

# AZ EGÉSZSÉGES ISKOLAI KÖRNYEZET KIALAKÍTÁSÁRA VONATKOZÓ SZAKPOLITIKÁK ÁTTEKINTÉSE ÉS JAVASLATOK MEGFOGALMAZÁSA

---

Az InAirQ projekt alapján, nemzeti kutatási  
és ágazati ajánlások

Végső változat  
2019

---







## Tartalom

|  |           |
|--|-----------|
| <b>A. SUMMARY</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>B. ÖSSZEFOGLALÁS</b> .....  | <b>12</b> |
| <b>C. BEVEZETÉS</b> .....  | <b>18</b> |
| <b>D. A BELTÉRI LEVEGŐMINŐSÉG ÉS AZ EGÉSZSÉGHATÁS KAPCSOLATÁNAK KUTATÁSA AZ EURÓPAI UNIÓBAN</b> .....                                  | <b>21</b> |
| D.1. INDEX PROJEKT 2002-2004.....  | 23        |
| D.2. ENVIE PROJECT 2004-2008 .....   | 32        |
| D.2.1. Az EnVIE projekt javaslatai .....   | 32        |
| D.3. PROMOTING ACTIONS FOR HEALTHY INDOOR AIR (IAIAQ) .....  | 34        |
| D.4. HEALTHVENT PROJECT .....  | 37        |
| D.4.1. Legalacsonyabb egészségvédő légcseré arányok - Mik a korlátai ezen korábbi vizsgálatok eredményeinek alkalmazásánaka? .....     | 39        |
| D.4.2. Egészség- bizonyíték alapú megközelítés a HealthVent projektben .....   | 40        |
| D.4.3. A HealthVent projekt a következő ajánlásokat fogalmazta meg: .....  | 43        |
| D.5. SEARCH ÉS SINPHONIE PROJEKT .....   | 43        |
| D.5.1. A projekt a következő EU irányelveket fogalmazta meg az iskolák egészséges belső környezetének kialakítására vonatkozóan: ..... | 45        |
| <b>E. A KÜLSŐ ÉS A BELSŐ TÉRI LÉGSZENNYEZÉSSEL KAPCSOLATOS SZAKPOLITIKA EGYES ORSZÁGOKBAN</b> .....                                    | <b>48</b> |
| E.1. AMERIKAI EGYESÜLT ÁLLAMOK .....   | 48        |
| E.2. EGYESÜLT KIRÁLYSÁG .....  | 50        |
| E.2.1. Oktatási célú intézményekkel kapcsolatos szabványok .....   | 50        |
| E.2.2. Előírások az iskola épületekre .....  | 51        |
| E.2.3. Az Egyesült Királyságra vonatkozó ajánlások elérhetősége:.....  | 57        |
| E.3. FRANCIAORSZÁG.....  | 58        |
| E.4. KANADA .....  | 60        |
| E.4.1. A javasolt határértékek bemutatása.....   | 60        |
| E.4.2. A kanadai adatok hivatkozási listája.....   | 65        |
| E.5. MAGYARORSZÁG - A HAZAI SZABÁLYOZÁS ÁTTEKINTÉSE.....   | 67        |
| E.6. NÉMETORSZÁG: .....  | 70        |
| E.6.1. Beltéri levegőminőség irányérték javaslatok .....   | 71        |



|         |   |     |
|---------|---|-----|
| E.6.2.  | Ajánlott beltéri irányértékek.....  | 74  |
| E.6.3.  | Nem toxikológiailag megalapozott ajánlások .....  | 78  |
| E.6.4.  | Az irányértékeken alapuló kockázatkezelés.....  | 82  |
| E.7.    | A BELTÉRI LEVEGŐMINŐSÉG HATÁRÉRTÉKEK SZABÁLYOZÁSA EGYES ORSZÁGOKBAN - A LEGÚJABB HELYZET BEMUTATÁSA.....  | 84  |
| E.8.    | EU SZABÁLYOZÁS .....  | 87  |
| E.9.    | AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS (EU) 2018/844 IRÁNYELVE (2018. MÁJUS 30.) AZ ÉPÜLETEK ENERGIAHATÉKONYSÁGÁRÓL SZÓLÓ 2010/31/EU IRÁNYELV ÉS AZ ENERGIAHATÉKONYSÁGRÓL SZÓLÓ 2012/27/EU IRÁNYELV MÓDOSÍTÁSÁRÓL (EGT-VONATKOZÁSÚ SZÖVEG)..... | 94  |
| E.10.   | A WHO- BELTÉRI LEVEGŐMINŐSÉGGEL KAPCSOLATOS AJÁNLÁSAI .....   | 98  |
| E.11.   | NEMZETKÖZI JAVASLATOK A BELTÉRI LEVEGŐMINŐSÉG, HŐKOMFORT ÉS MEGVILÁGÍTÁS JAVÍTÁSÁRA .....   | 102 |
| E.12.   | RÁDIÓFREKVENCIÁS ELEKTROMÁGNESES TEREK.....   | 106 |
| E.12.1. | A rádiófrekvenciás környezet.....   | 106 |
| E.12.2. | Okos eszközök .....   | 110 |
| E.12.3. | Szabványok és határértékek .....  | 110 |
| E.12.4. | Felhasznált irodalom .....  | 113 |
| F.      | AJÁNLÁSOK.....  | 116 |



## A. Summary

Indoor air quality, which is a function of outdoor and indoor air pollutants, thermal comfort, and sensory loads (odors, “freshness”), can affect the health of children and adults and may affect student learning and teacher productivity.

Pollutants are generated from many sources. Outdoor pollutants include ozone, which has been associated with absenteeism among students. Pollutants and allergens in indoor air—mold, dust, pet dander, bacterial and fungal products, volatile organic compounds, and particulate matter—are associated with asthma and other respiratory symptoms and with a set of building-related symptoms (eye, nose, and throat irritations; headaches; fatigue; difficulty in breathing; itching; and dry, irritated skin). In some cases, outdoor pollutants react with indoor chemicals to create new irritants.

Heating, ventilation, and air-conditioning (HVAC) systems are intended to provide (i) effective outside air delivery to rapidly dilute or filter out air contaminants and (ii) thermal comfort for building occupants by heating or cooling outside air coming into occupied spaces. Ventilation can be supplied through mechanical systems, which draw air into and push air out of a building, or “naturally,” through the opening and closing of doors and windows and by uncontrolled leakage points through a building’s envelope. A variety of mechanical systems is available, including hybrid systems that use both natural and mechanical ventilation.

One of the most important indoor air pollutant is carbon dioxide, which occurs in a concentration of 500-1500 ppm in general. If its concentration is higher than 1500 ppm it can cause the following symptoms: dizziness, headache, sleepiness, decrease of activity. CO<sub>2</sub> level can be used as a good indicator of indoor air quality, it is easily measurable. Paints, glues and other building materials are the sources of volatile organic compounds, new products emit higher concentration of VOCs than older products. Damp and mould should be mentioned potentially causing serious complaints.



The Ostrava Declaration calls the attention to take into account the WHO air quality guidelines and indoor air quality guidelines in the policy-making process, including in the development or updating of national air quality standards and air quality management policies.

Requirements for indoor air quality (IAQ) in buildings is prescribed by existing standards for ventilation but are often poorly related on health. At present, many ventilation standards (e.g. EN15251 define ventilation requirements in non-industrial buildings to meet comfort requirements of occupants, specified by the percentage of dissatisfied persons with indoor air quality and/or by the intensity of odour). While comfort is an important parameter, it does not fully reflect more serious health impacts like asthma, allergies, chronic obstructive pulmonary disease, cardiovascular diseases, lung cancer and acute toxication that are caused by exposures to pollutants present in indoor air. There are no European guidelines to recommend how the buildings should be ventilated to reduce the health risks of the occupants' exposed to indoor air pollutants.

Thermal comfort is influenced by temperature, relative humidity, and perceived air quality (sensory loads) and has been linked to student achievement as measured by task performance. Relative humidity is also a factor in the survival rates of viruses, bacteria, and fungi and their effects on human health.

HVAC systems must be properly designed and sized to handle the sensible and latent heat loads of outside and recirculated air. If not properly designed, operated, and maintained, HVAC systems can themselves generate pollutants and excess moisture, thereby affecting the health of occupants.

The aim of this paper was to review the major results of projects concerning the impact of indoor environment on human health. Furthermore, the paper provides an insight into the different policies of some selected countries, as well as international organisations like WHO and EC. As Hungary does not have a legislation concerning indoor environment at least in schools, this paper intends to recommend a policy to overcome problem.



In this paper we give an overview of the EC funded projects (INDEX, EnVIE, IAIAQ, HealthVent, SERACH 1,2, SINPHONIE) producing evidences of the health impact of indoor air pollution and to foster the development of guidelines by international organizations (WHO), by the EC and at national level.

INDEX project carried out an indoor risk assessment of chemical compounds in the countries of the European Union. The EnVIE project developed guidelines for further chemicals not tackled by the INDEX project. EnVIE significantly contributed to the development of indoor air quality guidelines by the WHO. The next project was IAIAQ extending and continuing the activity of EnVIE. This project carried out a study of burden of diseases related to indoor air quality. IAIAQ assessed the health benefits of related EC policies introduced between 2000-2011 as different scenarios. It was stated that in optimal case the health benefit of the policies would be 2000/million DALYs by 2020.

In the past decade two major projects focused on the health impact of school environment on children (SEARCH 1 and SINPHONIE project). The latter project formulated guidelines for the EC in relation to healthy school environment.

The paper reviews the relevant national policies in some countries. It can be stated that indoor air quality is regulated only in few countries, the limit values differ to a great extent, in some cases by an order of magnitude.

Various exposure limit values have been defined for different applications. They are established nationally and worldwide by responsible health agencies. Generally, two types of ELVs exist: toxicity reference values (TRVs) and guideline values for indoor air (IAGVs). TRVs are applicable in working environments and have been determined for numbers of substances using animal experiments. The limits obtained in these studies were used to establish the exposure limits for humans by applying safety factors. When supplemented with the knowledge from epidemiological studies, TRVs form the basis for the occupational exposure limits (OELs), which are maximally allowable concentrations of pollutants occurring during 8-hour occupational exposures that cannot be exceeded in the working environment. IAGVs are applicable in all indoor environments (not only at work) and were determined from the



epidemiological studies associating health symptoms observed in populations of individuals exposed to pollutants indoors.

IAGVs are available only for a limited number of compounds. Besides TRVs and IAGVs, the European Commission (EC) developed the so-called pollutants with the lowest concentrations of interest (LCIs). LCIs are not the exposure limits but the guidelines for maximum allowable concentrations of pollutants during testing of emissions from building materials at the production stage before they enter the market; they should not and must not be used as IAGVs.

An EU-wide legally binding framework that regulates IAQ in non-working environments is still missing. Nevertheless, for certain substances residential regulations are available in some EU member states as well as in Canada. For example, Health Canada has developed residential Indoor Air Quality Guidelines for 8 chemical substances: acetaldehyde, carbon monoxide, formaldehyde, naphthalene, nitrogen dioxide, ozone, radon, and toluene associated with acceptable levels of risk after short-term or long-term exposure. For benzene and particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) the indoor concentrations should be as low as possible. Indoor Air Quality Guideline levels were developed for 11 indoor contaminants (formaldehyde, carbon monoxide, benzene, naphthalene trichloroethylene, tetrachloroethylene, nitrogen dioxide, acrolein, acetaldehyde, ethylbenzene, and toluene) in France. Moreover, different organizations derived toxicologically based values (WHO, 2010; OEHHA 2016; US-EPA, 2017; ATSDR, 2017). Additionally, legal requirements for indoor contaminants in occupational environments were established e.g. in Germany based on the Safety and Health at Work Act. In Germany legally binding standards, indoor air guide values for 38 substances or groups exist; furthermore, guidelines for TVOC (total volatile organic compounds), particulate matter, and carbon dioxide as well as risk-related guidelines for carcinogenic substances. The German Committee on Indoor Guide Values developed the following definitions:

- Limit values are legally binding values that are mandatory.
- Guide values (GV) are toxicology-based values that consider the toxic effects and dose-effect relationship of a chemical that may be applied in the context of a legal frame like e. g. the Building Ordinance.





- Guidelines (GL) are health-based values used when the available toxicological information is not enough to derive a GV.
- Reference values are statistically derived values based on the concentrations observed in a reference population (i.e. the 95th percentile).

The paper deals with the policies related to the problems of lighting, acoustics and electromagnetic radiation indoors as well.

The EC Directives are also tackled. The European Standard EN 15251 contains existing information about optimizing thermal, air quality, acoustic and visual comfort so that designers can make energy calculations which include necessary information of the environment influencing energy use. The Standard takes into consideration the different needs and expectation of occupants concerning the thermal environment in mechanically and naturally ventilated buildings. Therefore EN 15251 is a highly important standard in the design and the evaluation of new and existing buildings. However, several reviewers criticised it for not considering the health aspects more thoroughly.

According to an international survey carried out in 8 European countries, the national requirements for indoor air quality and thermal comfort are not comprehensive enough.

Requirements for heat recovery are scarce in the national codes for new buildings. Although daylight is mentioned in the building codes, minimum daylight preservation when renovating a building is mandatory only in one country.

Based on the literature it can be stated that indoor health and comfort aspects should be considered to a greater extent in the European and national building codes than it is current practice. The Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), acknowledging the important role of IAQ, clearly states that minimum energy performance requirements “shall take account of general indoor climate conditions, in order to avoid possible negative effects such as inadequate ventilation”. But the importance of indoor air quality, thermal comfort and daylight must be strengthened in a future recast.



The health effects of electromagnetic fields has been studied intensively for many years. The EC recommends applying a („*precautionary approach*”) in this respect. The ALARA principle (As Low As Reasonably Achievable) has still been disputed. The international and EC regulation is not complete partly due to the non-equivocal scientific results concerning the dose-effect relationship of some non-ionising radiation (e.g., 50 Hz magnetic fields, certain type radiofrequency radiations). Further counteracting fact is the rapidly increasing production and use of radiating devices in the modern society.

Based on the literature review and the experiences of the InAirQ project it is highly recommended to initiate the legal regulation of healthy school environment. As there is no relevant EC regulation, the countries should develop a national regulation. Following the examples of the listed countries it is reasonable to decide what kind of limit/reference values to choose. Some countries - like the UK - have developed guidelines for several indoor VOCs based on the guidelines of the WHO. Other countries like Germany developed a special system using limit values, guide values, guidelines and reference values. This system is comprehensive and can be effectively used in risk management. The system applies two types of guide values:

- the so-called precautionary guide value (GV I) is the maximum concentration level of a single substance in indoor air that shows no adverse health effects even in sensitive subjects or after life-long exposure.
- the so-called health hazard guide value (GV II) is the minimum concentration of a substance in indoor air that will likely cause adverse health effects based on available toxicological or epidemiological data. Concentrations exceeding the GV II are likely to threaten an individual's health, especially of sensitive people. Thus, there is an urgent need for action.
- Indoor air concentrations between GV I and GV II represent an undesired contamination of indoor air that requires precautionary action based on the specific concentration present.



The German system contains values for plenty of chemical compounds occurring in the indoor environment, easy and straightforward to apply, help risk management. In case of having valid measurements of indoor air quality, the application of these values (supported by legislation) are recommended.

For Hungary a critical review concerning the most common indoor contaminants, and the ways and possibilities how school environment can be routinely monitored is suggested as a first step. Based on these results a list of chemicals should be defined for which the existing limit, guide values and guidelines should be set up as a list for the regulation of school indoor environment.



## B. Összefoglalás

A belső téri levegőminőség befolyásolja a gyermekek és felnőttek egészségét, a tanulók tanulási teljesítményét és a tanárok produktivitását. A szennyező források igen különbözőek lehetnek. A kültéri szennyezők közé tartozik az ózon, ami összefügg a tanulók iskolai hiányzásával. A beltéri légszennyezők és allergének (penész, por, állatszőr, baktériumok és gombák anyagai), illékony szerves vegyületek, kisméretű aeroszolok asztmát és egyéb légúti tünetet válthatnak ki, továbbá számos, épülettel kapcsolatos tünetet okozhatnak (szem, orr, torok irritációt, fejfájást, kimerültséget, légzési nehézséget, viszketést, bőr kiszáradást stb.). Bizonyos esetekben a kültéri légszennyezők reakcióba lépnek a beltéri vegyi anyagokkal, a folyamat új szennyezőket hoz létre.

A hőkomfortérzést a hőmérséklet, a relatív páratartalom és az érzékelt levegőminőség befolyásolja, jelentősen hat a tanulók teljesítő képességére. A relatív páratartalom befolyásolja a mikrobiális kórokozók (vírusok, baktériumok) szaporodását.

