	☐	A zöldterület növelése érdekében a beton, térkö egy részének zöldnövényzettel való helyettesítése javasolt.	Tervezik-e az udvar zöldítését? ☐ Már részben megvalósult ☐ Igen, tervezik
Az udvar épülethez viszonyított elhelyezkedése, nagysága, forgalomtól való védettsége	☐ Alkalmas pihenésre (rekreációra)	☐ Nem alkalmas pihenésre a zaj és szennyezett levegő miatt	☐	Az udvari részre ható környezeti zajt és a légszennyezettséget valamilyen védőfallal vagy zöldsávval csökkenteni szükséges.	Tervezik-e az udvar védelmét? ☐ Már megvalósult ☐ Igen, tervezik

A torna- termek ablakai	☐ Forgalomtól elzárt területre/ belső udvarra néznek, padlószintről könnyen nyithatók ☐ Szűrővel ellátott gépi (mechanikus) szellőztetőrendszer működik a tornateremben	☐ Forgalmasabb utcafrontra nyílnak és nincs légszűrővel ellátott szellőztetőrendszer ☐ Udvarra néznek, de az ablakok nyitása nehézkes	☐	A tornaterembe szűrővel ellátott gépi (mechanikus) szellőztetőrendszer telepítése javasolt.	Tervezik-e gépi (mechanikus) szellőztetés beépítését az utcafrontra nyíló tornaterembe? ☐ Igen, tervezik
A gyermekek huzamosabb tartózkodására kialakított helyiségek ablakai	☐ Belső udvarra nyílnak ☐ Forgalomtól elzárt területre/ kisforgalmú mellékutca nyílnak	☐ Főútra/ forgalmas útra nyílnak	☐	Ha lehetséges, az állandó tanterem kevésbé légszennyezett épületrészekbe való átköltöztetése javasolt.	Megvalósítható az átköltöztetés? ☐ Igen, tervezik ☐ Nincs kevésbé légszennyezett épületrész
A forgalmasabb útra nyíló termék ablakai	☐ Csak felsőbb emeleti állandó termék vannak, a földszinti/ alsóbb emeleti helyiségeket nem használják huzamosabb tartózkodásra ☐ A forgalmas útra nyíló termékben központi szellőztetőrendszer szolgáltatja a friss levegőt	☐ Földszinten lévő utcafronti termék is vannak, szellőztetőrendszer nélkül	☐	Lehetséges intézkedések a forgalmas útra nyíló tanterem esetében: Az állandó tanterem átköltöztetése fentebbi emeletekre. Amennyiben ez nem lehetséges, a földszinti termék mesterséges szellőztetéssel való felszerelése javasolt, melynek beszívási pontja a kevésbé forgalmas épületrész magasabb pontjára tervezendő. Forgalmas utcára nyíló termekben csúcsforgalom idején ne az utcafrontról, hanem az udvar felől a folyosók közvetítésével történjen a friss levegő-ellátás.	Terveznek-e intézkedést a földszinti termekben tartózkodók egészségvédelmére? ☐ Igen, átköltözést terveznek ☐ Igen, egészségesebb friss levegőt biztosító mesterséges szellőztetőrendszer bevezetését tervezik

A gyermekek huzamosabb tartózkodására kialakított helyiségek hővédelme	☐ Az ablakokat és napsütötte falakat külső árnyékolók/ zöldárnyékolók védik ☐ Az ablakokon külső hővédő ablakfóliák vannak ☐ Központi HVAC (szabályozott frisslevegő-utánpótlást biztosító központi szellőztető rendszer) vagy alacsony energiafelhasználású légkondicionáló berendezés működik ☐ Ventilátor biztosított 26°C feletti beltéri hőmérséklet esetén	☐ Csak belső árnyékolók vannak ☐ A hővédelem nem biztosított ☐ Nem biztosítottak ventilátorok 26°C feletti beltéri hőmérséklet esetén sem	☐	Az egyes helyiségek hővédelme érdekében külső árnyékolókkal, ablakfóliával szükséges védekezni. Megoldás lehet még erre valamely külső tartóelemre futtatható zöld növényvel való árnyékolás is. A szűrést, friss levegőellátást és hűtést is biztosító HVAC-rendszer kiépítése javasolt. A nagyobb felmelegedésnek kitett termekben legalább ventilátorok biztosítása ajánlott.	Tervezik-e a passzív hővédelem javítását? ☐ Igen, külső árnyékolókat terveznek ☐ Igen zöld sövényt, zöldárnyékolót terveznek telepíteni Ha passzív eszközökkel tartósan nem tartható a 27-28°C-ot meg nem haladó hőmérséklet, tervezik-e szűrést és hűtést is biztosító HVAC-rendszer telepítését? ☐ Igen, tervezik
A külső falak szigetelése	☐ Hőmérsékletet megfelelően tartó, elégséges vastagságú téglafal ☐ Külső szigetelés	☐ Nem megfelelő vastagságú, szigetelés nélküli falak ☐ Belső szigetelés	☐	Az épület külső szigetelése javasolt. Műemléképület esetén hőszigetelő festék alkalmazható.	Tervezik-e a külső szigetelést, vagy műemléképület esetén a hőszigetelő festést? ☐ Igen, tervezik

II. Beltéri légszennyező-források azonosítása

1. Burkolóanyagok, berendezések károsanyag-kibocsátása

A levegő-minőséget meghatározó tényező	Kedvező/nem befolyásoló	Kedvezőtlen	Kedvezőtlen tényezők összegzése	Mérlegelendő szempontok, lehetséges intézkedések	Megvalósított vagy tervezett változtatások
A padozat anyaga	☐ Fa (parketta, hajópadló) ☐ Alacsony emissziójú termékcímkével ellátott egyéb padlóburkolók (melyeknek kevés a formaldehid/szerves illékony vegyület/ftalát/per- és polifluorozott vegyület kibocsátása)	☐ PVC vagy egyéb műanyag padló, laminált padló, szőnyegpadló, mely nem jelzetten alacsony kibocsátású termék	☐	Új padló beépítése csak nyári szünetben javasolt, 4-6 hét intenzív szellőztetés megvalósításával. Zavaró szaghatás esetén forráskutatás elvégzése javasolt. Emellett PVC és egyéb műanyag padló, laminált padló, vagy szőnyegpadló esetén intenzívebb szellőztetés szükséges.	Van mód felújítások nyári időzítésére? ☐ Igen, így történt ☐ Igen, így tervezik ☐ Nem lehetséges
A játszószőnyeg anyaga	☐ Egyszerű szőtt vagy csomózott textilszőnyeg ☐ Alacsony emissziót jelző címkével ellátott szőnyeg	☐ Gépi játszószőnyeg ☐ Szőnyegpadló	☐	Gépi játszószőnyeg, szőnyegpadló ellenjavallt, kizárólag alacsony kibocsátású termék alkalmazható.	Van mód egészségbarát szőnyeg beszerzésére? ☐ Igen, már megtörtént ☐ Igen, tervezik
Falfesték, falburkoló	☐ Mész ☐ Vízbázisú, egészségbarát festék	☐ Diszperziós/oldószeres festék ☐ PVC falburkoló ☐ Tapéta	☐	Festéskor kizárólag mész, vagy alacsony károsanyagkibocsátású festék javasolható. Ha ennek ellenére oldószeres festéket, tapétát alkalmaztak, a felújítástól számított legalább egy évig intenzívebb szellőztetés szükséges az adott teremben. Tapéta, beltéri falburkoló esetén penészesedés első jeleinek jelentkezésekor a falburkoló eltávolítandó.	Figyelembe tudják venni e szempontokat? ☐ Igen, már eszerint jártak el ☐ Igen, így tervezik a jövőben ☐ Nem