A fűtés, szellőzés és a légkondicionálás (HVAC) rendszerek feladata, hogy (i) biztosítsák a hatékony és gyors tiszta levegő bejuttatását, a beltéri légszennyezők koncentrációjának csökkentését vagy eltávolítását; (ii) a külső levegő hűtése vagy fűtése révén a megfelelő belső hőkomfortot. A szellőzés lehet mechanikus, amikor a rendszer mesterségesen nyomja be a tiszta levegőt és szívja el az elhasználtat. Napjainkban többféle mechanikus szellőző berendezés kapható, beleértve a hibrid rendszereket is, amelyek mind a mesterséges, mind a természetes szellőzést lehetővé teszik.

Nagyon fontos megjegyezni, hogy a HVAC rendszereket megfelelően kell tervezni és méretezni, hogy kültérből származó és a visszaforgatott levegő érzékelhető és látens hőterhelését megfelelően lehessen kezelni. Ha a HVAC rendszert nem jól tervezik,



vagy nem tartják karban, akkor a rendszer maga is generál szennyezőket, többlet nedvességet, így kedvezőtlenül befolyásolja a beltérben tartózkodók egészségét.

A beltéri levegőminőség jelentősen meghatározza egészségünket. Ideálisan kialakított belső térben, megfelelő külső környezet biztosítása mellett kedvezőbb az egészségi állapotunk, jobb a közérzetünk, következésképpen a munkavégző képességünk.

A belső téri légszennyezők közül az egyik legfontosabb szennyező a szén-dioxid, általában 500-1500 ppm közötti koncentrációban fordul elő. Ha 1500 ppm fölé emelkedik, akkor már érezhető kellemetlen tüneteket, panaszokat okozhat: szédülés, fejfájás, álmoság, aktivitás csökkenése. A CO<sub>2</sub> szintet igen jól lehet alkalmazni a belső téri levegőminőség általános jellemzésére, könnyű mérni. A ragasztóanyagok, festékek és egyéb építőanyagok, valamint a tisztítószeresek a belső téri illékony szerves vegyületek (VOC-k) forrásai, az új termékek több VOC-t bocsátanak ki. Meg kell még említeni a nedvesedést, penészesedést, ami súlyos tüneteket válthat ki.

A jelen dokumentumban áttekintettük a beltéri levegőminőség és egyéb tényezők (komfort paraméterek, megvilágítás, akusztikus körülmények) kutatásának és jogi szabályozásának fontos mérföldköveit. A kiadvány tartalmazza a legfontosabb nemzetközi ajánlásokat és határértékeket, valamint javaslatokat a hazai jogszabály alkotás elősegítése szempontjából. Néhány fontos megállapítást, szempontot az alábbiakban foglalunk össze.

A beltéri levegőminőség egészséghatásait a 2000-es évek elejétől kezdték vizsgálni. Az INDEX projekt elvégezte a kémiai anyagok beltéri kockázatbecslését az EU országaiban. Az EnVIE projekt további vegyületekkel kapcsolatban fogalmazott meg ajánlásokat, kivéve a biológiai légszennyezőket, a radont és a passzív dohányzást, mivel ezekkel a vegyületekkel kapcsolatban már korábban kiadtak szabályozást. Az EnVIE projekt javaslatai nagymértékben előmozdították a WHO által irányított belső téri levegőminőségre vonatkozó ajánlások elkészítését, amit 2006-ban kezdtek el, és 2010-ben jelent meg (WHO 2010).



Az IAIAQ projekt az EnVIE folytatása és kiterjesztése. Ez a projekt újabb elemzést végzett az EU 26 országában a beltéri levegőminőséggel kapcsolatos betegségteherre vonatkozóan, különös tekintettel az egyes EU szabályozások bevezetésével kapcsolatos egészség nyereségre. Megállapította, hogy a 2000-2011 között bevezetett releváns EC Direktívák 2020-ra 2000/millió DALY nyereséget eredményeznek.

Az elmúlt évtizedben két nagy nemzetközi kutatási projekt (SEARCH1 és a SINPHONIE project) is foglalkozott az iskolai környezettel és annak a gyermekek egészségére gyakorolt hatásával. A SINPHONIE projekt irányelveket fogalmazott meg az iskolák egészséges belső környezetére vonatkozóan.

A kiadvány bemutatja a néhány országban érvényben lévő, beltéri környezetre vonatkozó szabályozásokat. Meg kell állapítani, hogy jogszabályok, standardok csak néhány országban vannak érvényben, különböző belső terekre vonatkozóan. Van néhány ország, amelynek szabályozása a lakóépületekre vonatkozik, míg más országoké a közösségi beltérekre szabályozza. A határértékek is nagy változatosságot mutatnak, néha ugyanazon kémiai anyagra, ugyanolyan referencia időszak esetén is nagyságrendi eltérés tapasztalható. Ennek okai között meg kell említeni a felhasznált adatok különbözőségét, illetve az egészséghatás eltérő értelmezését.

A közegészségügyi hatóságok különböző expozíciós határértékeket határoztak meg különböző célokból. Általában elmondható, hogy kétféle expozíciós határértéket használnak: (i) toxicitási referencia értékeket (TRV); (ii) beltéri levegőminőségre vonatkozó irányértékeket (indoor air guideline value IAGV). A TRV-t általában munkahelyi vonatkozásban használják, és a legtöbb kémiai anyag esetében állatkísérletekben határozták meg, emberre biztonsági faktorok segítségével vonatkoztatják. Ha rendelkezésre állnak epidemiológiai vizsgálati eredmények, akkor a TVL értékeket fel lehet használni munkahelyi expozíciós határértékeknek (OEL). Az epidemiológiai vizsgálatok alapján javasolt IAGV értékeket minden belső térre lehet alkalmazni. Az IAGV korlátja, hogy csak kevés vegyület esetén létezik.

Ami az érvényben levő szabályozásokat illeti, lakóépületek belső terét illetően rövid- és hosszútávú expozícióra vonatkozó határértékek léteznek 8 vegyületre Kanadában (acetaldehid, CO, formaldehid, naftalin, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, radon és toluol). Benzol és PM<sub>2,5</sub>



esetén a beltéri koncentrációnak a lehető legalacsonyabbnak kell lenni. Franciaországban 11 vegyületre vonatkozik levegőminőségi határérték (CO, formaldehid, benzol, naftalin, triklóretilén, tetraklóretilén, NO<sub>2</sub>, akrolein, acetaldehid, etilbenzol és toluol).

Németországban 38 vegyületre, illetve a TVOC-kra, PM-re CO<sub>2</sub>-re vonatkozóan van jogilag kötelező szabvány, levegőminőségi ajánlás; ezen kívül van kockázattal kapcsolatos ajánlás daganatkeltő vegyületekre vonatkozóan. A Beltéri Irányérték Német Bizottság különböző határértékeket definiált.

- A határértékek (limit value) jogilag kötelező érvényűek
- Irányértékek (GV: guide value) toxikológiaiilag megalapozottak, a toxikológiai és a vegyületre vonatkozó dózis-hatás összefüggésen alapulnak, alkalmazhatóak jogilag kötelező előírások keretében (pl. Építésügyi Szabályozás)
- Ajánlások (GL: guidelines): egészséghatáson alapuló értékek, toxikológiai vizsgálatok hiányában alkalmazhatók
- Referencia értékek: statisztikai eredményeken alapuló értékek, általában a referencia populáció bizonyos hányadában észlelt tünetek alapján (pl. 95%-os gyakorisággal mért koncentráció felett észlelt tünetek)

A tanulmány foglalkozik a megvilágítás, az akusztikus körülmények és az elektromágneses sugárzás szabályozási kérdéseivel is.

Az EC releváns direktívái is ismertetésre kerülnek, különösen az EN 15251-es szabvány, ami kiterjed a beltéri hőmérséklet, levegőminőség, akusztikus viszonyok és vizuális komfort biztosítására. Ki kell emelni, hogy a szabvány figyelembe veszi a helyiségekben tartózkodók különböző igényeit és elvárásait az új és felújított épületekkel kapcsolatban a hőkomfortra és a mechanikus, valamint a természetes szellőzés tekintetében. Ez a szabvány alapvetőnek tekinthető, bár több kritika érte, miszerint az egészséghatások nincsenek kellően figyelembe véve.

A szellőzés, hővisszanyerés, illetve a természetes nappali fény biztosításának szabályozását is áttekintettük egy nyolc európai országban végzett felmérés alapján. Az adatok szerint csak négy országban szabályozzák. A hővisszanyerés, mint követelmény is kevés helyen szerepel az új épületekre vonatkozó nemzeti



szabványokban. Továbbá alig található jogilag kötelező érvényű előírás a minimum légcserére, légmentességre, szennyező anyagok korlátozására a felújított épületek esetén. Minden résztvevő országban megemlítik a nappali világosságot, mint a beltéri komfort fontos tényezőjét. Egyetlen ország előírása sem tartalmazza kikötésként a minimális nappali fény megtartását az épületek renoválása során; kivéve az Egyesült Királyságot, ahol jelen van a „fényhez való jog” a szabályozásban.

Az elektromágneses terek élő szervezetekre gyakorolt hatásainak kutatása jelentős fejlődés alatt áll. Az Európa Tanács is, a kellő ismeretek hiányában, a kérdés elővigyázatos kezelését („*precautionary approach*”) vetette fel. További vita alatt álló kérdés az ionizáló sugárzásoknál elfogadott, ún. *ALARA (As Low As Reasonably Achievable)* vagyis, „Az észszerűen elérhető legalacsonyabb sugárzási szint” elv alkalmazása. A nemzetközi és EU szabályozás és szabványosítás nem teljes. Az egészségügyi határértékek nemzetközi egységesítésének egyik akadálya, hogy a tudományos kutatás a nem-ionizáló sugárzások egyes területein (pl. 50 Hz-es mágneses terek, egyes típusú rádiófrekvenciás sugárzások) nem talált egyértelmű dózis-hatás összefüggéseket. A szabványok, ajánlások kialakítását, alkalmazását nehezíti, hogy az elektromágneses sugárzások a civilizált társadalomban nem küszöbölhetők ki, a sugárzást kibocsátó eszközök felhasználása a jövőben ugrásszerűen nőni fog.

Az irodalmi adatok és az InAirQ project tapasztalatai alapján javasoljuk az egészséges iskolai környezet jogi szabályozását. Mivel nincs releváns EU szabályozás, az országoknak kell kidolgozni saját jogi szabályozásukat. Ehhez segítséget jelent a már létező, nemzeti szintű szabályozások áttekintése és a lehetőségek mérlegelése. Példaként megemlíthető az Egyesült Királyság, ahol néhány illékony szerves vegyület esetén elfogadták a WHO ajánlásokat. Más országok, pl. Németország speciális szabályozást dolgozott ki, amely többféle határértéket jelöl meg (határérték, irányérték, ajánlás és referencia érték). A rendszer átfogó, jól alkalmazható beltéri kockázatok kezelésére is. Az irányértékek két típusát különíti el: (i) az ún. elővigyázatossági irányértéket, ami egy vegyületre vonatkozóan a maximális beltéri koncentrációt jelenti, amely nem okoz egészségkárosodást még a legérzékenyebb lakosság csoportban sem élettartam expozíció esetén sem. (ii) Egészségkockázati





irányérték: az a minimum koncentráció, ami valószínűsíthetően egészségkárosodást okoz a rendelkezésre álló toxikológiai és epidemiológiai eredmények alapján. Ezen irányértéknél magasabb koncentráció veszélyeztetheti a helyiségben tartózkodók egészségét, ezért ennél a koncentrációnál intézkedni kell. A két érték közötti koncentráció tartományban óvatossági intézkedéseket kell foganatosítani.

A német rendszer tartalmazza a legtöbb határ- és irányértéket, könnyen és egyértelműen alkalmazható kockázat kezelésre. Alkalmazásának feltétele a standardizált módszerekkel történő expozíció mérés.

Magyarország és az InAirQ partner országok számára is megfontolandó a német rendszer tanulmányozása és hasonló szabályozás kidolgozása, legalább az oktatási intézményekre vonatkozóan, figyelembe véve a leggyakrabban előforduló beltéri szennyezőket és a vizsgálati lehetőségeket.



## C. Bevezetés

A belső téri levegőminőség, ami a kül- és beltéri légszennyezők, a hőkomfort és az érzékszervi terhelés (szagok, “frissesség”) függvénye, befolyásolja a gyermekek és felnőttek egészségét, a tanulók tanulási teljesítményét és a tanárok produktivitását.

A szennyező források igen különbözőek lehetnek. A kültéri szennyezők közé tartozik az ózon, ami összefügg a tanulók iskolai hiányzásával. A beltéri légszennyezők és allergének (penész, por, állatszőr, baktériumok és gombák anyagai), illékony szerves vegyületek, kisméretű aeroszolok asztmát és egyéb légúti tünetet válthatnak ki, továbbá számos, épülettel kapcsolatos tünetet (szem, orr, torok irritációt, fejfájást, kimerültséget, légzési nehézséget, viszketést, bőr kiszáradást stb.). Bizonyos esetekben a kültéri légszennyezők reakcióba lépnek a beltéri vegyi anyagokkal, a folyamat új szennyezőket hoz létre.

A hőkomfortérzést a hőmérséklet, a relatív páratartalom és az érzékelt levegőminőség befolyásolja, jelentősen hat a tanulók teljesítő képességére. A relatív páratartalom befolyásolja a mikrobiális kórokozók (vírusok, baktériumok, stb.) szaporodó képességét.

A fűtés, szellőzés és a légkondicionálás (HVAC) rendszerek feladata, hogy (i) biztosítsák a hatékony és gyors tiszta levegő bejuttatását, a beltéri légszennyezők koncentrációjának csökkentését vagy eltávolítását; (ii) a külső levegő hűtése vagy fűtése révén a megfelelő belső hőkomfort biztosítását. A szellőzés lehet mechanikus, amikor a rendszer mesterségesen nyomja be a tiszta levegőt és szívja el az elhasználtat. A természetes szellőzés az ablakok és ajtók kinyitásával biztosítja a légcserét, ehhez járul még hozzá az épület burkolatán keresztül történő szivárgás. Napjainkban többféle mechanikus szellőző berendezés kapható, beleértve a hibrid rendszereket is, amelyek mind a mesterséges, mind a természetes szellőzést lehetővé teszik.

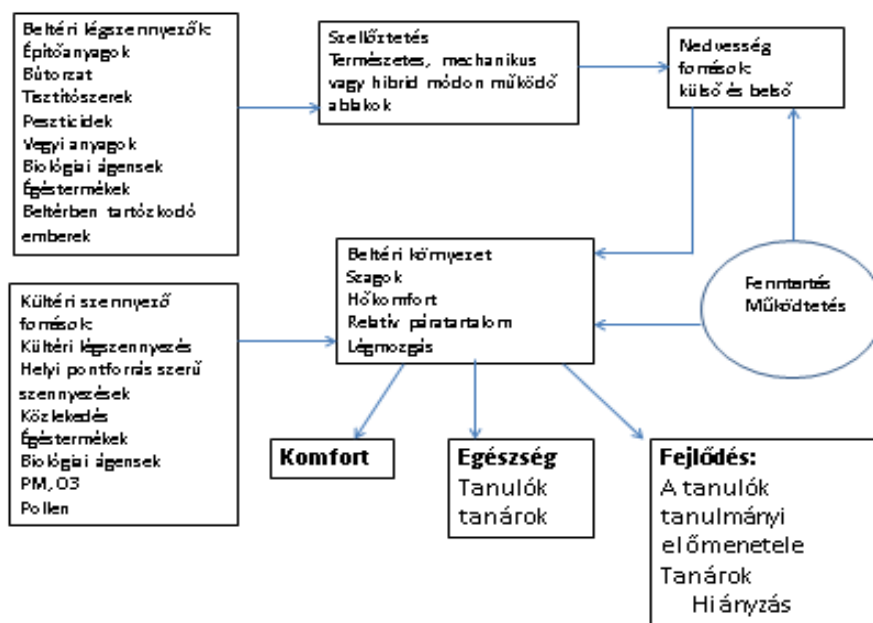


Nagyon fontos megjegyezni, hogy a HVAC rendszereket megfelelően kell tervezni és méretezni, hogy kültérből származó és a visszaforgatott levegő érzékelhető és látens hőterhelését megfelelően lehessen kezelni. Ha a HVAC rendszert nem jól tervezik, vagy nem tartják karban, akkor a rendszer maga is generál szennyezőket, többlet nedvességet, így kedvezőtlenül befolyásolja a beltérben tartózkodók egészségét.

A beltéri levegőminőség jelentősen meghatározza egészségünket. Ideálisan kialakított belső térben, megfelelő külső környezet biztosítása mellett kedvezőbb az egészségi állapotunk, jobb a közérzetünk, következésképpen a munkavégző képességünk.