Árnyékolók	☐ Kültéri árnyékoló ☐ Mosógépben mosható egyszerű textilből készült sötétítő függöny	☐ Beltéri műanyag roló, lapfüggöny ☐ Csak vegytisztítható függöny ☐ Vízipergető, lakástextilből készült függöny	☐	A textilfüggönyök mosása legalább félévente ajánlott. Beltéri árnyékolókból csak termékcímkén jelzett alacsony kibocsátású termék alkalmazható. A hőség elleni védekezéshez nem a kilátást és légmozgást akadályozó redőnyök, beltéri sötétítők alkalmasak, hanem a napsütötte falak árnyékolását is biztosító nagyobb felületű napellenzők, napvitorlák.	Figyelembe tudják venni a fenti szempontokat? ☐ Igen, már eszerint jártak el ☐ Igen, így tervezik a jövőben ☐ Nem
Legutolsó festés, lakkozás, burkolás időpontja	☐ Fél évnél régebben	☐ Bármelyiknél fél éven belüli időpont, ha nincs kontrollált, intenzív szellőztetés	☐	Festés, lakkozás vagy burkolás esetén folyamatos és fokozott szellőztetés szükséges. Ennek kontrollálására a termekben elhelyezett szén-dioxid monitor alkalmas.	Megvalósítható-e egy alacsony költségigényű szén-dioxid monitor beszerzése legalább a frissen festett termekben? ☐ Igen, már megvalósult ☐ Igen, tervezik
Bútorok, berendezési tárgyak beszerzésének időpontja	☐ Fél évnél régebben	☐ Bármelyiknél fél éven belüli időpont, ha nincs kontrollált, intenzív szellőztetés	☐	Felújítási munkák után folyamatos és fokozott szellőztetés végzése javasolt. Ennek kontrollálására a termekben elhelyezett szén-dioxid monitorok javasoltak.	Megvalósítható-e egy alacsony költségigényű szén-dioxid monitor beszerzése újonnan bútorozott termekben? ☐ Igen, már megvalósult ☐ Igen, tervezik
Egy éven belüli felújítás/cseréje esetén minimum 4 hetes teljes át-szellőztetés?	☐ Igen, megtörtént a minimum 4 hetes folyamatos, kereszthuzatos átszellőztetés	☐ Nem szellőztettek megfelelően ☐ Nem nyári szünetben, vagy csak nyári szünet legvégén fejeződött be a felújítás	☐	Javasolt a bútorcserét, padlócsere nyáron, 4-6 hétig tartó teljes, folyamatos szellőztetés biztosításával végezni. A felújításokkal egyidőben javasolt szén-dioxid monitorok beszerelése is.	Van mód a felújítások nyári időzítésére, 4-6 hét intenzív szellőztetésre? ☐ Igen, így történt ☐ Igen, így tervezik ☐ Nem
Nyomatatók, fénymásolók, 3D-nyomatógépek jelenléte a termekben	☐ Csak speciális, jól szellőztetett helyiségekben	☐ Vannak az állandó tartózkodásra szánt termekben is	☐	Ezen eszközök külön helyiségben működtethetők. Ha ez nem megvalósítható, kizárólag teljesen kitárt ablakokkal működtethetők, a gyermekek távollétében.	Van lehetőség szellőztethető, külön helyiségbe elhelyezni ezeket az eszközöket? ☐ Igen, tervezik ☐ Nem

2. Az oktatási-nevelési tevékenység során alkalmazott anyagok károsanyag kibocsátása

(festékek, ragasztók, szövegkiemelők, korrektorok, gyurmák)

A levegő-minőséget meghatározó tényező	Kedvező/nem befolyásoló	Kedvezőtlen	Kedvezőtlen tényezők összegzése	Mérlegelendő szempontok, lehetséges intézkedések	Megvalósított vagy tervezett változtatások
Az oktatáshoz szükséges anyagok beszerzése	☐ Alacsony károsanyag kibocsátású, ökocímkével ellátott anyagokat használnak	☐ Nincs figyelembe véve	☐	Csak alacsony formaldehid- és szerves illékony vegyület (VOC) kibocsátást garantáló bizonyítvánnyal, címkével ellátott anyagok használata javasolt.	Van mód figyelembe venni a termékek károsanyag-kibocsátását? ☐ Igen, figyelembe vették eddig is ☐ A továbbiakban figyelembe veszik ☐ Nincs mód választani
Extra szellőztetés ezen anyagok használatakor	☐ Használat közben intenzívebb szellőztetés	☐ Nem rutin az intenzívebb szellőztetés ezen anyagok használatakor	☐	Csak kitárt ablakok mellett alkalmazhatók a festékek, ragasztók, lakkok. Az ilyen jellegű tevékenységeket inkább melegebb hónapokra érdemes időzíteni a könnyebb szellőztethetőség kedvéért.	Ügyelnek az extra szellőztetés szükségességére ezen anyagok használatakor? ☐ Igen, ilyenkor intenzívebben szellőztetnek ☐ A jövőben figyelnek majd rá
Szakórákon vegyszerek használatakor	☐ Van megfelelő elszívó, vegyi fülke	☐ Nincs megfelelően működő elszívó	☐	A vegyszerek használatakor szellőztetés és külön elszívás is szükséges. A szaktantermekben, tanműhelyekben az ablakok könnyen nyithatók legyenek, valamint működőképes elszívó berendezés használata szükséges. A szaktantermi elszívókat az általános szellőztetőrendszertől elkülönített körön kell működtetni. Az elszívórendszer rendszeres, előírt rendszerességű karbantartása javasolt.	Ha nem megfelelő a szellőztetés a szakórákon a vegyszerek használatakor, tervezik-e elszívórendszer megfelelő kiépítését, felújítását? ☐ Igen, tervezik ☐ Egyelőre nem, csak intenzíven szellőztetnek

3. Penészesedés

A levegő-minőséget meghatározó tényező	Kedvező/nem befolyásoló	Kedvezőtlen	Kedvezőtlen tényezők összegzése	Mérlegelendő szempontok, lehetséges intézkedések	Megvalósított vagy tervezett változtatások
Rossz hőszigetelés/hőhidak	☐ Nem jellemző	☐ Jellemző	☐	Műszaki megoldási javaslat kérése ajánlott szakértőtől.	Felveszik-e a kapcsolatot szakemberrel? ☐ Igen, tervezik
Beázás, nedvesedés	☐ Nem jellemző	☐ Jellemző/előfordul	☐	Beázás gyors műszaki megszüntetése és az átnedvesedett falak kiszárítása javasolt. Többnapos beázásnál a szárítást előzze meg penészsölőszeres falfestés. Amennyiben a vakolat pereg, salétromos, azt a szárítás előtt le kell kaparni.	Amennyiben beázás történik, figyelembe tudják venni ezen egészség-szempontokat? ☐ Igen, így tettek eddig is ☐ Igen, de sajnos a beázás gyakori ☐ Mivel az egész épület nedves, salétromos, nagyobb felújítást, átépítést terveznek
Fűtés / Hőérzet	☐ Megfelelő	☐ Elégtelen/előfordul, hogy fáznak a gyerekek ☐ Vagy a jelenlegi fűtés túlságosan szennyezi a levegőt (pl. fűtési időszakban nem lehet jól szellőztetni)	☐	Fűtés korszerűsítése hőkomfort okán szükséges. A lehető legkevesebb károsanyag-kibocsátású és legnagyobb hatásfokú fűtőmód alkalmazandó.	Figyelembe tudják venni e levegőminőséget befolyásoló szempontokat? ☐ Igen, alternatív energiával/távfűtéssel/gázzal fűtenek/a fűtés hatásfoka megfelelő ☐ Igen, alternatív energiával/távfűtéssel/gázzal fűtenek, de a fűtés hatásfokán még javítani kell ☐ Nagyobb károsanyag-kibocsátású tüzelővel fűtenek, a fűtés korszerűsítését tervezik

A szellőztetés egyenletes-sége és hatékonysága	☐ Térben egyenletes légmozgás ☐ Megfelelő hatékonyságú légsere	☐ Nem megfelelő ☐ Vannak légmozgás nélküli, nehezen szellőztethető sarkok, zónák	☐	Minden ablaknak nyithatónak kell lennie. Ha szigeteltek az ablakok, résszellőző kialakítása szükséges. Amennyiben nincs, légbevezetők kialakítása lehet szükséges. Kereszthuzatos szellőztetés végzése javasolt. Gyermek jelenlétében a huzatérzés elkerülésére figyelni kell. Az ajtók az ablakokkal ellenoldali falon kerüljenek kialakításra. Amennyiben ez nem lehetséges, a légbevezetőkben aktív légáramlást szükséges létrehozni ventilátor beépítésével. A ventilátort szén-dioxid és páratartalom mérő műszer automatikusan működtetheti.	Tervezik a természetes szellőztetés, a légsere hatásfokának javítását megfelelően elhelyezett légbevezetőkkal, esetleg szén-dioxid és páratartalom vezérelt, aktív légáramlást biztosító légbevezetőkkal? ☐ Igen, tervezik
Látható penészfoltok a falakon	☐ Nincsenek	☐ Vannak ☐ Jelenleg nincsenek, de visszatérő penészfoltok előfordulnak	☐	Azonnali szakszerű penésztelenítés szükséges a gyermekek távollétében. A penészmentesítést követően nedves portörlet, felmosás, alapos szellőztetés szükséges. A penészesedés okát ki kell deríteni, és meg kell szüntetni.	Ha előfordul penészesedés, kiderült az oka? Történik szakszerű penésztelenítés? ☐ Igen, azonnal szakszerűen kezelik, és a gyakori penészesedés okát tervezik megszüntetni ☐ Eddig nem történt szakszerű kezelés, de a továbbiakban így járnak el

Beltéri szigetelés, álmennyezet, tapéta	☐ Nincs	☐ Van	☐	Beltéri fal- és mennyezeti burkolat beépítése nem javasolt. Meglévő burkolatoknál rejtett penészesedés fennállhat. Erre utaló jelek: légzőszervi panaszok, vízfoltok a gipszkarton falakon, álmennyezeteken vagy a közeli falrészeken. Mennyezeti burkolat eltávolításánál figyelembe kell venni, hogy alatta azbeszttartalmú építőelemek lehetnek.	Gyakori légúti tünetek jelentkezése esetén megvizsgálták a beltéri fal- és mennyezeti burkolatokat? ☐ Igen, megtörtént ☐ Igen, tervezik Vízfoltok, penészesedés esetén megtörtént a burkolatok eltávolítása? ☐ Igen, megtörtént ☐ Igen, tervezik
--	--------------------------------	------------------------------	--------------------------	---	--

4. Takarítás, portalanítás módszere

A levegő-minőséget meghatározó tényező	Kedvező/nem befolyásoló	Kedvezőtlen	Kedvezőtlen tényezők összegzése	Mérlegelendő szempontok, lehetséges intézkedések	Megvalósított vagy tervezett változtatások
Nedves (vizes) takarítás	☐ Naponta minimum egyszer, szükség esetén többször	☐ Ritkábban	☐	Napi nedves takarítás szükséges a tanórák/foglalkozások után.	Amennyiben száraz takarítást végeznek, terveznek áttérni nedves takarításra? ☐ Igen ☐ Nem, csak ritkábban van rá mód
Porszívózás	☐ Nincs szükség rá, mosható felületek ☐ HEPA-szűrős porszívózás	☐ Hagyományos porszívó használata	☐	Porszívózáshoz (ha szükséges) HEPA-szűrős porszívó ajánlott. A HEPA-szűrőket fél évente javasolt cserélni.	Amennyiben HEPA-szűrős porszívót használnak a szűrők rendszeres cseréje megoldott? ☐ Igen ☐ Nem
Berendezési tárgyak nedves portörölése	☐ Hetente/kéthetente	☐ Ritkábban, mint kéthetente	☐	Szakszerű takarítás szükséges. A nedves portörölés feltétele a rendszeres rendrakás. A nedves portörölő textilek fertőzést közvetíthetnek, gyakori cseréjük, mosásuk javasolt. A táblákat nedves szivaccsal szükséges letörölni.	Megvalósítható-e a heti/kétheti rendszerességű nedves portörölés? ☐ Igen ☐ Nem, csak ritkábban van rá mód
Felületek tisztíthatósága	☐ Könnyen letörölhető, sima felületek ☐ Zárt szekrények a tárgyak tárolására	☐ Porfogó felületek (érdes/kárpitozott felületek, sok szőnyeg, textilbútor, nyitott, zsúfolt polcok)	☐	A zsúfolt, nyitott polcok fedése javasolt. Csak sima felületű, könnyen tisztítható berendezési tárgyak beszerzése javasolt.	Amennyiben sok a porfogó felület, tervezik könnyen letörölhető, sima felületű bútorok, polcok beszerzését? ☐ Igen, tervezik