Az iskolai környezetre vonatkozóan az 1. ábra szemlélteti a szennyezők, a nedvesség, a szellőztetés, a komfortérzés, az egészség és a fejlődés közötti összefüggés rendszerét.

1.ábra: A külső és a belső téri expozíciós források és az emberi egészség, komfort, fejlődés közötti összefüggés iskolai környezetben



forrás: <http://www.nap.edu/read/11756/chapter/6#56>



A belső téri légszennyezők közül az egyik legfontosabb szennyező a széndioxid, általában 500-1500 ppm közötti koncentrációban fordul elő. Ha 1500 ppm fölé emelkedik, akkor már érezhető kellemetlen tüneteket, panaszokat okozhat: szédülés, fejfájás, álmoság, aktivitás csökkenése. A CO<sub>2</sub> szintet igen jól lehet alkalmazni a belső téri levegőminőség általános jellemzésére, könnyű mérni. A ragasztóanyagok, festékek és egyéb építőanyagok, valamint a tisztítószeres a belső téri illékony szerves vegyületek (VOC-k) forrásai, az új termékek több VOC-t bocsátanak ki. Meg kell még említeni a nedvesedést, penészesedést, ami súlyos tüneteket válthat ki.

A belső téri levegőminőséget és komfort érzetet több tényező határozza meg. Ellenőrzések és panaszvizsgálatok esetén a következő szempontokat ajánlott figyelembe venni.

Mitől függ a jó belső téri környezet:

- Megfelelő légcserre
- Megfelelő levegőszűrés, filterek karbantartása
- Központi levegőztető berendezés esetén a levegő áramlási sebességének beállítása az egész épületben pozitív nyomással
- A friss levegő megfelelő terjedése a bútorzat felületének, alakjának figyelembe vételével
- Az energiafogyasztás, a hőkomfort és a belső téri levegőminőség követelményeinek megfelelően kontrollált légcserre
- A külső és beltéri hőmérséklet megfelelő szinten tartása, a hőterhelés megelőzése
- A munkafelületeken a direkt napsugárzás kiküszöbölése (túlmelegedés, csillogás megelőzése)
- A munkaállomásokat nem szabad közvetlenül a túl meleg vagy hideg felületek mellé (pl. ablakhoz közel) elhelyezni
- A munkaállomások megfelelő megvilágítása, csillogó felületek megelőzése, megfelelően kontrasztos felületek.
- Zavaró zajhatások kiküszöbölése, jó hangelnyelés, elegendő háttérzaj
- Könnyen tisztítható, alacsony káros anyag kibocsátású felületek, bútorok



## D. A beltéri levegőminőség és az egészséghatás kapcsolatának kutatása az Európai Unióban

A beltéri levegőminőség a nem munkahely jellegű épületekben a '80-as évek óta került az érdeklődés középpontjába az Európai Unióban. Ennek ellenére elég sok idő telt el, amíg a beltéri levegőminőség közegészségügyi jelentőségét felismerték. Az EU a 2004-2012-es Környezet és Egészség Akcióterv 12. Akciójában fogalmazott meg több kezdeményezést a beltéri levegőminőség javítása érdekében. Az akcióterv elsősorban a passzív dohányzásból eredő expozíció csökkentésére irányult, de emellett egyéb beltéri expozíciók hatásának csökkentése is a figyelem középpontjába került (nedvesség, penész, építőanyagok, fogyasztási termékek, beltéri aktivitás stb.). A kétezres évek elejétől támogatott EU-s projektek, (elsősorban az EnVIE) fogalmaztak meg ajánlásokat, hogy az EU-nak kellene olyan jogszabályokat megalkotni, amelyek a beltéri levegőminőséget javítják. Az EnVIE projekt felvetette egy beltéri levegőminőség - Zöld Könyv megírásának szükségességét, ami azóta sem született meg, bár elemei a későbbi, beltéri levegőminőséggel foglalkozó projektekben egyre pontosabban fogalmazódtak meg.

Az 1980-2000 közötti időszakban az európai szakpolitika legnagyobb részt csak a városi kültéri levegőminőség szabályozására összpontosított, elsősorban a hőerőművek, az ipari tevékenység és a közlekedés eredetű kibocsátások szabályozására koncentrált. A WHO értékelt a levegőszennyezőket és az egészséghatásokat, 1987-2005 között és Levegőminőségi Ajánlásokat adott ki, amelyek azonban nem specifikusak a belső téri légszennyezésre (WHO 1987, WHO 2000, WHO 2005).

A 2000-es évek elején kezdtek a szakpolitikusok a belső téri levegőminőség jelentőségével foglalkozni, azaz a belső téri légszennyező források azonosításával, kontrollálásával és a források eliminációjával, emellett a kültéri légszennyezés csökkentésével. A legtöbb illékony szerves vegyület esetén a fő kibocsátó forrás a belső terekben fordul elő, építőanyagok, fogyasztási termékek és a lakók



tevékenysége miatt. A nitrogén oxidok és a szálló por esetén mind a belső téri források, mind a külső levegő beáramlása fontos expozíciót jelent. A szénmonoxid esetében EU-s vagy nemzeti határérték túllépések ritkán fordulnak elő, de sajnos nem elhanyagolhatók az akut és krónikus szénmonoxid mérgezések a fűtőanyagok használata és a fűtőberendezések nem kielégítő állapota miatt.

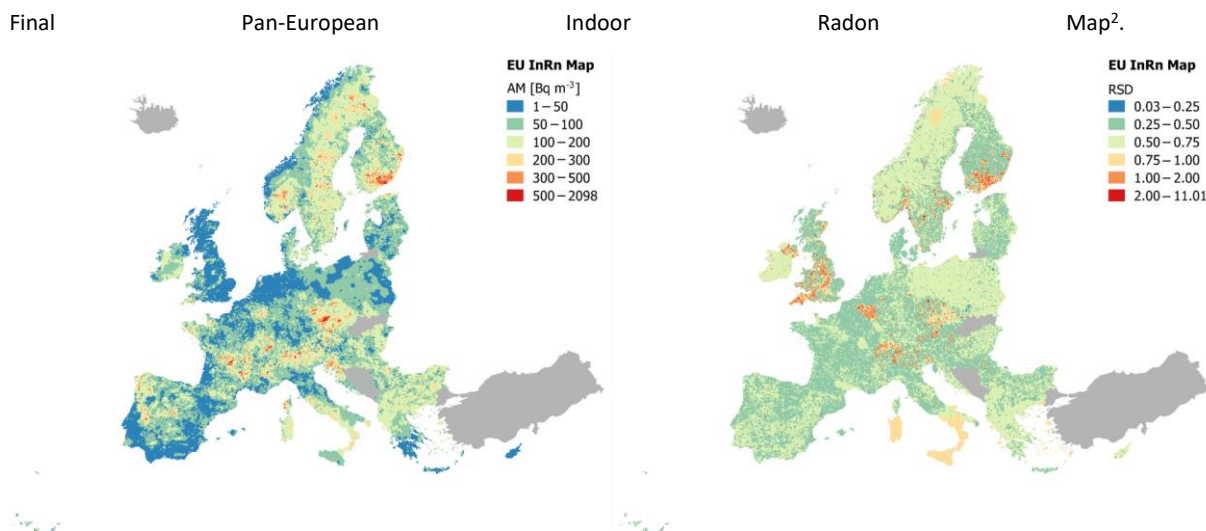
1987 óta a belső téri levegőminőséggel kapcsolatos kérdésekkel széles körben kezdtek el foglalkozni, ennek eredménye az „Európai Összehangolt Tevékenység belső téri levegővel és az emberre gyakorolt egészségi hatásokra vonatkozóan” (European Concerted Action on “Indoor Air Quality and its Impact on Man”), amit 1999-ben átneveztek „Beltéri levegő, humán expozíció és városi környezet akciónak” (*“Indoor Air, Human Exposure and Urban Environment”*). Az ECA keretében 26 jelentést adtak ki a beltéri légszennyezőkkel kapcsolatban, 1999-ben jelent meg a belső téri légszennyezők egészségi hatásaival foglalkozó jelentés (ECA, 1991). A DG SANCO 2002-től támogatta a Joint Research Centre által koordinált INDEX projektet (JRC/IHCP, 2003-2005), ez volt az első projekt Európában, ami értékelte azokat a belső téri vegyületeket, amelyeknek humán egészségi hatásairól közöltek eredményeket Európában, továbbá a projekt szakpolitikai javaslatokat fogalmazott meg néhány kiemelten fontos szennyezőre vonatkozóan (formaldehid, benzol, NO<sub>2</sub>, CO és naftalin).

## D.1. INDEX projekt 2002-2004<sup>1</sup>

Az INDEX projekt elvégezte a kémiai anyagok beltéri kockázatbecslését az EU országokban. A következő korlátokat kell megemlíteni a környezetegészségügyi hatásbecsléssel kapcsolatban: Az expozíció - hatás összefüggés statisztikai kapcsolatot mutat az expozíció és az egészségi végpont között, ami nem mutatja önmagában az oki összefüggést. Ehhez további kísérletes - toxikológiai bizonyítékok szükségesek. Meg kell jegyezni, hogy a továbbiakban felsorolt összefüggések esetében léteznek toxikológiai-kísérletes bizonyítékok. A HIA ebben a fázisban nem súlyozza az egyes betegségeket (pl. a költségek vonatkozásában), ami megnehezíti a valódi rangsorolást.

Mindazonáltal a következő következtetéseket lehet levonni:

1. Halálos kimenetelű daganatok esetén a legfontosabb szennyező a környezeti dohányfüst, amit a radon terhére írható halálozás követ.



Meg kell jegyezni, hogy a radon által előidézett tüdőrákos esetek incidenciáját nehéz megítélni dohányosok körében. Az elemzés azt mutatta, hogy a

<sup>1</sup> [https://ec.europa.eu/health/ph\\_projects/2002/pollution/fp\\_pollution\\_2002\\_frep\\_02.pdf](https://ec.europa.eu/health/ph_projects/2002/pollution/fp_pollution_2002_frep_02.pdf)

<sup>2</sup> The first version of the Pan-European Indoor Radon Map: J. Elío, G. Cinelli, P. Bossew, J L. Gutiérrez-Villanueva, T. Tollefsen, M. De Cort, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 19, 2451-2464, 2019 <https://doi.org/10.5194/nhess-19-2451-2019>



formaldehid daganatos hatása jelentősebb, mint a benzolé. A naftalin által okozott daganatos halálozás általában jóval kisebb, kivéve egy athéni tanulmányt, amelyben nagyon magas expozíciót írtak le.

2. A megbetegedési adatokat nehéz összehasonlítani. Több egészségi végpontot lehet értékelni CO és NO<sub>2</sub> expozíció esetében, de ezek a hatásvnövekedések alacsonyak vagy közepesek.

Az NO<sub>2</sub> hatását vizsgáló egyik tanulmány gyermekek körében a köhögés magas prevalencia növekedését írta le. A formaldehid érzékeny gyermekekben magas vagy közepes hatást vált ki. A magas CO<sub>2</sub> koncentráció/elégtelen légcserre hatását nehéz összehasonlítani a nagyfokú bizonytalanságok miatt. A benzol és a formaldehid hatását is értékelték az USA-ban, mivel a veszélyes szerves vegyületek közül e kettő daganatos kockázata a legnagyobb.

A tanulmány nem értékelt külön a nedvesség és a penészesedés hatását, bár az ENHIS által elvégzett HIA eredménye azt mutatta, hogy a penészesedés és a nedvességnek való kitettség szignifikánsan növelte az éjszakai köhögést, fulladást és asztmát. Venn és mtsai<sup>3</sup> (2003) megállapították, hogy a nedvesség, penészesedés és a formaldehid azok az egyedüli tényezők, amik növelik a fulladásos betegségek gyakoriságát gyermekekben, míg más környezeti expozíciók, mint az NO<sub>2</sub> és a TVOC nem befolyásolták ezeket a betegségeket. Ugyanazt az elemzést értékelve az egyéb expozíciók hatásának becslését illetően segítséget kapunk a beltéri légszennyezők prioritási rangsorának felállításához (feltételezve, hogy az eredmények reprezentatívak más régiókra is). Ennek alapján a nedvességet és penészesedést elsődlegesen fontos beltéri szennyezésnek kell tekinteni.

Összegzésként megállapítható, hogy a beltéri környezetegészségügyi hatásbecslés - bár nem teljes - alkalmas a szennyezők és a hatások rangsorolására.

---

<sup>3</sup> AJ Venn et al. Effects of Volatile Organic Compounds, Damp, and Other Environmental Exposures in the Home on Wheezing Illness in Children. Thorax 58 (11), 955-60. Nov 2003.





Az 1. táblázat ismerteti a beltéri légszennyezés kockázatbecslését az EU országaiban az INDEX project alapján, majd a 2. táblázatban bemutatjuk az expozíció - válasz összefüggéseket irodalmi adatok alapján. A 3. táblázat a beltéri formaldehid, CO, NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> benzol és naftalin környezetegészségügyi kockázatbecslését foglalja össze az EU-ban.



1. táblázat: A beltéri légszennyezés kockázatbecslése az EU országokban az INDEX project alapján

| vegyület                                     | küszöb koncentráció             | küszöbérték | egység | határérték túllépés                  |
|--|---------------------------------|-------------|--------|--------------------------------------|
| formaldehid                                  | expozíciós határérték (EL)      | 1           | ug/m3  | 0%                                   |
|  | NOAEL                           | 30          | ug/m3  | 20-40%                               |
| CO (1 órás személyi<br>expozíció beltérben)  | elfogadható szint               | 35          | mg/m3  | <5-10%                               |
| CO (48 órás személyi<br>expozíció beltérben) | kívánatos                       | 15          | mg/m3  | 5-30%                                |
|  | elfogadható szint               | 15          | mg/m3  | <5%                                  |
|  | kívánatos szint                 | 6           | mg/m3  | <5%                                  |
| NO2  | WHO ajánlott érték 1 éves átlag | 40          | ug/m3  | 10-75%                               |
|  | Németország 1 heti átlag        | 60          | ug/m3  | <5-45%                               |
| benzol                                       | EL nem rákkeltő hatásokra       | 60          | ug/m3  | <5%                                  |
|  | NOAEL nem rákkeltő hatásokra    | 600         | ug/m3  | <5-5%                                |
|  | jelenlegi EU határérték         | 5           | ug/m3  | <5-75%                               |
| naftalin                                     | EL                              | 10          | ug/m3  | <5 (Athén kivételével,<br>Athén 80%) |
|  | LOAEL                           | 10000       | ug/m3  | <5%                                  |

| vegyület                                     | küszöb koncentráció                | küszöbérték | egység | határérték túllépés<br>gyakorisága      |
|--|------------------------------------|-------------|--------|---|
| formaldehid                                  | expozíciós határérték (EL)         | 1           | ug/m3  | 0%                                      |
|  | NOAEL                              | 30          | ug/m3  | 20-40%                                  |
| CO (1 órás személyi<br>expozíció beltérben)  | elfogadható szint                  | 35          | mg/m3  | <5-10%                                  |
| CO (48 órás személyi<br>expozíció beltérben) | kívánatos                          | 15          | mg/m3  | 5-30%                                   |
|  | elfogadható szint                  | 15          | mg/m3  | <5%                                     |
|  | kívánatos szint                    | 6           | mg/m3  | <5%                                     |
| NO2  | WHO ajánlott érték 1 éves<br>átlag | 40          | ug/m3  | 10-75%                                  |
|  | Németország 1 heti átlag           | 60          | ug/m3  | <5-45%                                  |
| benzol                                       | EL nem rákkeltő hatásokra          | 60          | ug/m3  | <5%                                     |
|  | NOAEL nem rákkeltő<br>hatásokra    | 600         | ug/m3  | <5-5%                                   |
|  | jelenlegi EU határérték            | 5           | ug/m3  | <5-75%                                  |
| naftalin                                     | EL                                 | 10          | ug/m3  | <5 (Athén<br>kivételével, Athén<br>80%) |
|  | LOAEL                              | 10000       | ug/m3  | <5%                                     |