Szőnyegek/ textilbútorok tisztítása	☐ Nincs szőnyeg/ textilbútor ☐ Textil- felületek takarítása rendszeresen (mosás mosógépben/ HEPA-szűrős porszívózás/ gőztisztítás)	☐ Heti egyszerinél ritkább takarítás ☐ Csak hagyományos porszívózás	☐	Kizárólag gyakran mosható textilszőnyeg javasolt. Kárpitozott felület, textil- bútor nem javasolható. Ha van kárpitozott felület, textilbútor, azok rendszeres szakszerű tisztítása szükséges hetente/kéthetente, járvány esetén gyakrabban.	Tervezik-e a gépi szőnyegek lecserélését mosógépben mosható szőnyegekre? ☐ Igen, tervezik A textilfelületek heti/kétheti gőztisztítása megvalósítható? ☐ Igen ☐ Nem
Függönyök/ árnyékolók takarítása	☐ Csak külső árnyé- koló van ☐ A függönyöket minimum félévente egyszer mosógépben mossák ☐ A belső árnyékolókat kéthetente/ havonta portalánítják	☐ A függönyök félvévenkénti- nél ritkább takarítása ☐ Csak vegyileg tisztíthatók a függönyök ☐ A belső árnyékolókat ritkábban portalánítják	☐	A belső árnyékolók kiváltása javasolt kültéri árnyékolókkal. Ha vannak függönyök, azok mosógépben való mosása legalább félévente ajánlott. A nem mosható, csak vegytisztítható függönyök ellenjavalltak.	Tervezik a belső árnyékolókat kültéri árnyékolókra (napellenző, napvitorla, zöldárnyékoló) leváltani? ☐ Igen, tervezik Tervezik-e a csak vegyileg tisztítható függönyök eltávolítását? ☐ Igen, tervezik
Váltócipő használata	☐ Szigorúan betartják	☐ Nincs/ csak részben	☐	Váltócipőt nyáron is szükséges használni a porszennyezettség csökkentésére. Ezek tárolására megfelelő nagyságú tároló kialakítása szükséges.	Egész éves váltócipő használata lehetséges? ☐ Igen, a feltételek adottak, az ellenőrzés megtörténik ☐ Igen, ez a szabály, de nehéz a betartatása ☐ Egyelőre csak télien valósul meg

5. A takarítás-karbantartás során alkalmazott vegyszerek

A levegő-minőséget meghatározó tényező	Kedvező/nem befolyásoló	Kedvezőtlen	Kedvezőtlen tényezők összegzése	Mérlegelendő szempontok, lehetséges intézkedések	Megvalósított vagy tervezett változtatások
Fertőtlenítőszeres felmosás	☐ Naponta egyszer, a tanulók távollétében (járványos időszakban többször)	☐ Ritkábban ☐ A gyermekek intézményi tartózkodása idején	☐	Fertőtlenítőszeres felmosás csak kitárt ablakok mellett javasolt, a fertőtlenítőszer megfelelő töménységű alkalmazásával. A napi felmosás elmaradása, a nem engedélyezett termék használata, a nem megfelelő koncentrációjú oldat növelheti az egészségkockázatot. Járványos időszakban, vagy egyéb, szükség szerinti extra felmosás ideje alatt a tanulók nem tartózkodhatnak a teremben, csak felszáradás és 10-20 perc kereszthuzatos szellőztetés után.	Engedélyezett fertőtlenítőszerrel, előírásnak megfelelő töménységű oldattal történik a fertőtlenítőszeres felmosás? ☐ Igen, előírás szerint, dokumentálva történik a takarítás ☐ Nem mindig ellenőrizhető
Fertőtlenítőszereken kívül alkalmazott egyéb vegyszerek	☐ Nem használnak más vegyszert	☐ Egyéb tisztítószer, víz-, és folteltávolító-, felületápoló kemikália	☐	Csak a minimálisan szükséges, környezetkímélő, nem toxikus hatóanyagokat tartalmazó oldatok javasoltak, nem ajánlhatók illatosított, víz-, és folteltávolító-, felületápoló felületaktív anyagokat (pl. per- és polifluorozott vegyületeket) tartalmazó oldatok.	Használnak illatosított, víz-, és folteltávolító-, felületápoló anyagokat tartalmazó oldatokat? Ha igen, tervezik-e azokat környezetkímélő hatóanyagokat tartalmazó oldatokra cserélni? ☐ Igen, tervezik
Takarítás utáni szellőztetés	☐ Megfelelő időtartamú kereszthuzatos szellőztetés	☐ Az ablakokat már takarítás közben, vagy még felszáradás előtt becsukják	☐	Télen legalább 10 perc, nyáron legalább 20 perc kereszthuzatos szellőztetés szükséges a takarítás befejezése után. Ez akkor sem hagyható el, ha takarítás után teljes éjszakai szellőztetés történik buktatott ablakokkal.	Felmosás után megtörténik a legalább 10-20 perc hosszúságú kereszthuzatos szellőztetés? ☐ Igen, működési szabályzat rögzíti, de nem mindig ellenőrizhető ☐ Nem, de a jövőben működési szabályzatba

					foglalják a takarítás utáni szellőztetést
A takarítószerek tárolása	☐ Előírás szerint	☐ Nem előírás szerint ☐ A takarítószerek szaga érezhető a folyosón	☐	A gyermekek teremtől távol, kulcsra zárt helyiségben, lezárt, címkével ellátott, eredeti flakonokban, tárolóedényekben szükséges tárolni. A helyiség ne a gyermekek által használt folyosóra szellőzőn.	A takarítószerek tárolása zárt helyiségben történik? ☐ Igen ☐ Zárt szekrényben, de a szekrény a gyermekek által is használt folyosóra szellőzőzik

6. Beépített azbeszttartalmú építőanyagok és szigetelők állapotának felmérése

A levegő-minőséget meghatározó tényező	Kedvező/nem befolyásoló	Kedvezőtlen	Kedvezőtlen tényezők összegzése	Mérlegelendő szempontok, lehetséges intézkedések	Megvalósított vagy tervezett változtatások
Ismert azbeszt-tartalmú építőelem	☐ Biztosan nincs azbeszt-tartalmú építőelem (szakértői vizsgálat bizonyította) ☐ Az épület 2005 után épült	☐ Van ismert azbeszt-tartalmú építőelem ☐ Nem ismert, de az épület kora alapján lehetséges (1960 és 2005 között épült vagy felújított épület)	☐	Ha nem ismert, de lehetséges azbeszttartalmú építőelem, felújítás nem történhet a szakértői vizsgálat előtt!	Ha az épület 1960 és 2005 között épült, van-e dokumentum az esetleges azbeszt-tartalmú építőelemekre vonatkozóan? ☐ Igen, van ☐ Nincs, de a felújítás, bontás előtt vizsgálatot kérnek
Ha van, annak állapota	☐ Ép felületű	☐ Töredezett, szálasodott, hiányos	☐	Szakértői vélemény szerint szükséges mérlegelni a teendőket.	–
Ha az azbeszt-gyanús elem fedése, felülete nem ép, megtörtént a szóbanforgó terület elzárása és azbesztmentesítő céggel való kapcsolatfelvétel?	☐ Nincs ilyen elem ☐ Van, de elzárták	☐ Még nem történt intézkedés	☐	Az azbesztgyanús építőelem területét (folyosórész, alagsor, stb.) szükséges elzárni a gyermekek és az alkalmazottak elől.	Történt-e intézkedés vélhetően azbeszt-tartalmú elem esetén? ☐ Felvették a kapcsolatot azbesztmentesítő céggel és a kérdéses területet lezárták ☐ Még nem vették fel a kapcsolatot azbesztmentesítő céggel, de tervezik és a területet lezárták ☐ Még nem történt sem kapcsolatfelvétel, sem lezárás

Felújítások elkezdése előtt kikérk-e szakértő véleményét az átépítendő részben található esetleges azbeszt-tartalmú elemekről?	☐ Igen	☐ Nem	☐	Átépítések, bontási munkák, alagsorban vagy tetőtérben szükséges átalakítások, álmennyezetek megbontása, csőcserék előtt a fenntartó szakértői vizsgálatot kér. A vizsgálat eredményéről az intézmény vezetése is értesül. Ennek figyelembevételével történik az átépítés, illetve a védelem megtervezése, hivatalos azbesztmentesítő cég bevonásával.	Ha nem ismert, hogy van-e azbeszt-tartalmú építőelem, történt-e felújítások, átépítések előtt szakértői vizsgálat? ☐ Igen, kértek szakértői vizsgálatot ☐ Nem történt szakértői vizsgálat ☐ Felújítás, bontás előtt majd kérnek
Történt-e az azbeszt-tartalmú elemet is érintő javítási, karbantartási, átalakítási munka az utóbbi években?	☐ Nem, nincs ilyen elem, illetve nem bolygatták ☐ Történt, hivatalos azbesztmentesítő cég bevonásával	☐ Igen, fűrták, fűrészelték, elmozdították az érintett elemet, a munkát nem hivatalos azbesztmentesítő cég végezte	☐	Azbeszt-tartalmú elemek eltávolításakor, mozgatásakor be kell tartani a szigorú munka-, és a veszélyes hulladékokra vonatkozó környezetvédelmi előírásokat.	Ha van olyan építőelem, ami tartalmazhat azbesztet, az átépítéskor azbesztmentesítő céget kérnek fel? ☐ Igen, így tettek ☐ Felújítás, bontás esetén mindenképpen azbesztmentesítő céget hívnak

7. A radonkitettség mérlegelése

A levegő-minőséget meghatározó tényező	Kedvező/nem befolyásoló	Kedvezőtlen	Kedvezőtlen tényezők összegzése	Mérlegelendő szempontok, lehetséges intézkedések	Megvalósított vagy tervezett változtatások
Földrajzi elhelyezkedés, illetve a beépített építőanyagok alapján	☐ Magasabb radon-koncentráció nem valószínűsíthető	☐ Magasabb radon-koncentráció nem kizárható	☐	Földrajzi kitettséget mérlegelni szükséges. Magas kockázatú területen vagy ismert nagyobb radioaktivitású beépített építőanyagok esetén radon koncentráció-mérés szükséges.	Amennyiben magas radon kockázatú területen fekszik az iskola, vagy ott nagyobb radioaktivitású beépített építőanyagok találhatók, tervezik a radonkoncentráció mérését? ☐ Igen, tervezik
Radon-koncentráció mérés (ha volt) eredménye	☐ 100 Bq/m ³ alatti átlagérték	☐ 100 Bq/m ³ feletti átlagérték	☐	100 Bq/m ³ átlagérték felett preventív intézkedések (fokozott szellőztetés az érintett helyiségekben), 300 Bq/m ³ felett emellett még a radonmentesítő eljárás is mérlegelendő.	–
Alagsori termék, tornaterem	☐ Nincsenek ☐ Vannak, de a mért radonkoncentráció kisebb, mint 100 Bq/m ³	☐ Vannak, és a magasabb radon-koncentráció nem kizárható, de mérés nem történt	☐	Alagsori tanterem csak alacsony radon-koncentráció esetén használható, de ez esetben sem állandó tartózkodásra. Alagsori tornateremnél radonmérés szükséges. Magas radonkoncentráció esetén az alagsori állandó használatú tanterem, foglalkoztatók áthelyezése indokolt felsőbb emeletekre.	Alagsori tornaterem esetében végeztek radonmérést? ☐ Igen ☐ Nem, de tervezik Magas radon-koncentrációjú alagsori termék, tornaterem esetén tervezik annak áthelyezését egy kevésbé magas/radonmentes emeletre? ☐ Igen ☐ Technikailag nem megvalósítható ☐ Csak a távolabbi jövőben lehetséges

Szellőztetés	☐ Óránkénti keresztvezetős szellőztetés biztosított ☐ Éjszakai/korareggeli szellőztetés ☐ Mesterséges szellőztető rendszer biztosítja a kontrollált légcsere	☐ Nem szellőztetnek minden órában teljes kereszt-légáramlattal ☐ Éjszakai/korareggeli szellőztetés hiánya	☐	Óránkénti teljes átszellőztetés szükséges tanítási/nevelési időben mindenhol. Magas kockázatú területen vagy ismert nagyobb radioaktivitású építőanyag esetén nyáron a folyamatos éjszakai szellőztetés, télen a korareggeli teljes átszellőztetés elmaradhatatlan. Megfelelő hatékonyságú mechanikus szellőztetőrendszer beépítése lehet indokolt magasabb radon-koncentráció esetén.	Magas radon-koncentráció esetén megvalósul-e az óránkénti teljes átszellőztetés, valamint a folyamatos órai szellőztetés? ☐ Igen ☐ Nem Megvalósul-e nyáron a folyamatos éjszakai szellőztetés, télen a korareggeli teljes átszellőztetés a magas radon-koncentrációjú helyeken? ☐ Igen ☐ Nem Tervezik gépi (mechanikus) szellőztetőrendszer beépítését? ☐ Igen, tervezik
Ismert magas beltéri radon-koncentráció esetén	☐ Mesterséges szellőztetéssel megnövelt légcsere ☐ Radon-koncentráció ellenőrzés ☐ Radon-mentesítő eljárás	☐ Nincs radon-mentesítő eszköz	☐	Ismert magas beltéri radon-koncentráció esetén javasolt a légcsere növelése, megfelelő hatékonyságú gépi (mechanikus) szellőztetőrendszer beépítése, indokolt esetben túlnyomással és/vagy egyéb radonmentesítő eljárás alkalmazása. Emellett rendszeres radon-koncentráció ellenőrzés szükséges.	Ismert magas radon-koncentráció esetén tervezik a légcsere növelését, valamint gépi (mechanikus) szellőztetőrendszer kiépítését? ☐ Igen, tervezik a mesterséges szellőztetés kiépítését, addig a természetes szellőztetés intenzívebb megvalósítására koncentrálnak ☐ Csak a távolabbi jövőben lehetséges Tervezik radonmentesítő eljárás bevezetését, ha nem elég a szellőztetési eljárás? ☐ Igen, tervezik

III. A természetes szellőztetés megfelelősége

A levegő-minőséget meghatározó tényező	Kedvező/nem befolyásoló	Kedvezőtlen	Kedvezőtlen tényezők összegzése	Mérlegelendő szempontok, lehetséges intézkedések	Megvalósított vagy tervezett változtatások
Az ablakok kialakítása és állapota megfelelő a hatékony szellőztetéshez?	☐ Igen	☐ Túl kis felületű ablakok ☐ Nem nyitható ablakok ☐ Balesetveszélyes ablakok ☐ Felső ablakok nyitáshoz nincs távnyitó kar ☐ Cserepes növények, függönyök akadályozzák az ablakok megfelelő kitarását és az átszellőzést	☐	Általában az ablakok összfelülete legalább az alapterület 1/6-a szabvány szerint. Könnyen működtethető, biztonságosan kezelhető ablakok szükségesek. Az ablakokkal ellenoldali légbevezetők kialakítása lehetséges. Felső ablakokhoz működőképes távnyitók szükségesek. A nyári átszellőztetést a sötétítők akadályozzák, inkább külső, légáramlást nem akadályozó árnyékolók javasoltak.	Az ablakok biztonságosan kezelhetők, padlószintről könnyen működtethetők? ☐ Igen ☐ Nem, de tervezik a felújításukat
Szigetelt ablakok esetén van-e azokon résszellőző vagy a falfelületen szellőzőnyílás?	☐ Igen	☐ Nem	☐	A résszellőzők, illetve az ablakok résnyire nyitott állapotban való rögzíthetősége minimális szellőzést biztosítanak, meglétük esetén sem hagyható el az óránkénti intenzív átszellőztetés, illetve meleg idő esetén a folyamatos órai szellőztetés.	Amennyiben szigeteltek az ablakok, és nincs rajtuk résszellőző, tervezik-e légbevezetők kialakítását a megfelelő légcsere érdekében? ☐ Igen, tervezik
Gyakran észlelhető a termékbe lépve, hogy állott a levegő?	☐ Nem	☐ Igen	☐	Elhasznált levegő gyakori észlelése esetén szén-dioxid monitor felszerelése indokolt az energiatakarékos, ugyanakkor egészségtámogató szellőztetés megvalósításához.	Megvalósítható-e szén-dioxid monitor felszerelése a termékben? ☐ Igen, tervezik