2. táblázat: Expozíció - válasz összefüggések irodalmi áttekintése

| vegyület/<br>beltér kültér | receptor          | a vizsgálat<br>területe | egészség hatás<br>vizsgálat | hivatkozás   |
|----------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------|--|
| kültér                     |                   |                         |                             |  |
| <b>FORMALDEHID</b>         |                   |                         |                             |  |
| nem<br>hatás               | daganatkelő       |                         |                             |  |
|                            | beltér            | gyerekek                | Ausztrália                  | diagnosztizált<br>asztma<br>Garrett et al., 1999             |
|                            | beltér            | gyerekek                | Ausztrália                  | atópia, Prick teszt<br>Garrett et al., 2000                  |
|                            | beltér            | gyerekek                | Ausztrália                  | diagnosztizált<br>asztma<br>Rumchev et al., 2002             |
|                            | beltér            | gyerekek                | UK                          | sipolás, beteg napló<br>Venn et al., 2003                    |
|                            |                   |                         | Svédország                  | diagnosztizált<br>asztma<br>Smedje and Norbäck,<br>2001      |
| daganatkelő hatás          |                   |                         | nasopaharingeális cc        | IARC/US EPA  |
| <b>CO</b>                  |                   |                         |                             |  |
| nem<br>hatás               | daganatkelő       |                         |                             |  |
|                            | kültéri<br>levegő | szívbetegek             | EU                          | szívbetegek -kórházi<br>újrafelvétel<br>von Klot et al. 2005 |
|                            |                   | újszülöttek             | Kanada                      | hatás újszülötteken<br>Liu et al., 2003                      |
|                            |                   | gyerekek                | Taiwan                      | asztma, szénanátha<br>prevalencia<br>Hwang et al., 2006      |
|                            |                   | összes életkor          | Olaszország                 | asztma, akut légúti<br>betegség, COPD<br>Fusco et al., 2001  |
| <b>PM</b>                  |                   |                         |                             |  |
| nem<br>hatás               | daganatkelő       |                         |                             |  |
|                            | kültéri<br>levegő | összes életkor          | EU                          | össz halálozás<br>APHEA2                                     |



|                        |                |           |                        |   |          |                         |
|------------------------|----------------|-----------|------------------------|---|----------|-------------------------|
|                        | kültéri levegő | >65 év    | EU                     | COPD felvétel   | kórházi  | APHEA2                  |
|                        | kültéri levegő | gyerekek  |                        | postneonatalis légzőszervi halálozás, légzésfunkció csökkenés |          | PINCHE                  |
| NO2                    |                |           |                        |   |          |                         |
| nem daganatkeltő hatás |                |           |                        |   |          |                         |
|                        | beltér         | gyerekek  | Svédország             | asztma  |          | Emenius et al. ,2003    |
|                        | beltér         | gyerekek  | UK                     | asztma, sipolás, fulladás (kérdőív)                           |          | Venn et al., 2003       |
|                        | beltér         | gyerekek  | USA                    | légzőszervi tünetek   |          | Li et al., 2006         |
|                        | beltér         | gyerekek  | Ausztrália             | légzőszervi tünetek naplózás 1 évig                           |          | Garrett et al., 1998    |
|                        | beltér         | gyerekek  | USA                    | alsó légúti tünetek   |          | van Strien et al., 2004 |
| CO2/légcsere           |                |           |                        |   |          |                         |
| nem daganatkeltő hatás |                |           |                        |   |          |                         |
|                        | beltér         | gyerekek  | Korea                  | asztma, növekvő kockázata                                     | fulladás | Kim et al. 2002         |
|                        | beltér         | gyerekek  | Svédország, Észtország | asztma  |          | Fisk et al. 2002        |
|                        | beltér         | felnőttek | Svédország             | éjszakai légszomj   |          | Norback et al. 1995     |
| benzol                 |                |           |                        |   |          |                         |
| nem daganatkeltő hatás |                |           |                        |   |          |                         |
|                        | beltér         | felnőttek | USA                    | orvos által diagnosztizált asztma                             |          | Arif et al., 2007       |
|                        | beltér         | gyerekek  |                        | asztma prevalencia  |          | Rumchev et al.,2004     |



|                    |                  |              |           |   |
|--------------------|------------------|--------------|-----------|---|
| beltér és kültér   | asztmás gyerekek | asztma, foka | súlyosság | Delfino et al.,2003                                     |
| daganatkeltő hatás |                  |              |           | IARC/US EPA   |
| naftalin           |                  |              |           |   |
| daganatkeltő hatás |                  |              |           | California Környezet-egészség Kockázat becslési Hivatal |

3. táblázat: Beltéri formaldehid, CO, NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> benzol és naftalin környezetegészségügyi kockázatbecslése az EU-ban. A tartományok az expozíció különbségeit mutatják, a 95% CI az ERF variációját jelzi.

| egészség végpont  | vizsgálat      | receptor         | tól-(95% CI     | ig (95% CI)        |
|---|----------------|------------------|-----------------|--------------------|
| <b>Formaldehid</b>  |                |                  |                 |                    |
| nem daganatos hatás   |                |                  |                 |                    |
| dianosztizált (prevalencia)                                     | asztma Runchev | gyerekek         | 0% (0-3 %)      | 2.9% (0.5 - 8%)    |
| a betegek által jelentett fulladás (az elmúlt év prevalenciája) | Venn           | gyerekek         | 0.7% (0-11 %)   | 1.3% (0 -19%)      |
| Gyakoribb éjszakai légszomj atópiás gyermekek körében           | Venn           | atópiás gyerekek | 13% (2 -23 %)   | 24% (4-42 %)       |
| atópia prevalencia (Prick teszt)                                |                |                  | 17% (0-33 %)    | 32 % (0-61 %)      |
| dianosztizált (prevalencia)                                     | asztma Smedje  | gyerekek         | 1.9% (0-6 %)    | 3.5% (0-12 %)      |
| daganatos hatás (daganatok száma/év/1 000 000)                  |                |                  | 4               | 8                  |
| <b>CO</b>   |                |                  |                 |                    |
| nem daganatos hatások   |                |                  |                 |                    |
| szívbetegségek miatti kórházi betegfelvétel prevalencia         | von Klot       | szívbeteg        | 0.6% (0.-1.1 %) | 2.9% (0.2 -5 %)    |
| alacsony születési súly prevalencia                             | Liu            | újszülöttek      | 0.1% (0 -0.3 %) | 0.7% (0.1 - 1.3 %) |
| intaruterin retardáció prevalencia                              | fejlődési Liu  | újszülöttek      | 0.2% (0 -0.3 %) | 0.9% (0.1 - 1.4 %) |



|   |          |                  |                       |                    |
|---|----------|------------------|-----------------------|--------------------|
| allergiás rhinitis prevalencia  | Hwang    | gyerekek         | 3.3%<br>(2.6 - 4.6%)  | 16% (13 -22 %)     |
| kórházi betegfelvétel asztma  | Fusco    | minden életkor   | 1.5%<br>(0.2- 2.8%)   | 7.1% (1.2 -13 %)   |
| kórházi betegfelvétel légzőszervi betegségek  | Fusco    | minden életkor   | 0.7%<br>(0.3 - 1.2 %) | 3.6% (1.7 - 5.6 %) |
| kórházi betegfelvétel akut légzőszervi betegségek   | Fusco    | minden életkor   | 0.6% (0 -1.2 %)       | 2.8% (0-5.7 %)     |
| kórházi betegfelvétel COPD  | Fusco    | minden életkor   | 1.2% (0- 1.2 %)       | 5.6% (0-5.7 %)     |
| nem alkalmazható, nincs megfelelő beltéri ERF, a kültéri PM ERF nem alkalmazható a különböző összetevők miatt, dupla számítás lenne |          |                  |                       |                    |
| <b>PM</b>   |          |                  |                       |                    |
| <b>NO2</b>  |          |                  |                       |                    |
| nem daganatos hatások   |          |                  |                       |                    |
| visszatérő fulladás prevalencia   | Emenius  | gyerekek         | 2.3% (0- 44 %)        | 8% (0-154 %)       |
| fulladás prevalencia  | Venn     | gyerekek         | 0% (0- 1.5 %)         | 0% (0-5 %)         |
| köhögés prevalencia   | Garrett  | gyerekek         | 16% (0- 30 %)         | 54 % (-103 %)      |
| légszomj prevalencia  | Garrett  | gyerekek         | 8% (0-20 %)           | 28% (0-70 %)       |
| fulladás prevalencia  | Garrett  | gyerekek         | 5% (0-15 %)           | 16% (0-53 %)       |
| asztmás roham prevalencia   | Garrett  | gyerekek         | 1.8% (0 -13 %)        | 6.4% (0-45 %)      |
| mellkasi szorító érzés prevalencia  | Garrett  | gyerekek         | 2% (0-10 %)           | 8.2% (0-36 %)      |
| fulladás prevalencia  | Belanger | asztmás gyerekek | 0% (0- 3.3 %)         | 0% (0-11%)         |
| tartósan fennálló köhögés   | Belanger | asztmás gyerekek | 0.7% (0- 4.2 %)       | 2.5% (0-15 %)      |



|   |          |                  |                |                  |
|---|----------|------------------|----------------|------------------|
| légszomj prevalencia  | Belanger | asztmás gyerekek | 0% (0-2.2 %)   | 0% (0-7.5 %)     |
| mellkasi szorító érzés prevalencia                                | Belanger | asztmás gyerekek | 0.6% (0-3.3 %) | 2.2% (0-11.5 %)  |
| <i>CO2/légcsere</i>   |          |                  |                |                  |
| nem daganatos <i>hatások</i>                                      |          |                  |                |                  |
| fulladásos rohamok  | Kim      | gyerekek         | 42% (0-125 %)  | 45% (0-134 %)    |
| <i>Benzol</i>   |          |                  |                |                  |
| nem daganatos <i>hatások</i>                                      |          |                  |                |                  |
| asztma súlyossága   | Delfino  | asztmás gyerekek | 17% (4-28 %)   | 113% (26 -185 %) |
| asztma prevalencia  | Rumchev  | gyerekek         | 6% (5-8 %)     | 41% (32 -49 %)   |
| daganatos <i>hatás</i><br>( <i>daganatok száma/év/1 000 000</i> ) |          |                  | 0.1-0.3        | 0.5- 1.7         |
| <i>Naftalin</i>   |          |                  |                |                  |
| daganatos <i>hatás</i><br>( <i>daganatok száma/év/1 000 000</i> ) |          |                  | 0.3            | 31               |



## D.2. EnVIE project 2004-2008<sup>4</sup>

A következő, EU által támogatott projekt az EnVIE volt, amit az IDMEC (Instituto de Engenharia Mecânica, Portugal) koordinált. Az EnVIE projekt további vegyületekkel kapcsolatban fogalmazott meg ajánlásokat, kivéve a biológiai légszennyezőket, a radont és a passzív dohányzást, mivel ezekkel a vegyületekkel kapcsolatban már korábban kiadtak szabályozást. Az EnVIE projekt feladata volt, hogy áttekintse a témában a megelőző 20 évben közölt széleskörű tudományos eredményeket, és ennek alapján szakpolitikai javaslatokat fogalmazzon meg Európa számára. Az EnVIE projekt javaslatai nagymértékben előmozdították a WHO által irányított belső téri levegőminőségre vonatkozó ajánlások elkészítését, amit 2006-ban kezdtek el, és 2010-ben jelent meg (WHO 2010).

### D.2.1. Az EnVIE projekt javaslatai

Az elemzés alapján a következő betegségeket lehet rangsorolni, amiket előidéz vagy súlyosbít a rossz belső téri levegőminőség: allergia és asztma, tüdőrák, krónikus alsó légúti hurut (COPD/KALB), légúti fertőző betegségek, szív-érrendszeri betegségek és halálozás, „beteg épület tünetegyüttes” sick building syndrome), szagok és izgató hatás.

A következő javaslatokat fogalmazták meg:

- Szakpolitikai javaslatok az energia takarékoságot, építőanyagokat, termékeket és a fenntartást illetően;
- A beltéri levegőminőség figyelembevételét az Épületek energiateljesítményéről szóló irányelvben (EPBD 78/170/EEC of 13 February 1978).

---

<sup>4</sup> [https://cordis.europa.eu/docs/publications/1264/126459681-6\\_en.pdf](https://cordis.europa.eu/docs/publications/1264/126459681-6_en.pdf) Project no. SSPE-CT-2004-502671, (2004-2008),





- A beltéri levegő minősítésére egységes, harmonizált protokoll kifejlesztése; az építőanyagok, berendezések és termékek egységes jelölésére (közös beltéri levegő monitorozási eljárás).
- Minden épület esetében részletes dokumentumot kell készíteni a működéséről és fenntartásáról, kézikönyv minden berendezés működtetéséhez és elegendő, képzett személyzet, aki ellenőrzi a dokumentációt és felelős az épülettel kapcsolatos összes feladatért.

#### A kültéri levegőminőség hatásaival kapcsolatos szakpolitikák:

- Minden új épület esetében a radon mentes építőanyagok előírása.
- Szoros külső burkolat alkalmazása, kiegyensúlyozott szellőző és légtisztító rendszer beépítése abban az esetben, ha a kültéri levegő minősége a WHO ajánlásoknak nem felel meg.

#### A specifikus építőanyagokra és felszerelésekre vonatkozó politikák.

- A füstelvezető nélküli fűtő berendezések, „parapet” gázkészülékek használatának tiltása, CO detektorok elhelyezésének kötelezővé tétele, a fűtő berendezések rendszeres karbantartása, felülvizsgálata;
- Az egészséghatásokat figyelembe vevő szellőzési ajánlások kidolgozása a belső- és külső téri légszennyezők expozíciójának kontrollálására; megfelelő beltéri hőmérséklet biztosítására.
- A szellőző és légkondicionáló rendszerek rendszeres karbantartásának és felülvizsgálatának kötelezővé tétele (az EPBD részekén).
- Párásodás kontrolálására vonatkozó ajánlások megfogalmazása az épületek tervezése és fenntartása során; az állandó nedvesség; továbbá a rejtett és látható penészesedés megelőzése.
- A hálózati melegvíz hőmérsékletének 55° C feletti tartása.
- A konyha, mosoda, fürdőszoba nedvesség, pára elszívásának biztosítása.



### D.3. Promoting actions for healthy indoor air (IAIAQ<sup>5</sup>)

Az IAIAQ projekt az EnVIE folytatása és kiterjesztése. Az IAIAQ projekt újabb elemzést végzett az EU 26 országában a beltéri levegőminőséggel kapcsolatos betegségteherre vonatkozóan, különös tekintettel az egyes EU szabályozások bevezetésével kapcsolatos egészség nyereségre.

Az IAIAQ projekt különböző scenáriók bevezetésének előnyeit is vizsgálta

***Kiindulás: Nincs új EC akció***

***Szenárió 1: A jelenlegi akciók folytatása a 2010-es szinten***

***Szenárió 2: A jelenlegi IAQ Akcióterv folytatása 2010-től***

***Szenárió 3: Új európai IAQ akciók***

Az IAIAQ értelmezésében a jövőbeni akciókat a beltéri levegőminőség kiegyensúlyozott és átfogó értelmezésére kell alapozni. Mérlegelni kell a lehetőségeket, hogy a beltéri levegőminőséggel kapcsolatos szakpolitikát hogyan lehet integrálni más szakpolitikákba, pl az épületek energia teljesítményét szabályozó direktívába (EPBD), vagy a klímapolitikába, a megújuló energia politikába. Ezenkívül még figyelembe kell venni egy sor más szempontot is, pl. a tűzvédelemtől a kártevő kontrollig.

***Szenárió 4: Harmonizált EU protokollok az építőanyagok, berendezések és beltérben használatos termékek jelölésére - integrálás az beltéri levegőminőséget meghatározó politikába***

---

<sup>5</sup> Jantunen M., Oliveira Fernandes E., Carrer P., Kephelopoulos S., Promoting actions for healthy indoor air (IAIAQ).(2011) European Commission Directorate General for Health and Consumers. Luxembourg

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/4beb6973-83f8-49a9-a6c8-d31a6d75a247/language-en>



Ez a scenárió becsüli az egyes IAQ szakpolitikák járulékos előnyeit.

**Scenárió 5: A beltéri tüzelés szabályozásának integrálása az építészeti előírásokba.**

Ez a scenárió megtiltja a nyitott égésterek, elvezetés nélküli beltéri tüzelőeszközök használatát; kötelezővé teszi a tervezett ellenőrzési és fenntartási programokat, CO detektorok és riasztók beszerelését. Ez a scenárió várhatóan csökkenteni fogja mind a kültéri, mind a beltéri légszennyezést és virtuálisan megszünteti a CO mérgezések kockázatát a lakásokban.

Az egészségügyi és egyéb szektorok koordinált akciói:

**Scenárió 6: A beltéri levegőminőség szabályozásának integrálása az épületek energia teljesítményének szabályozásába (EPBD)**

Ez a scenárió az EPBD felülvizsgálatán alapszik, feltételezi, hogy a beltéri levegőminőség minden egyes lépésnél megfontolásra kerül. Az egészségnyereség számszerűsíthető az épületek felújításának és a fűtés korszerűsítésének arányában. A scenárió csökkenteni fogja az égéstermékekből és építőanyagokból származó kibocsátásokat és javítani fogja a levegőminőséget egyrészt a csökkent fűtőanyag felhasználás, másrészt a tisztább és kevesebb fűtőanyag felhasználás révén, valamint a kültéri légszennyezők penetrációjának csökkentése révén (feltételezve a fejlettebb energia visszaforgatást és a megfelelő szellőzési technológiákat). Ez a scenárió hosszabb távon fog egészségnyereséget előidézni.