Minden szünetben biztosítják a teljes át-szellőztetést?	☐ Igen	☐ Nem	☐	Szükséges a teljes keresztlégáramlás biztosítása balesetmentesen, a gyermekek szünetekben való kültérben (szabad-levegőn) tartózkodásával, illetve a bentmaradó gyermekek felügyeletével.	Megoldható a termék kiürítése a szellőztetés idejére? ☐ Igen, minden szünetben ☐ Csak egy-két szünetben ☐ Nem, de a gyermekek tanári felügyelete megoldható, így megvalósítható a balesetmentes és megfázásmentes szellőztetés
Az órai szellőztetés megfelel a 3.3.1 bekezdésben leírtaknak? <i>(lásd Módszertani ajánlás)</i>	☐ Igen	☐ Nem	☐	Kis hőmérsékletkülönbség esetén folyamatosan buktatott vagy résnyire nyitott ablakok javasoltak.	Megvalósítható-e az órai/foglalkozások alatti folyamatos szellőztetés nem túl nagy hőmérsékletkülönbség esetén? ☐ Igen ☐ Nehezen, mert az ablakok nem buktathatók, illetve nem rögzíthetők résnyire nyitott állapotban ☐ Nem, a kültéri zaj miatt ☐ Nem, a kültéri légszennyezettség miatt
Hőségnapok idején biztosított az esti, éjszakai szellőztetés a helyiségek lehűtésére?	☐ Igen	☐ Nem	☐	Buktatható ablakok kialakítása ajánlott. Szeles időjárás esetére ablakkitámasztók javasoltak a buktatott helyzet biztonságos rögzítésére.	Megvalósítható az éjszakai szellőztetés? ☐ Igen ☐ Nem, mert az ablakok nem buktathatók ☐ Igen, de ehhez előbb biztonságtechnikai kiegészítőket (ablakrács, stb.) szükséges beépíteni

Van-e a termekben szén-dioxid monitor, mely jelzi a szellőztetés szükségességét?	☐ Igen ☐ Nincs, de szigorú szellőztetési renddel pótolják ☐ A szabályozott frisslevegő utánpótlást központi szellőztető/HVAC-rendszer biztosítja	☐ Nincs sem szén-dioxid monitor, sem HVAC-rendszer, sem kötelező szellőztetési rend	☐	Minden teremben szén-dioxid monitor felszerelése ajánlott. Szén-dioxid monitorok, illetve központi szellőztetőrendszer hiányában működési szabályzatban rögzített, kötelezően betartandó szellőztetési rend szükséges, mely rögzíti, hogy különböző hőmérsékleti tartományok esetén mennyi a megfelelő beltéri levegő biztosításához szükséges szellőztetési idő.	Megvalósítható-e minden teremben szén-dioxid monitor felszerelése? ☐ Igen, tervezik Szén-dioxid vezérelt HVAC rendszer kiépítését tervezik? ☐ Igen, tervezik Ezek hiányában van-e működési szabályzatban rögzített szellőztetési rend? ☐ Igen ☐ Nincs, de tervezik
Van-e a termekben lehetőség a légáramlás/légcsere segítésére a nyári napokon?	☐ Van ventilátor a termekben ☐ Az épület jellemzői miatt a keresztvezetős légmozgás még nyári napokon is elegendő	☐ Nincs	☐	Nyári hőségnapokra ventilátor behelyezése javasolt a légcsere hatékonyságának növelésére.	Megvalósítható ventilátorok beállítása az érintett termekben? ☐ Igen, eddig is biztosított volt ☐ Igen, beszerzését tervezik
Csak belső levegőt keringető légtisztító készülék/légkondicionáló (split klíma) berendezés esetén használnak-e szén-dioxid monitort?	☐ Nincsenek csak belső levegőt keringető készülékek a termekben ☐ Van ilyen készülék és van szén-dioxid monitor is	☐ Működik légtisztító vagy légkondicionáló, de szén-dioxid monitor nélkül	☐	Természetes szellőztetés esetén (ha nincs mesterséges szellőztetőrendszer) légtisztító vagy split klímaberendezés működtetése csak szén-dioxid monitor alkalmazásával javasolt.	Légtisztító vagy split klíma beállításakor felszereltek szén-dioxid monitorokat? ☐ Igen, már van az érintett termekben ☐ Igen, tervezik

IV. Beépített szellőztetőrendszer

A levegő-minőséget meghatározó tényező	Kedvező/nem befolyásoló	Kedvezőtlen	Kedvezőtlen tényezők összegzése	Mérlegelendő szempontok, lehetséges intézkedések	Megvalósított vagy tervezett változtatások
A szellőztetőrendszer működése	☐ Elszívó-befúvó rendszer	☐ Csak elszívó	☐	Olyan elszívó-befúvó rendszer kiépítése javasolt (utólagosan is lehetséges), mely megfelelő friss levegő biztosítása mellett szűri is a beáramló kültéri levegőt. Különösen fontos a szellőztetőrendszer kiépítése szigetelt nyílászárók esetén. Csak elszívó rendszer esetén fontos a viszonylag tisztább levegő biztosítása park/udvar felőli légbevezetőkön keresztül.	Van-e szűrt, friss levegőt is biztosító mesterséges szellőztetőrendszer az épületben? ☐ Igen, az energiahatékonysági felújítással egyidőben megtörtént a beépítés ☐ Tervezik ☐ Csak elszívó rendszer van, a beáramló levegő szűrése nem történik meg
Friss levegő beszívási pontok megfelelősége	☐ Tetőn, kéménytől távol ☐ Magasan azon a falon, amelyik forgalomtól, parkolóktól távolabb van, zöldterületre néz	☐ A beszívási pont a homlokzati fal földszinti részén ☐ A beszívási pont kémény, parkolóhely, dohányzóhely, forgalmas hely közelében	☐	A beszívási pont nem lehet légszennyező forrás (pl.: kémény, parkolóhely, dohányzóhely, forgalmas útszakasz, magas radontartalmú talaj esetén a talaj) közelében. Panaszok esetén a friss levegő beszívási pont áthelyezésére vonatkozó lehetőségek felmérése és kivitelezése szükséges, légtechnikai szakvélemény alapján.	–
Elhasznált levegő kifúvási pontok távolsága az ablaktól, vagy a beszívási ponttól	☐ Ablakoktól, beszívási ponttól távol	☐ Ablakokhoz, beszívási ponthoz közel	☐	Építési szabványok betartása szükséges. A beszívási és kifúvási pont között minimum 3 méter javasolt.	–

Megfelelő hatékonyságú szűrő a rendszerben	☐ Van	☐ Nincs	☐	A pollenek és kisebb méretű aeroszol részecskék, „szálló por” kiszűrésére megfelelő, szabvány szerinti finomszűrők alkalmasak, emellett előszűrők alkalmazása is lehetséges.	–
A rendszer tisztításának, karbantartásának, a szűrők cseréjének vagy tisztításának gyakorisága	☐ Üzemeltetési előírás szerint (minimum fél évente)	☐ Ritkábban	☐	A szűrők cseréjét forgalmas helyen található épületeknél negyedévente, kisebb külső légszennyezettség esetén minimum fél évente ajánlott elvégezni. A szűrőcsere elmaradása csökkenti a rendszer hatékonyságát, légszállító teljesítményét, energiát pazarol, a beltéri levegő szennyeződésével és zajnövekedéssel jár.	Megfelelő gyakorisággal történik a karbantartás? ☐ Igen ☐ Ritkábban
A szellőztetőrendszer energiaigénye	☐ Alacsony energiaigényű/hőcserélős ☐ Alternatív energiát használ	☐ Normál energiaigényű	☐	Törekedni kell a lehető legnagyobb hatékonyságra. Új kiépítéshez alacsony energiaigényű hőcserélős rendszer szükséges.	–

V. Összesítés

<u>A beltéri levegő meghatározói</u>	<u>Felfedett kockázati tényezők</u>	<u>Egyéb, a kérdőívben nem szereplő kockázati tényezők / légszennyező források</u>
I. Környezeti levegőt befolyásoló tényezők		
nem nagyon változtatható		
nehezebben változtatható		
könnyebben változtatható		
II. Beltéri szennyezőforrások		
nem nagyon változtatható		
nehezebben változtatható		
könnyebben változtatható		
III. Természetes szellőztetés		
nem nagyon változtatható		
nehezebben változtatható		
könnyebben változtatható		
IV. Mechanikus szellőztetőrendszer		
nem nagyon változtatható		
nehezebben változtatható		
könnyebben változtatható		

Források

1. Rudnai, P., et al. (2012.) School Environment and Respiratory Health of Children (The SEARCH Study). *Epidemiology*, 23(5S), O-181.
<https://doi.org/10.1097/01.ede.0000416838.20113.a7>
2. Csobod, É., Rudnai, P., & Vaskövi, É. School Environment and Respiratory Health of Children (SEARCH) International research project report within the “ Indoor air quality in European schools: Preventing and reducing respiratory diseases program”
[https://www.semanticscholar.org/paper/School-Environment-and-Respiratory-Health-of-\(-\)-%E2%80%9C-Csobod-Rudnai/242cabafe2b23defbe95ad4a4ac4eeb3c4cecd59](https://www.semanticscholar.org/paper/School-Environment-and-Respiratory-Health-of-(-)-%E2%80%9C-Csobod-Rudnai/242cabafe2b23defbe95ad4a4ac4eeb3c4cecd59)
3. Csobod, É., et al. (2014.) *SINPHONIE - Schools Indoor Pollution and Health Observatory Network in Europe - Final Report* (EUR 26738). Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-79-39407-2, doi:10.2788/99220, JRC91160.
<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC91160>
4. Madureira, J., Paciência, I., Rufo, J., Ramos, E., Barros, H., Teixeira, J., Fernandes, E., Indoor air quality in schools and its relationship with children's respiratory symptoms. *Atmospheric Environment* (2015.)118, 145-156. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.07.028>
5. Salthammer, T., Uhde, E., Schripp, T., Schieweck, A., Morawska, L., Mazaheri, M., Clifford, S., He, C., Buonanno, G., Querol, X., Viana, M., Kumar, P., Children's well-being at schools: Impact of climatic conditions and air pollution *Environment International* (2016.) 94, 196-210.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.05.009>
6. de Prado Bert, P., Mercader, E.M.H., Pujol, J. et al. The Effects of Air Pollution on the Brain: a Review of Studies Interfacing Environmental Epidemiology and Neuroimaging. *Current Environmental Health Reports* (2018.)5, 351-364. <https://doi.org/10.1007/s40572-018-0209-9>
7. Forns, J., Dadvand, P., Esnaola, M., Pedrerol, A., Vicente-L, M., Esteban-G, R., Cirach, M., Basagaña, X., Guxens, M., Sunyer, J., Longitudinal association between air pollution exposure at school and cognitive development in school children over a period of 3.5 years. *Environmental Research* (2017.) 159, 416–421. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.08.031>
8. Bluyssen, M.P., Zhang, D., Kuvers, S., Overtom, M., Sanchez-O, M., Self-reported health and comfort of school children in 54 classrooms of 21 Dutch school buildings. *Building and Environment* (2018.)138, 106-123. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.04.032>
9. Kelly J, F., Fussel C, J., Improving indoor air quality, health and performance within environments where people live, travel, learn and work. *Atmospheric Environment* (2019.)200;
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2018.11.058>
10. International Agency for Research on Cancer (IARC). Outdoor air pollution - Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans (2015.) Volume 109.
<https://publications.iarc.who.int/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Outdoor-Air-Pollution-2015>
11. Európai Számvevőszék. Légszennyezés: egészségünk védelme még mindig nem elégséges (2018.) (Különjelentés 23/2018). <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/air-quality-23-2018/hu/>

12. Sunyer, J., González-S, E., Esteban-G, R., Rivas, I., Pujol, J., Pedrerol-A, M., Forns, J., Querol, X., Basagaña, X., Traffic-related Air Pollution and Attention in Primary School Children: Short-term Association. *Epidemiology* (2017.)28(2), 181-189.
doi: 10.1097/EDE.0000000000000603. PMID: 27922536; PMCID: PMC5287434.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5287434/>
13. International Agency for Research on Cancer (IARC). (1987). *Overall evaluations of carcinogenicity: An updating of IARC monographs volumes 1–42* (IARC Monographs Suppl. 7). World Health Organization, IARC. Retrieved from <https://publications.iarc.fr/139>
14. International Agency for Research on Cancer (IARC). (2010). *Some non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons and some related exposures* (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 92). World Health Organization, IARC.
<https://publications.iarc.fr/120>
15. World Health Organization. Regional Office for Europe. (2014). *Combined or multiple exposure to health stressors in indoor built environments. An evidence-based review prepared for the WHO training workshop on multiple environmental exposures and risks*
16. National Indoor Air Quality Action Plan, Hungary (2018.)
https://www.nnk.gov.hu/attachments/article/78/Indoor%20Air%20Quality%20Action%20Plan_Hungary.pdf
17. IARC (2006). Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tertbutoxypropan-2-ol. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, 88, 1–478.
<https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Formaldehyde-2-Butoxyethanol-And-1--Em-Tert-Em--Butoxypropan-2-ol-2006>
18. Lucattini, L., Poma, G., Covaci, A., Boer, J., Lamoree, M., Leonards, P., A review of semi-volatile organic compounds (SVOCs) in the indoor environment: occurrence in consumer products, indoor air and dust. *Chemosphere* (2018.)201, 466-482.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.02.161>
19. IARC (1977.) Asbestos - Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Man Volume 14 <https://publications.iarc.fr/32>
20. WHO handbook on indoor radon: a public health perspective / edited by Hajo Zeeb, and Ferid Shannoun. ISBN 978 92 4 154767 3
https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44149/9789241547673_eng.pdf?sequence=1
21. Fisk J, W., Chan R, W., Johnson L, A., (2019.) Does dampness and mold in schools affect health? Results of a meta-analysis. *International Journal of Indoor Environment and Health*, Vol. 29, <https://doi.org/10.1111/ina.12588>
22. Wargocki, P., Wyon, DP., Matysiak, B., Irgens, S., (2005.) The effects of classroom air temperature and outdoor air supply rate on performance of school work by children. *Indoor Air*, 368, <https://www.isiaq.org/docs/PDFs/0368.pdf>
23. Wargocki, P., Salazar-P, J., Espinoza-C, S., Bahnfleth, W., (2020.) The relationships between classroom air quality and children's performance in school. *Building and Environment*.173, ISSN 0360-1323, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132320301074>