**Scenárió 7: A beltéri levegőminőséggel kapcsolatos szakpolitika integrálása az EU Klímaakció és Megújuló Energia Csomagjába és az energia szint jelölés direktívájába**

Ez a scenárió az előbbi scenárió fejlesztett változata a városi kültéri levegőminőség, a kültéri levegő szűrésének és eliminációjának, valamint a fűtő és



fűző berendezések beltéri kibocsátásának drasztikus csökkentésével. Ennek a scenáriónak rendkívüli szerepe van a beltéri levegőminőséggel kapcsolatos betegségteher csökkentésében. Mindenképpen figyelembe kell venni minden lépésnél az EU Klíma Akció és Megújuló Energia Csomagját. Ennek figyelmen kívül hagyása súlyos negatív következményekkel jár, melyeknek okai a következők: (i) az energia felhasználás csökkentése az épületek szigetelésével, a csökkentett szellőzés, kisebb lakások, méginkább beépített városok, (ii) a megújuló energiateljesítés nagyon leegyszerűsített értelmezése, azaz a fatüzelés arányának növelése a lakásokban; (iii) a 20-20-20 % célok teljesítésének irányába való erőltetett törekvés megfelelő tudományos megalapozottság nélkül. Mindezek a lépések a betegségteher szignifikáns növekedéséhez fognak vezetni a beltéri levegőminőség romlása miatt.

2. ábra: Az éves közegészségügyi nyereség növekedése az EU 27 országában az egyes jogszabályok bevezetése nyomán (DALY/ millió) 2000-2050 között

| Existing or proposed EU-regulation and respective IAIAQ Scenario                                      | Start year | Annual health benefit in DALY/million in year |       |       |       |       |       |
|---|------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
|   |            | 2 000   | 2 005 | 2 010 | 2 015 | 2 020 | ∞     |
| CPD (89/106/EEC Construction Products), Scenario 1  | 2 000      | 0   | 35    | 70    | 100   | 120   | 400   |
| GPSD (2001/95/EC General Product Safety), Scenario 1  | 2 002      |   | 2     | 5     | 6     | 7     | 9     |
| EPBD (2002/91/EC Energy Performance of Buildings), Scenario 1   | 2 003      |   | 60    | 190   | 300   | 400   | 800   |
| REACH (EC/1907/2006 Chemicals), Scenario 1  | 2 007      |   |       | 5     | 10    | 13    | 17    |
| REACH implementation with focus on IAQ, Scenario 2  | 2 011      |   |       |       | 10    | 15    | 30    |
| CPD+GPSD+ Integration of IAQ impacts of indoor combustion equipment into CPD&GPSD, Scenario 2         | 2 011      |   |       |       | 100   | 180   | 600   |
| European harmonised protocols for IAQ labelling of building & indoor materials & products, Scenario 4 | 2 011      |   |       |       | 60    | 120   | 300   |
| Ban on unflued combustion, CO detectors, regular maintenance&inspection, Scenario 5                   | 2 011      |   |       |       | 100   | 180   | 300   |
| EPBD + Integration of IAQ into EPBD recast Scenario 6   | 2 011      |   |       |       | 160   | 350   | 1 200 |
| Integration of IAQ into EU Climt Act & Renewbl Enrg Pckg & Recast of Energy lab. Scenario 7           | 2 011      |   |       |       | 300   | 600   | 2 000 |

A 2. ábra foglalja össze az egyes scenáriók egészségnyereségét. Optimális esetben 2020-ra 2000 DALY/millió nyereséget jeleztek.

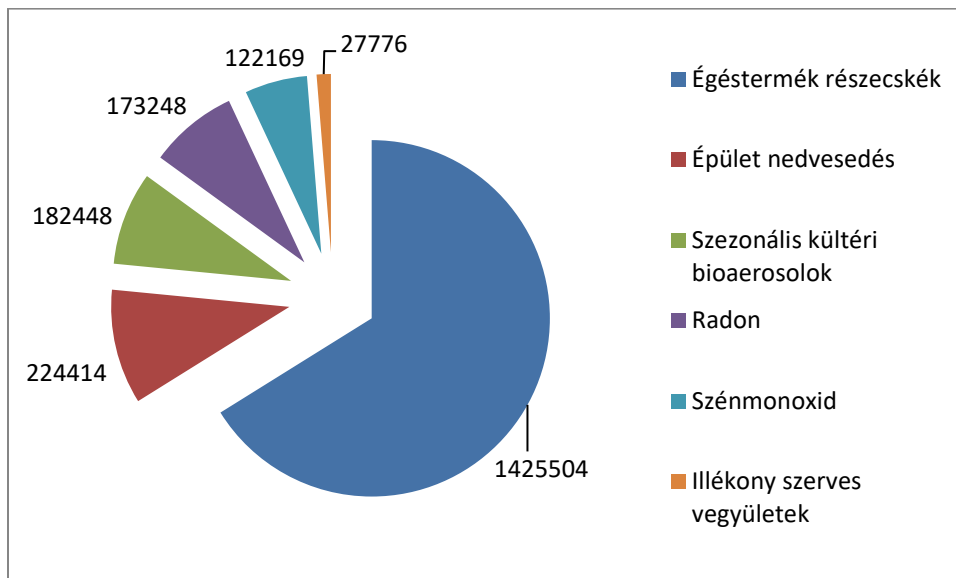


#### D.4. HealthVent project 2009-2012

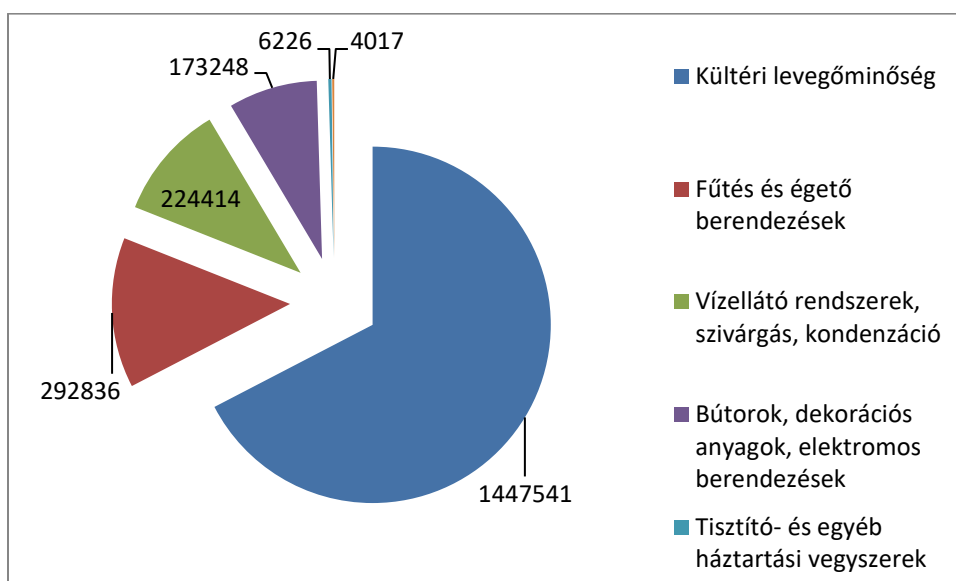
A HealthVent<sup>6</sup> (Health-based Ventilation Guidelines for EU) projekt keretében számolták ki a belső téri levegőszennyezőkkel kapcsolatos betegségterhet.

A beltéri levegő terhére írható betegségteher 2/3-a a PM szennyezés következménye (legnagyobb részben a PM<sub>2.5</sub>) (3. ábra). A beltéri szálló por koncentráció elsősorban a kültérből és a beltéri szilárd tüzelőanyag égetésből (főzés, fűtés) származik. A kültéri PM szennyezés nagy része is a szilárd tüzelőanyag helyi és távoli égetéséből származik, főleg ott, ahol a PM koncentráció meghaladja a vidéki háttérállomások értékét. A szálló por expozíció elsősorban a szív-érrendszeri betegségek, a COPD és a tüdőrák kockázatát növeli. A további szignifikáns expozíciók: nedvesség (11%), a kültérből származó bioaeroszok (8%). Mindkét szennyező növeli az asztmás tünetek gyakoriságát, illetve súlyosbítja azokat; a nedvesség összefügg a légúti tünetekkel és betegségekkel is. Az európai tüdőrákos esetek 9%-áért felelős a radon. A beltéri égetésből származó beltéri CO (6% vagy több) az európai akut halálos mérgezési esetek közül a leggyakoribb ok. Annak ellenére, hogy az akut halálos vagy nem halálos CO mérgezést könnyű diagnosztizálni, a statisztikák hiányosak (18/26), és eléggé széles skálán mozognak (8/26), nehezen összehasonlíthatók (4. ábra).

<sup>6</sup> EU Health Programme HEALTHVENT Grant Nr. 2009 12 08, EU FP7 (TRANSPHORM)



3. ábra: A belső téri légszennyezőkkel kapcsolatos betegségteher az EU 26 országában



4. ábra: A beltéri légszennyezéssel összefüggő betegségteher a szennyezőforrások szerint az EU 26 országában

A HealthVent Project az EC által korábban támogatott projektekre (EnVie, IAIAQ,) és a WHO Air Quality Guidelines-ra támaszkodva célul tűzte ki a szellőzés egészséghatás alapú követelmény rendszerének kidolgozását. A szabályozás elsődleges szempontja a forrás kontrollt mind a kül-- mind a beltérben. A szellőzést, mint végső megoldást



kell tekinteni, az expozíció értékelésében a WHO irányelvek a mérvadóak (4. táblázat).

4. táblázat: A legalacsonyabb légcseré, ami védő hatású - a HealthVent irodalmi adatok összesítése alapján

| Egészség végpont            | Lakás  | Iroda   | Iskola  |
|-----------------------------|--|---|---|
| Asztma és allergiás tünetek | 7L/s x fő  | -   | -   |
| Légúti tünetek              | -  | -   | -   |
| Légúti fertőző betegségek   | Nincs egészség-alapú ajánlás vagy küszöbérték, elfogadható szint a mikroorganizmusokra   |   |   |
|                             | Irodákra: a heti átlagos CO2 koncentráció különbség > 100 ppm és a rhinovírus kimutathatóságának valószínűsége közötti kapcsolat |   |   |
| SBS tünetek                 | > 8 L/s x fő   | > 9 L/s x fő<br>(<20% SBS tünet prevalencia)              | 7 L/s x fő - 10 L/s x fő - az SBS tünetek változatlanok, DE jobb a levegőminőség megítélése |
| Éves betegszabadság         | -  | > 12 L/s -a betegszabadság csökkenése (1,2-1,9 nap/fő/év) | Minden 4 L/s x fő megfelel 10-20% iskolai hiányzás csökkenésnek (1L/s x fő - 2,5-5%)        |
| Teljesítmény                | -  | >15 L/s x fő megelőzi a teljesítmény csökkenését          | > 5L/s x fő valószínűleg megelőzi a teljesítmény csökkenését                                |
| <b>Összesítve</b>           | <b>7 L/s x fő</b>  | <b>9 L/s x fő</b>   | <b>8 L/s x fő</b>   |

#### D.4.1. Legalacsonyabb egészségvédő légcseré arányok - Mik a korlátai ezen korábbi vizsgálatok eredményeinek alkalmazásánaka?

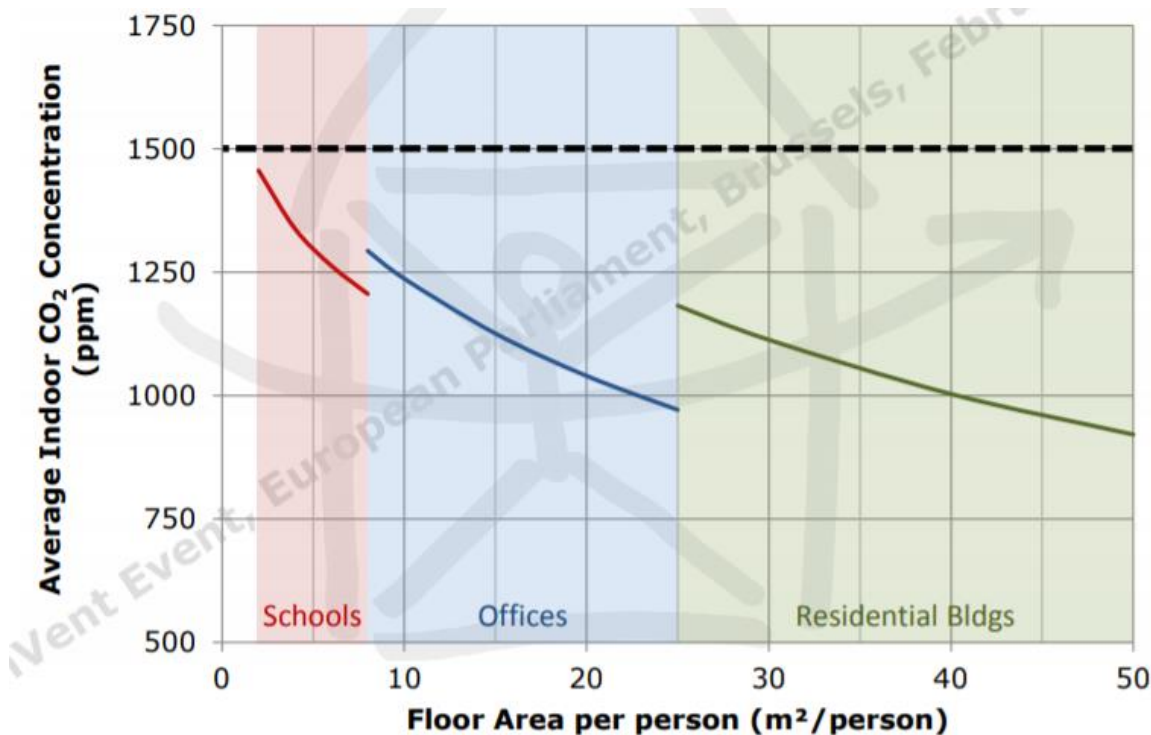
Ezeket az arányokat nem lehet általánosítani; és ennek alapján egészség alapú légcseré mértéket előírni. Az áttekintett vizsgálatok a légcseré mértékének rövid távú hatásait elemezték, így nincs adat a hosszú távú hatásokat illetően. A vizsgálatokban nem írták le pontosan a belső és külső téri levegő minőségét; legtöbb esetben nem írták le pontosan a légcseré mérésének módszerét; a vizsgált épületekben nem volt jelen minden emissziós forrás kontrollálására szolgáló módszer.



#### D.4.2. Egészség- bizonyíték alapú megközelítés a HealthVent projektben

CO<sub>2</sub> - a helyiségben tartózkodók kibocsátása, ami CO<sub>2</sub>-t juttat a környezetbe - egy közelítő érték, ami az emberek anyagcseréjétől, a zsúfoltságtól és a beltéri hőmérséklettől függ. Ha minden kibocsátó forrás jól kontrollált, akkor az átlagos CO<sub>2</sub> koncentráció 1000-1500 ppm között tartható - ez a szint elfogadható közegészségügyi szempontból a hatóságok és a tudományos publikációk alapján (5. ábra).

5. ábra: Átlagos CO<sub>2</sub> koncentrációk különböző használatú épületekben a használat idején, 4L/s x fő szellőzés esetén



CO<sub>2</sub> - tipikus épületek és aktivitások, továbbá a helyiségben tartózkodók sűrűsége és anyagcseréje mellett személyenként 4 L/s légcserre megfelelő beltéri levegőminőséget tud biztosítani - ebben az esetben a CO<sub>2</sub> koncentrációt az összes biológiai eredetű kibocsátás proxy értékének kell tekinteni.

**Páratartalom** - az emberi anyagcsere következtében a 4 L/s x fő légcserre elegendőnek bizonyul a fűtési időszakban. Ilyen arányú légcserre mellett a páratartalom megfelelő határok között tartható, ami kedvezőtlen a penészgombák





növekedése és a háziporatkák szaporodása szempontjából. A légcseré arányának növelése magas külső relatív páratartalom esetén nem hatásos, sokszor az ellenkező hatást váltja ki. Ilyenkor szükség lehet a külső vagy a belső levegő szárítására.

**Szellőzés** - Sundell és mtsai<sup>7</sup> (2011) a releváns irodalom (27 cikk) áttanulmányozásával kívánták megalapozni a szellőzés kívánatos mértékét nem ipari célú épületekben. Több egészségi végpontot vizsgálva hasonló összefüggéseket találtak a kutatók a szellőzés mértéke és az egészséghatás között, bár nem közöltek egyértelmű bizonyítékokat egyik szennyező esetében sem. Az irodákban a magasabb légcseré arány, egészen 25 L/s/fő mértékig egyértelműen csökkentette a beteg épület tünetegyüttes (SBS) előfordulását. Korlátozott adatok támasztják alá az alacsonyabb szellőzési arány és a légúti fertőzések, asztma, néhány napos betegállomány összefüggését. A lakásokban a 0,5/óra légcserénél magasabb arány csökkentette a gyermekek körében az allergiás tünetek megjelenését.

A 4l/s per fő ajánlást néhány évvel később beépítette az EU az EN 15251 sz. szabványba és az USA az ASHRAE -ba.

#### 5. táblázat: Szellőzési szabványok az EN rendszerben, elsősorban a technikai szempontok szerint

| az EN szabvány célja  | Lakóépület                         | Egyéb épület                                |
|---|------------------------------------|---|
| A beltéri környezet kritériuma                                      |                                    | EN 15251: 2007                              |
| A szellőző rendszer tervezése és méretezése                         | CEN/TR 14788:2006                  | EN 13779:2007                               |
| A lakóépületek szellőző berendezései teljesítményének követelményei | EN 15665: 2009                     |   |
| A ventilációs ráta kiszámítása                                      | EN 13465: 2004 EN 15242: 2007      | EN 15242: 2007                              |
| A szellőzés energia igény kiszámítása                               | EN 15241: 2007                     | EN 15241: 2007                              |
| Minősítés és teljesítmény jellemzők                                 | prEN 13142 Rev V7                  | EN 13052: 2006                              |
| Az egyes komponensek és termékek teljesítményének tesztelés         | EN 13141-1: levegő átvezető eszköz | EN 1886:2007 mechanikus levegőkezelő egység |

<sup>7</sup> Sundell J, Levin H, Nazaroff WW, Cain WS, Fisk WJ, Grimsrud DT, et al. Ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature. Indoor Air. 2011;21:191–204.



|   |   |
|---|---|
| EN 13141-2 levegő elvezető és pótló eszköz                            | ISO 5801:1997 Ipari ventilator teljesítmény tesztelés               |
| EN 13141-3 légkeverő  | ISO 12248 Ipari ventilator tolerancia, konverziós módszerek         |
| EN 13141-5 külső borító és tetőegység                                 | ISO 5221 Akusztika, a vezetékben sugárzott hangerősség szint        |
| EN 13141-6 külső szellőző rendszer csomag                             | ISO 5213 Akusztika, a védőborítás által sugárzott hangerősség szint |
| EN 13141-7 mechanikus ellátó- elszívó egység + HR az épületek részére | EN 1751 A párasítók és szelepek aerodinamikai tesztelése            |
| EN 13141-8 mechanikus ellátó- elszívó egység + HR a szobák részére    | EN 1216 A hűtő és fűtő tekercsek teljesítményének tesztelés         |
| EN 13141-9 kívülre helyezett RV kontrollált levegőszállító eszköz     | EN 779 A filtrációs teljesítmény meghatározása                      |
| EN 13141-10/ ember által kontrollált levegőelszívó végeszköz          | EN 308 A levegő-levegő HR eszközök teljesítményének tesztelése      |



#### D.4.3. A HealthVent projekt a következő ajánlásokat fogalmazta meg:

- Harmonizált termékjelölés és szellőzés szabályozásának kialakítása Európában
- A kültéri levegőminőségre vonatkozó direktívába be kell építeni a beltéri levegőminőségre vonatkozó követelményeket, figyelembe véve a hatásokat.
- Hangsúlyozni kell a beltéri levegőminőség és az ellenőrzési módszerek fontosságát a megújítandó EPBD-ben és a szellőzésre vonatkozó szabványokban.
- Új európai irányelveket kell megfogalmazni a szellőző rendszerek felhasználási céljaira, tervezésére, gyártására, fenntartására és vizsgálatára vonatkozóan.
- Átfogó kritérium rendszert kell kidolgozni a belső téri szellőzés energia igényével kapcsolatban, továbbá a hőkomfortra vonatkozóan
- Az EU fenntartható épületekre vonatkozó szakpolitikájában figyelembe kell venni a kül- és beltéri légszennyező források változását.

#### D.5. SEARCH és SINPHONIE<sup>8</sup> projekt (2007-2012)

Az elmúlt évtizedben két nagy nemzetközi kutatási projekt (a SEARCH 1 és a SINPHONIE projekt) is foglalkozott az iskolai környezettel és annak a gyermekek egészségére gyakorolt hatásával, melyekben Magyarország is részt vett.

A vizsgálati eredmények alapján az alábbi javaslatokat fogalmazták meg az egészséges iskolai környezet biztosítása érdekében:

- El kell kerülni az osztálytermek zsúfoltságát, amelyek egyértelműen rontják az osztályterem belsőtéri levegőminőségét, károsak a gyermekek egészségére és rontják a gyermekek teljesítőkéességét is.

---

<sup>8</sup> <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC91163/lbna26730enn.pdf>



- A megfelelő belsőtéri levegőminőség biztosítása érdekében legalább minden szünetben ablaknyitással jól ki kell szellőztetni a tantermet, de az a legkedvezőbb, ha kis ablakokat (pl. felső bukó ablakokat) a tanítási órák alatt is nyitva tartanak.
- El kell kerülni a PVC padlóburkolatok és a vízben nem oldódó (műanyag) falfestékek alkalmazását (pl. felújítások alkalmával, vagy új épületek tervezésekor).
- Az iskolák környékén a gépkocsiforgalmat - lehetőség szerint - korlátozni kell, részben a szennyezett levegő beáramlásának elkerülése, részben a zajnak a tanítást zavaró hatása miatt.
- Az osztálytermek takarításához az egészségi szempontokat figyelembe vevő egyértelmű utasítás kidolgozása, megismertetése és betartatása alapvető fontosságú.
- Új bútorok beszerzése esetén gondoskodni kell a jó kiszellőzésről. (pl. a nyári hónapokban, iskolai szünetben beszerzett bútorokat tartalmazó tantermeket minden nap nyitva tartott ablakok mellett kell szellőztetni.)
- Illékony szerves oldószeres foglalkozások esetén fokozott szellőztetést kell biztosítani - tanóra alatt is.



D.5.1. A projekt a következő EU irányelveket fogalmazta meg az iskolák egészséges belső környezetének kialakítására vonatkozóan<sup>9</sup>:

#### *Az Irányelvek célja*

- Alapul szolgáljon az egészséges iskolai környezet európai szintű kialakításához.
- Nem a már létező országos és helyi irányelvek lecserélése, hanem éppen azok gazdagítása és megerősítése.
- Preventív és költséghatékony megközelítés (szemben egy probléma-központú megközelítéssel).
- Elsősorban a releváns politikai döntéshozók és a helyi hatóságok részére, továbbá az iskolaépület tervezők és igazgatók, valamint a diákok és szüleik, illetve a tanárok és más iskolai alkalmazottak számára tájékoztatás és iránymutatás az egészséges iskolai környezet biztosítása érdekében.

#### *Az egészséges beltéri iskolai környezet kulcsfontosságú meghatározói:*

- Külső légszennyezés (forgalom, ipar stb.).
- Az épület anyagai és berendezései (fal- és padló-burkolatok, festékek és ragasztók, szigetelőanyagok stb.).
- Az iskolaépület állapota (kora, vízszivárgás okozta károk, a karbantartás minősége stb.).
- A talaj és a víz útján bejutó szennyezők (pl. radon). Az iskolaépületen belüli folyamatok (fűtés és egyéb égési folyamatok, szellőztető és légkondicionáló rendszerek, fénymásolás stb.). Az iskolaépületben tartózkodók és tevékenységeik (dohányzás, tisztítószerek használata, stb.).

<sup>9</sup> European Guidelines for Healthy Environments within European Schools: Authors: Kephelopoulos, S., Csobod, E., Bruinen de Bruin, Y., De Oliveira Fernandes, E., Co-published by the European Commission's Directorates General for Health and Consumers and Joint Research Centre, Luxembourg, 2014. <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC87071>, vagy [www.sinphonie.eu/publications](http://www.sinphonie.eu/publications)



- Az iskolaépületen belüli folyamatok (fűtés és egyéb égési folyamatok, szellőztető és légkondicionáló rendszerek, fénymásolás, stb.).
- Az iskolaépületben tartózkodók és tevékenységeik (dohányzás, tisztítószer használata stb.).

#### *Általános higiénés és specifikus belsőtéri levegőminőségi követelmények az iskolaépületben*

- Az épület helye, az udvar állapota, a strukturális elemek minősége (hő-híd mentesség), rendszeres és megfelelő takarítás, szellőzés, fűtés, alacsony emissziójú berendezések használata).
- Másolók, nyomtatók és egyéb speciális berendezések használata önálló szellőzéssel ellátott külön termekben.
- A speciális munka- és oktatótermekben megfelelő óvintézkedéseket kell biztosítani (megfelelő számú és állapotú elszívók, védőfelszerelések, stb.).
- A takarítás típusa, folyamatai és gyakorisága az épület tisztítandó területeihez és anyagaihoz kell, hogy igazodjanak.

#### *Az iskolaépületek beltéri klíma, ventilációs és akusztikus követelményei*

- Fizikailag kényelmes operatív hőmérsékletet (20-26°C) kell fenntartani - az évszaknak és a kültéri hőmérsékletnek megfelelően.
- A hideg felületek közelében ne legyen sugárzási hőveszteség.
- Az épületnek legyen jó külső szigetelése.
- Külső árnyékoló berendezések és alacsony fajlagos emissziójú ablak bevonatok használhatók a külső forrásból származó hőtöbblet megakadályozására.
- Energia-hatékony lámpaszervevények és elektromos berendezések, illetve világítási stratégia használata.
- Adaptív hőkomfort stratégiák alkalmazása (pl. könnyebb ruházat).



- A különböző felhasználású termék akusztikus tervezése testre szabott legyen az optimális munka- és tanulási körülményekhez.

#### *A beltéri légszennyező források kezelése*

- A forrás **eltávolítása** (a szennyezőanyagok forrásainak megszüntetése - pl. penészes anyagok lecserélése, vagy az iskolaépületbe kerülésük megakadályozása).
- A forrás **helyettesítése** (pl. alacsony emissziójú anyagok és termékek alkalmazása).
- A forrás **körülzárása** (pl. nagy formaldehid tartalmú fabútorok lefedése laminált felületekkel).
- A **külsőtéri** forrás **csökkentése** („szennyezőanyag mentes” terület választása vagy forgalmi változtatás).
- A **belsőtéri** forrás **mérséklése** (légfrissítők, takarítószeres túlzott használatának elkerülése).

#### *Expozíció csökkentési stratégiák*

- A szennyezőanyag **expozíció helyének és idejének** szabályozása (felújítások nyárra időzítése).
- A **szellőzés átmeneti megnövelése** (festéskor, irtószeres kihelyezésekor).
- A pontforrásból származó beltéri szennyező anyagok **eltávolítása a külső térbe** (elszívó szekrények vagy helyi elszívó berendezések segítségével) pl. mellékhelyiségekben, laborokban, nyomtató - és másológépekben.
- Az iskolát használók (tanárok, diákok, egyéb személyzet) **oktatása** és a beltéri levegőminőségi problémák iránti érdeklődés felkeltése.



## E. A külső és a belső téri légszennyezéssel kapcsolatos szakpolitika egyes országokban

### E.1. Amerikai Egyesült Államok

Az USA-ban a Szövetségi Munkahelyi Biztonság és Egészség Hivatal (Occupational Safety and Health Administration (OSHA) felelős a munkahelyek biztonságáért és az egészségért. Régebben az OSHA csak a munkahelyekkel kapcsolatban dolgozott ki irányelveket, de 1994-ben jogi szabályozást kezdeményezett a nem munkahely jellegű környezetre is, bár ezt a javaslatot 2001. decemberében visszavonták. Az iskolai munkavállalók kérhetnek tanácsokat a területileg illetékes OSHA hivataltól, hogy csökkentsék az egyes légszennyezők expozícióját.

Az iskolákban a legnagyobb problémát a légcserre jelenti. A Szövetségi Kormányzat nem szabályozza a nem-ipari jellegű létesítményekben a légcserét. Az építésügyi jogszabályok olyan céllal készültek, hogy elősegítsék a jó építési gyakorlatot és védjék az egészséget és a biztonságot. Ezzel szemben szakmai társaságok, mint pl. az ASHRAE, vagy a Nemzeti Tűzvédelmi Egyesület (National Fire Protection Association (NFPA)), dolgozott ki ajánlásokat a megfelelő épület és berendezés tervezésére és beépítésére. Ezek az ajánlások akkor válnak jogilag kötelező érvényűvé, amikor azokat az egyes államok vagy felelős testületek elfogadják.

ASHRAE<sup>10</sup> (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ) már 1989-ben kiadott egy állásfoglalást<sup>11</sup> a beltéri levegőminőségről, amiben hangsúlyozta a beltéri levegő közegészségügyi jelentőségét. Azóta egyre több bizonyíték gyűlt össze a beltéri levegő hatásaival kapcsolatban, ezért szükség volt egy új állásfoglalást kiadni 2001-ben, amit frissítettek 2005-ben. A kétezres évek közepétől ismét indokolttá vált a frissítés, mivel újabb bizonyítékok, szempontok és kihívások (légúti fertőző betegségek terjedése, nem kereskedelmi épületek, klímaváltozás) jelentek meg.

<sup>10</sup> [https://www.ashrae.org/File%20Library/About/Position%20Documents/ASHRAE\\_PD\\_Indoor\\_Air\\_Quality2017.pdf](https://www.ashrae.org/File%20Library/About/Position%20Documents/ASHRAE_PD_Indoor_Air_Quality2017.pdf)

<sup>11</sup> Position Document on Indoor Air Quality Approved by ASHRAE Board of Directors July 21, 2011 Reaffirmed by ASHRAE Technology Council June 28, 2017





Az ASHRAE számos szabványt és jogszabályt, ajánlást dolgozott ki a beltéri levegőminőséget illetően. Az iskolákra vonatkozóan is nagyrészt az ASHRAE szabványokat alkalmazzák.

Az iskolai légcserét tekintve az ASHRAE Standard 62-2001, "Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality" azaz „Az elfogadható beltéri levegőminőséget biztosító szellőzés” szabványt alkalmazzák.

- Nincs szabvány az iskolai belső téri levegőkörnyezet biológiai szennyezésére.
- CO<sub>2</sub> ASHRAE Standard 62-2001 a kültéri levegő CO<sub>2</sub> szintjénél 700 ppm-mel magasabb CO<sub>2</sub> koncentrációt jelöl meg felső értéként
- CO Az OSHA munkaegészségügyi szabványa 1 órás maximum 50 ppm. NIOSH max 35 ppm CO-t enged meg 1 órára. Az USA Nemzeti Levegőminőség Szabványa CO esetében: 9 ppm a 8 órás határérték és 35 ppm az 1 órás határérték. A Fogyasztóvédelmi és Biztonsági Bizottság ajánlása max 15 ppm 1 óra alatt és max 25 ppm 8 óra alatt.
- PM<sub>10</sub> Az EPA Kültéri Levegő határértéke PM<sub>10</sub> esetében 1 órás: 50 ug/m<sup>3</sup> éves és 150 ug/m<sup>3</sup> 24 órás

A „Pro Children Act of 1994” megtiltja a dohányzást az állami fenntartású óvodákban, általános és középiskolákban

- PM<sub>2,5</sub> esetében nincs iskolai beltérre vonatkozó szövetségi kormányzati határérték; az EPA nemzeti kültéri levegőminőség standardja a következő értékeket adja meg éves határérték 15 ug/m<sup>3</sup>, 24 órás határérték 65 ug/m<sup>3</sup> kültéri levegőre.
- Pb: A Fogyasztóvédelmi és Biztonsági Bizottság 1978-ban betiltotta az ólom használatát festékekben.
- NO<sub>2</sub> esetében az iskolákra vonatkozó belső téri határérték. ASHRAE és a US EPA Nemzeti Kültéri Levegő Standard szerint a 24 órás határérték NO<sub>2</sub>-re: 0,053 ppm.

Légcserre: ASHRAE Standard 62-2001 szerint minimum of 15 cfm/fő az osztályteremben.



A HVAC rendszerre vonatkozó alapvető szabványok és ajánlások az USA-ban.