24. Mendell, J.M., Eliseeva, A.E., Davies, M.M., Spears, M., Lobscheid, A., Fisk, J.W., Apte, G.M., (2013.) Association of classroom ventilation with reduced illness absence: a prospective study in California elementary schools. *Indoor Air*, 23(6):515-28. doi: 10.1111/ina.12042.
25. Fisk, J.W (2017.) The ventilation problem in schools: literature review. *Indoor Air*. 27(6):1039-1051. doi: 10.1111/ina.12403.
26. Ad hoc Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte. (2008.) Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft. *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz*, 51(11), 1358–1369.
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/kohlendioxid_2008.pdf
27. ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2019 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality
<https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standards-62-1-62-2> ;
28. EN 16798-1:2019 Energy performance of buildings - Ventilation for buildings
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/b4f68755-2204-4796-854a-56643dfcfe89/en-16798-1-2019>
29. World Health Organization. (2021). *Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240021280>
30. Use of CO₂ feedback as a retrofit solution for improving air quality in naturally ventilated classrooms. 10th International Conference on Healthy Buildings, Brisbane; 2012
<https://orbit.dtu.dk/files/51664009/HB2012,%20Wargocki%20and%20Silva.pdf>
31. Stabile, L., Dell’Isola, M., Russi, A., Massimo, A., Buonanno, G., (2017.) The effect of natural ventilation strategy on indoor air quality in schools. *Science of The Total Environment*, 595, 894-902. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.048>
32. Carrer, P., Fernandes, O.E., Santos, H., Hänninen, O., Kephelopoulos, S., Wargocki, P., (2018.) On the Development of Health-Based Ventilation Guidelines: Principles and Framework. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7): 1360;
<https://doi.org/10.3390/ijerph15071360>
33. World Health Organization. (2018). Assessment and mitigation of risks for children’s health from chemicals in indoor air. <https://iris.who.int/handle/10665/346084>
34. MacNeill, M., Dobbin, N., Jean-St, M., Wallace, L., Marro, L., Shin, T., You, H., Kulka, R., Allen, W.R., Wheeler, J.A., (2016.) Can changing the timing of outdoor air intake reduce indoor concentrations of traffic-related pollutants in schools? *Indoor Air*, 26: 687–701.
<https://doi.org/10.1111/ina.12252>
35. Cummings, E.B., Waring, S.M., (2020.) Potted plants do not improve indoor air quality: a review and analysis of reported VOC removal efficiencies. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology* 30, 253–261. <https://doi.org/10.1038/s41370-019-0175-9>
36. REHVA – Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations. (2021). *REHVA COVID-19 guidance for school buildings*.
https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_Guidance_School_Buildings.pdf

37. A SARS-COV-2 elleni védekezés lehetőségei a természetesen és mesterségesen szellőztetett épületekben. NNK, 2021.
https://www.nnk.gov.hu/attachments/article/647/%C3%AAtmutat%C3%B3%20k%C3%B6z%C3%B6ss%C3%A9gi%20%C3%A9p%C3%BCletek%20%C3%BCzemeltet%C3%A9s%C3%A9hez_20210429.pdf
38. Designing quality in learning spaces: Indoor air quality and thermal comfort. Version 2, 2022.
<https://web-assets.education.govt.nz/s3fs-public/2025-05/Indoor-Air-Quality-and-Thermal-Comfort-V2-v2.0-2022.pdf>
39. Ventilation in schools. Better learning conditions for young people. Fachinformationszentrum Karlsruhe FIZ. BINE Themeninfo, 2015.
https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/449094202/BINE_Themeninfo_Ventilation_in_schools_0115_engl_internet.pdf
40. Susorova, I., (2015.) 5-Green facades and living walls: vertical vegetation as a construction material to reduce building cooling loads. In: *Eco-Efficient Materials for Mitigating Building Cooling Needs*, Woodhead Publishing, 127-153. ISBN 9781782423805, doi:10.1016/B978-1-78242-380-5.00005-4.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781782423805000054>
41. Xiao, X., et al. (2020.) Greenness around schools associated with lower risk of hypertension among children. *Environmental Pollution*, Volume 256, 113422, doi: 10.1016/j.envpol.2019.113422.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749119331598>
42. A közoktatási és felsőoktatási intézmények közegészségügyi követelményei - Módszertani útmutató. Országos Környezetegészségügyi Intézet; Budapest, 2014.
43. WHO Regional Office for Europe (2022.) Measures to reduce risks for children's health from combined exposure to multiple chemicals in indoor air in public settings for children (with a focus on schools, kindergartens and day-care centres)
<https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289057974>
44. World Health Organization. (2010.) WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants
<https://www.who.int/publications/i/item/9789289002134>
45. World Health Organization (2018.) Air pollution and child health: prescribing clean air.
<https://www.who.int/publications/i/item/WHO-CED-PHE-18-01>
46. Dadvand, P., et al. (2015.) The association between greenness and traffic-related air pollution at schools. *Science of Total Environment*. 523, 59–63. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.03.103.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969715003782?via%3Dihub>
47. Osborne, S., Uche, O., Mitsakou, C., Exley, K., Dimitroulopoulou, S., (2021.) Air quality around schools: Part I – A comprehensive literature review across high-income countries. *Environmental Research*. 196:110817. doi:10.1016/j.envres.2021.110817.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935121001110?via%3Dihub>
48. Vieira, J., et al. (2018.) Green spaces are not all the same for the provision of air purification and climate regulation services: the case of urban parks. *Environmental Research*. 160:306–13. doi:10.1016/j.envres.2017.10.006
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935117316535?via%3Dihub>

- 49.** Barwise, Y., Kumar, P., (2020.) Designing vegetation barriers for urban air pollution abatement: a practical review for appropriate plant species selection. *Climate and Atmospheric Science*. 3(1):12.doi:10.1038/s41612-020-0115-3. <https://www.nature.com/articles/s41612-020-0115-3>
- 50.** Kuramochi, H., Tsurumi, R., Ishibashi, Y., (2023.) Meta-Analysis of the Effect of Ventilation on Intellectual Productivity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 20, 5576. doi.org/10.3390/ijerph20085576 <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/8/5576>