- (1) American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) Standard 62.1-2004, “Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality”;
- (2) American National Standards Institute (ANSI)/ASHRAE Standard 55-2004, “Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy”;
- (3) Department of Energy’s EnergySmart Schools guidelines;
- (4) Az egyes államok saját előírásai, melyek közül néhány a Nemzetközi Épület Kódra, vagy más előírásokra támaszkodik.

## E.2. Egyesült Királyság

### E.2.1. Oktatási célú intézményekkel kapcsolatos szabványok<sup>12</sup>

jóléti létesítményekre (mellékhelyiségek, kézmosási lehetőség a tanárok és a diákok részére). Részletesen szabályozza az egészséges ivóvíz elérhetőségét (vízkifolyók, ivókutak elhelyezése, ivásra alkalmas hideg víz jelölése, kézmosásra meleg víz biztosítása). A szabályozás kitér arra, hogy a hőmérséklet ne jelentsen forrázási veszélyt, a kifolyó víz hőmérséklete maximum 43°C lehet. A hálózati víz hőmérsékletét a legionella prevenciónak megfelelőnek kell biztosítani, ezt külön jogszabály írja elő.

Az iskola épületek szabályozása (Anglia, 2012) az 1999-es Oktatási Intézmények szabályozását váltja fel. Az új szabályozás flexibilisebb, több lehetőséget hagy az iskoláknak.

Több szabályozás kijelenti, hogy az intézkedéseknek “megfelelőeknek” kell lenni, nem határozzák meg precízen az előírásokat. De hangsúlyozzák, hogy az iskoláknak figyelembe kell venni a tanulók életkorát, számát, nemét. A Szabályozásban leírt standardok nem kötelezőek, bár elvárják, hogy az iskolák betartsák azokat.

<sup>12</sup> <https://neu.org.uk/advice/standards-school-premises-england>



## E.2.2. Előírások az iskolaépületekre

Fűtés : Munkaidő alatt a belső hőmérséktenek „célszerű”-nek kell lenni, legalább 15°C-nak. Ha túl meleg van, megfelelően hűteni kell (ventillátorokkal, fokozott szellőztetéssel). Hőmérőket kell elhelyezni a munkaterületeken, de nem kell minden szobában. Az Iskolaépületekre Vonatkozó Szabályozás (1999) korábban megállapított minimum hőmérsékleteket a különböző típusú termekre (tanterem, tornaterem, betegszoba) - ezeket az előírásokat nem tartalmazza a 2012-es „School Premises Regulation”. Továbbra is alkalmazható azonban az az elv, hogy a normális aktivitásra használt termekben (pl. tanterem) a minimum hőmérséklet 18°C.

Szellőzés: Az általános előírás szerint „effektív és megfelelő” körülményeket kell fenntartani minden zárt munkahelyen, hogy az elegendő friss vagy tisztított levegő rendelkezésre álljon. A friss levegő ellátás nem lehet kevesebb mint 5-8 L/s/bent tartózkodó személy. Figyelembe kell venni továbbá a helyiség alapterületét és a tevékenység típusát.

Világítás: Minden munkahelyet alkalmas és elegendő világítással kell ellátni, amennyire lehetséges, természetes fénnel. Külső megvilágítást kell biztosítani a bejáratnál, hogy a tanulók és dolgozók biztonságosan tudjanek belépni és tudják elhagyni az épületet.

Ahhoz, hogy a világítás megfelelő legyen, a következőkre kell figyelemmel lenni:

- megfelelő megvilágítást kell biztosítani a tantermekben, beleértve a tanárok és tanulók arcát is a jó kommunikáció érdekében,
- elsősorban természetes megvilágítást kell biztosítani a tantermekben, közlekedési útvonalakon, tanári szobákban és a szociális terekben,
- megfelelő kilátást kell biztosítani a kültérre a vizuális komfort elérésére és a szem megterhelésének elkerülésére,
- könnyen kezelhető fény szabályozókat kell biztosítani,
- biztosítani kell a napfény és a nappali fény kontrollálását, hogy megelőzzük a csillogást, káprázást, nyáron a túlmelegedést,



- megfelelő kültéri világítást kell létesíteni, hogy biztosítani lehessen a gyalogos közlekedést sötétedés után,
- megfelelő kivilágítást kell biztosítani kültéri sportlétesítményekben,
- a sötétedés után igénybe vehető be- és kijáratokat megfelelő világítással kell ellátni.

A megvilágítással kapcsolatos határértékeket az EN 12464-EU szabvány írja elő (6. táblázat).



## 6. táblázat Fény és megvilágítás

### EUROPEAN STANDARD NORME EUROPÉEN NEEUROPÄISCHE NORM EN 12464-1

| 6.2 Educational buildings |  |             |                       |                     |  |
|---------------------------|--|-------------|-----------------------|---------------------|--|
| Ref. no.                  | Type of interior, task or activity                     | $E_m$<br>lx | UGR <sub>L</sub><br>- | R <sub>a</sub><br>- | Remarks  |
| 6.2.1                     | Classrooms, tutorial rooms                             | 300         | 19                    | 80                  | Lighting should be controllable.   |
| 6.2.2                     | Classroom for evening classes and adults education     | 500         | 19                    | 80                  | Lighting should be controllable.   |
| 6.2.3                     | Lecture hall   | 500         | 19                    | 80                  | Lighting should be controllable.   |
| 6.2.4                     | Black board  | 500         | 19                    | 80                  | Prevent specular reflections.  |
| 6.2.5                     | Demonstration table                                    | 500         | 19                    | 80                  | In lecture halls 750 lx.   |
| 6.2.6                     | Art rooms  | 500         | 19                    | 80                  |  |
| 6.2.7                     | Art rooms in art schools                               | 750         | 19                    | 90                  | T <sub>CP</sub> ≥ 5000 K.  |
| 6.2.8                     | Technical drawing rooms                                | 750         | 16                    | 80                  |  |
| 6.2.9                     | Practical rooms and laboratories                       | 500         | 19                    | 80                  |  |
| 6.2.10                    | Handicraft rooms                                       | 500         | 19                    | 80                  |  |
| 6.2.11                    | Teaching workshop                                      | 500         | 19                    | 80                  |  |
| 6.2.12                    | Music practice rooms                                   | 300         | 19                    | 80                  |  |
| 6.2.13                    | Computer practice rooms (menu driven)                  | 300         | 19                    | 80                  | DSE-work: see 4.11.  |
| 6.2.14                    | Language laboratory                                    | 300         | 19                    | 80                  |  |
| 6.2.15                    | Preparation rooms and workshops                        | 500         | 22                    | 80                  |  |
| 6.2.16                    | Entrance halls   | 200         | 22                    | 80                  |  |
| 6.2.17                    | Circulation areas, corridors                           | 100         | 25                    | 80                  |  |
| 6.2.18                    | Stairs   | 150         | 25                    | 80                  |  |
| 6.2.19                    | Student common rooms and assembly halls                | 200         | 22                    | 80                  |  |
| 6.2.20                    | Teachers rooms   | 300         | 19                    | 80                  |  |
| 6.2.21                    | Library: bookshelves                                   | 200         | 19                    | 80                  |  |
| 6.2.22                    | Library: reading areas                                 | 500         | 19                    | 80                  |  |
| 6.2.23                    | Stock rooms for teaching materials                     | 100         | 25                    | 80                  |  |
| 6.2.24                    | Sports halls, gymnasiums, swimming pools (general use) | 300         | 22                    | 80                  | For more specific activities, the requirements of EN 12193 shall be used |
| 6.2.25                    | School canteens  | 200         | 22                    | 80                  |  |
| 6.2.26                    | Kitchen  | 500         | 22                    | 80                  |  |

\*biztosított megvilágítás  $E_m$  érték, amely alatt bizonyos meghatározott felületeken nem lehet kisebb a megvilágítás

**Akusztika:** Az akusztikus körülményeknek és a hangszigetelésnek a tevékenység szempontjából megfelelőnek kell lenni. A szabályozás szerint a jó akusztikus feltételekkel rendelkező iskolában a következőket lehet érzékelni:

- jó hangminőség, ami biztosítja, hogy az emberek tisztán halljanak, megértsék a beszédet és tudjanak koncentrálni a feladataikra,



- a nem kívánatos hangok (pl. környezetből származó hangok, oktatási eszközök, ventilátorok vagy a közlekedési zaj) csak minimálisan zavarhatják az iskolában tanulókat, oktatókat.

Az osztálytermekben és egyéb, a tanárok által használt területeken a jó akusztika biztosítja, hogy a tanár a hangszálai megerőltetése nélkül tudjon kommunikálni. Bizonyos helyiségekben vagy körülmények között (pl. zeneterem, hangfelvevő stúdiók, szabad terek, halláskárosodott tanulók tanterme) kiegészítő eszközökre is szükség lehet.

Tisztaság: Minden helyiséget, (beleértve a bútorokat, berendezési tárgyakat, stb.) tisztán kell tartani. Hulladékot csak a gyűjtésre alkalmas edényben, tárolóban szabad gyűjteni.

A padlót és a közlekedési útvonalakat legalább hetente egyszer kell takarítani. Minden szükséges esetben külön is fel kell takarítani a szemetet, szennyeződést. A munkahelyeken nem szabad hulladékot felhalmozni. A takarítás folyamata nem kockáztathatja senki egészségét és biztonságát.

Az Egyesült Királyságban a Public Health England 2019-ben tett közvéleménykutatás, az illékony szerves anyagok beltéri koncentrációjára vonatkozó ajánlást<sup>13</sup>.

Az Egyesült Királyságban eddig nem voltak ajánlások az egyes illékony szerves vegyületek beltéri koncentrációjára vonatkozóan. Ezért a közelmúltban felülvizsgált Oktatási ajánlásokban BB101 (Szellőzés, hőkomfort és beltéri levegőminőség, Department of Education, DfE 2018) a WHO Beltéri Levegőminőségi Ajánlások alkalmazását javasolják.

A jelenlegi Építési Szabályzat F Fejezetében (2010) bizonyos szennyezőkre vonatkozóan a megengedhető maximális koncentrációra irtak elő ajánlásokat a épületen belülről a szellőzés szabályozására (HM Government 2010). Ez az ajánlás - a

<sup>13</sup> Indoor Air Quality Guidelines for selected Volatile Organic Compounds (VOCs) in the UK

[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/831319/VO\\_statement\\_Final\\_12092019\\_CS\\_1.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/831319/VO_statement_Final_12092019_CS_1.pdf)



szervetlen szennyezőkön felül - magában foglalja a TVOC-ket is. Mivel a TVOC-k összességében kevés információt adnak az egyes VOC-kről, szükség volt egy új ajánlás kiadására 2019-ben (7. táblázat).

7. táblázat: Irányérték ajánlások néhány illékony szerves vegyület beltéri koncentrációjára vonatkozólag az Egyesült Királyságban ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

| VOCs                          | Limit Values in $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  |                 | Source Document  |
|-------------------------------|--|-----------------|--|
|                               | Short Term   | Long Term       |  |
| Acetaldehyde<br>(75-07-0)     | 1,420<br>(1h)  | 280<br>(1day)   | Health Canada<br>(2018) <sup>a</sup>                                   |
| $\alpha$ -Pinene<br>(80-56-8) | 45,000<br>(30min)  | 4500<br>(1 day) | EPHECT<br>(Trantallidi et al., 2015)                                   |
| Benzene*<br>(71-43-2)         | No safe level of exposure can be recommended. The unit risk of leukaemia per $1\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ air concentration is $6 \times 10^{-6}$ . The concentrations of airborne benzene associated with an excess lifetime cancer risk of 1/10 000, 1/100 000 and 1/1 000 000 are 17, 1.7 and $0.17\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , respectively. |                 | World Health Organisation<br>(2010)                                    |
| D-Limonene<br>(5989-27-5)     | 90,000<br>(30min)  | 9000<br>(1 day) | EPHECT<br>(Trantallidi et al., 2015)                                   |
| Formaldehyde<br>(50-00-0)     | 100<br>(30min)   | 10<br>(1yr)     | World Health Organisation<br>(2010). ATSDR<br>MRL (1999)               |
| Naphthalene<br>(91-20-3)      | -  | 3.0*<br>(1yr)   | Agency for<br>Toxic<br>Substances &<br>disease Registry<br>(2005), USA |



| VOCs                              | Limit Values in $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   |                          | Source Document                              |
|-----------------------------------|---|--------------------------|--|
|                                   | Short Term  | Long Term                |  |
| Styrene<br>(100-42-5)             | -   | 850<br>(1y) <sup>^</sup> | Health Canada<br>(2018)                      |
| Tetrachloroethylene<br>(127-18-4) | -   | 40<br>(1day)             | US EPA (2012)<br>and Health<br>Canada (2018) |
| Toluene<br>(108-88-3)             | 15,000<br>(8h)  | 2,300<br>(1 day average) | Health Canada<br>(2018)                      |
| Trichloroethylene*<br>(71-01-06)  | No safe level of exposure can be recommended. Based on continuous exposure to $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ from birth to age 70 the estimated lifetime unit risk of kidney cancer (adjusted for other cancers) is $4.8 \times 10^{-6}$ . The concentrations of airborne trichloroethylene associated with an excess lifetime cancer risk of 1/10 000, 1/100 000 and 1/1 000 000 are 21, 2.1 and $0.21 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , respectively. |                          | World Health Organisation<br>(2010)          |
| Xylenes-mixture<br>(1330-20-7)    | -   | 100<br>(1y) <sup>^</sup> | Health Canada<br>(2018)                      |

Meg kell jegyezni, hogy a lakások beltéri levegőminőségére vonatkozó ajánlások fejlesztés alatt vannak, megjelenés várható időpontja 2020. január<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> <https://www.nice.org.uk/guidance/indevelopment/gid-ng10022>





### E.2.3. Az Egyesült Királyságra vonatkozó ajánlások elérhetősége:

The “Blue Book” containing the Workplace (Health, Safety and Welfare) Regulations 1992, Approved Codes of Practice and Guidance Notes are available from the HSE website at <http://www.hse.gov.uk/pubns/books/l24.htm>.

The School Premises (England) Regulations 2012 can be accessed on the internet at <http://www.legislation.gov.uk/uksi/2012/1943/made/data.pdf>

The Education (Independent School Standards) (England) Regulations 2010 can be accessed at [http://media.education.gov.uk/assets/files/pdf/c/271112\\_web%20consolidated%20version%20-%20independent%20school%20standards%20regulations%202010.pdf](http://media.education.gov.uk/assets/files/pdf/c/271112_web%20consolidated%20version%20-%20independent%20school%20standards%20regulations%202010.pdf)

DfE advice ‘Standards for School Premises - Departmental Advice for Local Authorities, School Leaders, and Governing Bodies is available from the DfE website at <http://media.education.gov.uk/assets/files/pdf/s/supplementary%20guidance%20standards%20for%20school%20premises.pdf>



### E.3. Franciaország

11 beltéri szennyezőre (formaldehid szénmonoxid, benzol, naftalin, triklóretilén, tetraklóretilén, NO<sub>2</sub>, acrolein, acetaldehid, etilbenzol és toluol) vonatkozóan dolgoztak ki beltéri levegőminőség határérték javaslatot Franciaországban (ANSES, 2018) (8. táblázat).

8. táblázat: Beltéri légszennyezőkre vonatkozó irányértékek Franciaországban

| Substance            | Year of publication | Type of value   | IAQGs   | Recommended measurement methods   |
|----------------------|---------------------|---|---|---|
| Carbon monoxide (CO) | 2007                | Short-term IAQG:<br>- For exposure of 8 hours<br>- For exposure of 1 hour<br>- For exposure of 30 minutes<br>- For exposure of 15 minutes | 10 mg.m <sup>-3</sup><br>30 mg.m <sup>-3</sup><br>60 mg.m <sup>-3</sup><br>100 mg.m <sup>-3</sup> | /   |
| Benzene              | 2008                | Short-term IAQG: for exposure of 1-14 days  | 30 µg.m <sup>-3</sup>   | /   |
|                      |                     | Intermediate IAQG: for exposure from 14 days to 1 year  | 20 µg.m <sup>-3</sup>   |   |
|                      |                     | Long-term IAQG: for exposure of >1 year   | 10 µg.m <sup>-3</sup>   |   |
|                      |                     | Long-term IAQG: for lifelong exposure corresponding to a risk level of 10 <sup>-6</sup>   | 0.2 µg.m <sup>-3</sup>  |   |
|                      |                     | Long-term IAQG: for lifelong exposure corresponding to a risk level of 10 <sup>-5</sup>   | 2 µg.m <sup>-3</sup>  |   |
| Naphthalene          | 2009                | Long-term IAQG: for exposure of >1 year   | 10 µg.m <sup>-3</sup>   | /   |
| Trichloroethylene    | 2009                | Intermediate IAQG: for exposure from 14 days to 1 year  | 800 µg.m <sup>-3</sup>  | Sampling by passive diffusion with carbon disulphide desorption and GC/FID or GC/MS analysis  |
|                      |                     | Long-term IAQG: for lifelong exposure corresponding to a risk level of 10 <sup>-6</sup>   | 2 µg.m <sup>-3</sup>  | Sampling by passive diffusion through a tube with thermal desorption followed by GC/FID or GC/MS analysis                               |
|                      |                     | Long-term IAQG: for lifelong exposure corresponding to a risk level of 10 <sup>-5</sup>   | 20 µg.m <sup>-3</sup>   |   |
| Tetrachloroethylene  | 2010                | Short-term IAQG: for exposure of 1-14 days  | 1380 µg.m <sup>-3</sup>   | Active sampling by pumping through an activated charcoal tube with carbon disulphide desorption and GC/FID or GC/MS analysis            |
|                      |                     | Long-term IAQG: for exposure of >1 year   | 250 µg.m <sup>-3</sup>  | Sampling by passive diffusion through an activated charcoal tube with carbon disulphide desorption followed by GC/FID or GC/MS analysis |



|  |      |   |                           |   |
|--|------|---|---------------------------|---|
| Particulate matter*<br>(PM <sub>2.5</sub> and PM <sub>10</sub> ) | 2010 | No IAQGs proposed   | /                         | /   |
| Hydrocyanic acid<br>(HCN)  | 2011 | No short-term IAQGs proposed  | /                         | /   |
| Nitrogen dioxide<br>(NO <sub>2</sub> )                           | 2013 | Short-term IAQG: for exposure of 1 hour   | 200 µg.m <sup>-3</sup>    | Direct measuring by chemiluminescence<br>Sampling by pumping over a coated medium and analysis by spectrophotometry or ion chromatography   |
|  |      | Long-term IAQG: for exposure of >1 year   | 20 µg.m <sup>-3</sup>     | Sampling by passive diffusion and analysis by spectrophotometry or ion chromatography   |
| Acrolein   | 2013 | Short-term IAQG: for exposure of 1 hour   | 6.9 µg.m <sup>-3</sup>    | Canister sampling, pre-concentration and gas chromatography analysis, and mass spectrometry detection   |
|  |      | Long-term IAQG: for exposure of >1 year   | 0.8 µg.m <sup>-3</sup>    | No measurement method proposed: development and validation needed   |
| Acetaldehyde   | 2014 | Short-term IAQG: for exposure of 1 hour   | 3,000 µg.m <sup>-3</sup>  | Sampling by pumping over a coated medium, solvent desorption and analysis by liquid chromatography using a UV/visible detector  |
|  |      | Long-term IAQG: for exposure of >1 year   | 160 µg.m <sup>-3</sup>    | No measurement method proposed: development and validation needed   |
| Ethylbenzene   | 2016 | Short-term IAQG: for exposure of 24 hours   | 22,000 µg.m <sup>-3</sup> | Active sampling with a sorbent tube, solvent desorption and gas chromatography analysis, flame ionisation detection   |
|  |      | Long-term IAQG: for exposure of >1 year   | 1,500 µg.m <sup>-3</sup>  |   |
| Formaldehyde   | 2018 | Short-term IAQG<br>To be complied with repeatedly and continuously throughout the day | 100 µg.m <sup>-3</sup>    | Active sampling on a DNPH-coated silica gel in a sampling tube – Determination by liquid chromatography using a UV/visible detector or<br>Passive sampling on a DNPH/H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> -coated badge (DSD-DNPH cartridge) – Determination by liquid chromatography using a UV/visible detector |
| Toluene  | 2018 | IAQG<br>To be complied with for short-term and long-term measurement                  | 20 000 µg.m <sup>-3</sup> | Active sampling with a sorbent tube, solvent desorption and gas chromatography analysis, coupled with either flame ionisation detection, or mass spectrometry detection with or without headspace injection   |



## E.4. Kanada<sup>15</sup>

A lakókörnyezetre vonatkozó beltéri levegőminőség ajánlások összefoglalják a beltéri légszennyezők egészségkockázatát, továbbá a következőket tartalmazzák:

- a beltéri légszennyezők ismert egészséghatásait
- a légszennyezők belső téri forrásait
- javasolt expozíciós határértékeket
- javaslatokat az expozíció csökkentésére

Néhány esetben az elérhető tudományos bizonyítékok alapján nem lehet meghatározni az expozíciós határértékeket. Ezekben az esetekben ajánlási dokumentumokat dolgoztak ki, amelyek az expozíció csökkentésére irányulnak.

### E.4.1. A javasolt határértékek bemutatása

A javaslat különböző határértékeket ajánl:

- hosszú távú határértékek több hónapon vagy éveken át fennálló folyamatos vagy ismétlődő expozíció esetén
- rövid távú határértékek olyan egészséghatások esetén, amelyek az expozíció után azonnal vagy rövid időn belül fellépnek

A következő határértékeket vagy javaslatokat dolgozták ki. A javasolt vonatkozási idő, amire a határérték vonatkozik zárójelben található.

- acetaldehid
  - hosszú távú expozíciós határérték (24 óra): 280 µg/m<sup>3</sup> (157 ppb)
  - rövid távú expozíciós határérték (1óra): 1420 µg/m<sup>3</sup> (795 ppb)
- benzol

---

<sup>15</sup> <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/air-quality/residential-indoor-air-quality-guidelines.html>



- nincs határérték, javaslat: a lehető legalacsonyabb beltéri koncentrációt kell tartani
- szén monoxid
  - hosszú távú expozíciós határérték (24 óra): 11.5 mg/m<sup>3</sup> (10 ppm)
  - rövid távú expozíciós határérték (1 óra): 28.6 mg/m<sup>3</sup> (25 ppm)
- formaldehid
  - hosszú távú expozíciós határérték (8 óra): 50 µg/m<sup>3</sup> (40 ppb)
  - rövid távú expozíciós határérték (1 óra): 123 µg/m<sup>3</sup> (100 ppb)
- kisméretű aeroszol részecskék (PM<sub>2.5</sub>)
  - a lehető legalacsonyabb PM<sub>2.5</sub> koncentrációt kell biztosítani
  - főzéskor használjon elszívót külső kivezetéssel; ne dohányozzon beltérben
- penészesedés
  - a lakótérben keletkező bármilyen beázást, vizesedést 24 órán belül meg kell szüntetni a penészesedés megelőzésére
  - minden látható és elzárt/fedett penészgomba növekedést meg kell szüntetni a lakóépületekben
- naftalin
  - hosszú távú expozíciós határérték (24 óra): 10 µg/m<sup>3</sup> (1.9 ppb)
- nitrogén-dioxid
  - hosszú távú expozíciós határérték (24 óra): 20 µg/m<sup>3</sup> (11 ppb)
  - rövid távú expozíciós határérték (1 óra): 170 µg/m<sup>3</sup> (90 ppb)
- ózon
  - hosszú távú expozíciós határérték (8 óra): 40 µg/m<sup>3</sup> (20 ppb)
- radon
  - expozíciós határérték 200 Bq/m<sup>3</sup>
- toluol
  - hosszú távú expozíciós határérték (24 óra): 2.3 mg/m<sup>3</sup> (0.6 ppm)
  - rövid távú expozíciós határérték (8 óra): 15 mg/m<sup>3</sup> (4.0 ppm)

Beltéri referencia értékek



Számos illékony szerves anyag (VOC) mutatható ki a kanadai lakásokban, amelyek egészségkárosító hatással rendelkezhetnek bizonyos koncentráció esetén. A Kanadai Közegészségügyi Intézet (Health Canada) néhány VOC esetében expozíciós határértéket dolgozott ki (benzol, formaldehid, naftalin, toluol, acetaldehid), amelyeket elsősorban figyelembe kell venni, mivel ezek a vegyületek minden háztartásban kimutathatók és potenciális egészségkárosító hatással rendelkeznek. A közegészségügyi szakemberek munkájának megkönnyítése céljából a Health Canada “vizsgálati értékeket”, úgynevezett “Beltéri Levegő Referencia Szint”-eket (Indoor Air Reference Level IARL) dolgozott ki. Az IARL értékek kiegészítik a Health Canada Lakókörnyezeti Beltéri Levegőminőség Ajánlásokat (Residential Indoor Air Quality Guidelines).

A referencia szintek kidolgozásakor a Health Canada értékelte a nemzetközi környezet- és egészségügyi szervezetek becsléseit. A Health Canada nem végzett új környezetegészségügyi hatásbecsléseket, csak a más intézmények által javasoltak közül kiválasztotta a legrelevánsabb értékeket. A táblázatban összefoglalt IARL értékek olyan koncentrációkat jelentenek, amelyek hosszú távú (több hónapos vagy éves) expozíció esetén is elfogadható kockázatot képviselnek minden egyes VOC esetén (9. táblázat)



## 9. táblázat: Referencia szintek beltéri légszennyezőkre Kanadában

| VOC (CAS No.)                  | IARL<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Critical effect       |                                | Reference  |
|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--|
|                                |                                      | Cancer                | Non-Cancer                     |  |
| 1,3-Butadiene (106-99-0)       | 1.7                                  | leukemia              | -                              | <u>EC/HC (2000)</u>  |
| 1,4-Dichlorobenzene (106-46-7) | 60                                   | -                     | nasal lesions                  | ATSDR (2006)   |
| 2-Butoxyethanol (111-76-2)     | 11 000                               | -                     | hematological effects          | <u>EC/HC (2002)</u>  |
| 2-Ethoxyethanol (110-80-5)     | 70                                   | -                     | reproductive effects           | CalEPA (2000) <small>Table</small><br><small>1 - Footnote1</small> |
| 3-Chloropropene (107-05-1)     | 1                                    | -                     | neurotoxicity                  | US EPA (1991)  |
| Acetone (67-64-1)              | 70 000                               | -                     | developmental effects          | VCCEP (2003)   |
| Acrolein (107-02-8)            | 0.35                                 | -                     | respiratory epithelial lesions | CalEPA (2008) <small>Table</small><br><small>1 - Footnote1</small> |
| Aniline (62-53-3)              | 1                                    | -                     | spleen effects                 | US EPA (1990a)   |
| Carbon tetrachloride (56-23-5) | 1.7                                  | adrenal gland tumours | -                              | US EPA (2010)  |
| Chloroform (67-66-3)           | 300                                  | -                     | liver and kidney effects       | CalEPA (2000) <small>Table 1 - Footnote1</small>                   |
| Cyclohexane (110-82-7)         | 6000                                 | -                     | developmental effects          | US EPA (2003a)   |
| Dichloromethane (75-09-2)      | 600                                  | -                     | liver effects                  | US EPA (2011)  |
| Epichlorohydrin (106-89-8)     | 1                                    | -                     | nasal lesions                  | US EPA (1994)  |



| VOC (CAS No.)  | IARL (µg/m <sup>3</sup> ) | Critical effect            |  | Reference                        |
|--|---------------------------|----------------------------|--|----------------------------------|
|  |                           | Cancer                     | Non-Cancer                                 |                                  |
| Ethylbenzene (100-41-4)                              | 2000                      | -                          | kidney, pituitary gland, and liver effects | CalEPA (2000)Table 1 - Footnote1 |
| Ethylene oxide (75-21-8)                             | 0.002                     | lymphoid and breast cancer | -  | US EPA (2016)                    |
| Isopropyl alcohol (67-63-0)                          | 7000                      | -                          | kidney lesions                             | CalEPA (2000)Table 1 - Footnote1 |
| IsopropylbenzeneTable 1 - Footnote2(98-82-8)         | 400                       | -                          | kidney and adrenal lesions                 | US EPA (1997)                    |
| Methyl ethyl ketone (78-93-3)                        | 5000                      | -                          | developmental effects                      | US EPA (2003b)                   |
| Methyl isobutyl ketoneTable 1 - Footnote2 (108-10-1) | 3000                      | -                          | cardiac malformations                      | US EPA (2003c)                   |
| Propionaldehyde (123-38-6)                           | 8                         | -                          | olfactory epithelium atrophy               | US EPA (2008)                    |
| Propylene oxide (75-56-9)                            | 2.7                       | nasal tumours              | -  | US EPA (1990b)                   |
| Styrene (100-42-5)                                   | 850                       | -                          | neurotoxicity                              | ATSDR (2010)                     |
| Tetrachloroethylene (127-18-4)                       | 40                        | -                          | neurotoxicity                              | US EPA (2012), ATSDR (2014)      |
| Toluene diisocyanate (26471-62-5)                    | 0.008                     | -                          | decreased lung function                    | CalEPA (2016)                    |
| Xylenes, mixture (1330-20-7)                         | 100                       | -                          | neurotoxicity                              | US EPA (2003d)                   |

Az aktuális hatásbecslés adataira vonatkozik. A toxikológiai referencia értékre vonatkozó információt a következő forrásokból nyerték CalEPA (2015), CalEPA (2014), CalEPA (2011) és CalEPA (2008).

A methyl isobutyl keton és az isopropylbenzol hatásbecslését jelenleg végzi a Health Canada, ami az érték felülvizsgálatát a jelenti.





#### E.4.2. A kanadai adatok hivatkozási listája

- ATSDR (2014) Toxicological Profile for Tetrachloroethylene. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Department of Health and Human Services, Atlanta, GA. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp18.pdf>.
- ATSDR (2010) Toxicological Profile for Styrene. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Department of Health and Human Services, Atlanta, GA. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp53.pdf>.
- ATSDR (2006) Toxicological Profile for Dichlorobenzenes. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Department of Health and Human Services, Atlanta, GA. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp10.pdf>.
- CalEPA (2016) Technical Support Document for the Derivation of Noncancer Reference Exposure Levels. Appendix D1 - Toluene Diisocyanate Reference Exposure Levels. California Environmental Protection Agency, Sacramento, CA. <http://oehha.ca.gov/media/downloads/air/report-hot-spots/finaltdirelmarch2016.pdf>.
- CalEPA (2015) Appendix L. Air Toxics Hot Spot Program - Guidance manual for Preparation of Health Risk Assessments - OEHHA/ARB Health Values for Use in Hot Spot Facility Risk Assessments. California Environmental Protection Agency, Sacramento, CA. <http://oehha.ca.gov/media/downloads/crn/2015gmappendiceslm.pdf>.
- CalEPA (2014) Appendix D1. Air Toxics Hot Spot Program - Summaries using this version of the hot spots risk assessment guidelines. California Environmental Protection Agency, Sacramento, CA. <http://oehha.ca.gov/media/downloads/crn/appendixd1final.pdf>.
- CalEPA (2011) Appendix B. Air Toxics Hot Spot Program - Chemical-specific summaries of the information used to derive unit risk and cancer potency values. California Environmental Protection Agency, Sacramento, CA. <http://oehha.ca.gov/media/downloads/crn/appendixb.pdf>.
- CalEPA (2008) Appendix D3. Air Toxics Hot Spot Program - Chronic RELs and toxicity summaries using the previous version of the hot spots risk assessment guidelines. California Environmental Protection Agency, Sacramento, CA. <http://oehha.ca.gov/media/downloads/crn/appendixd3final.pdf>.
- Environment Canada and Health Canada (EC/HC) (2002) Priority Substances List Assessment Report: 2-Butoxyethanol. En40-215/66E, Minister of Supply and Services Canada, Ottawa, ON.
- EC/HC (2000) Priority Substances List Assessment Report: 1,3-Butadiene. En40-215/52E, Minister of Supply and Services Canada, Ottawa, ON.
- US EPA (2016) Evaluation of the Inhalation Carcinogenicity of Ethylene Oxide (CASRN 75-21-8). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA/635/R-16/350Fa, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. [https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/toxreviews/1025tr.pdf](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/1025tr.pdf).
- US EPA (2012) Toxicological Review of Tetrachloroethylene (Perchloroethylene) (CAS No. 127-18-4). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA/635/R-08/011F, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. [https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/toxreviews/0106tr.pdf](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0106tr.pdf).
- US EPA (2011) Toxicological Review of Dichloromethane (Methylene Chloride). (CAS No. 75-09-2). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA/635/R-10/003F, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. [https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/toxreviews/0070tr.pdf](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0070tr.pdf).
- US EPA (2010) Toxicological Review of Carbon Tetrachloride (CAS No. 56-23-5). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA/635/R-08/005F, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. [https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/toxreviews/0020tr.pdf](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0020tr.pdf).
- US EPA (2008) Toxicological Review of Propionaldehyde (CAS No. 123-38-6). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA/635/R-08/003F, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC. [https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/toxreviews/1011tr.pdf](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/1011tr.pdf).



- US EPA (2003a) Toxicological Review of Cyclohexane (CAS No. 100-82-7). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA/635/R-03/008, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.  
[https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/toxreviews/1005tr.pdf](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/1005tr.pdf).
- US EPA (2003b) Toxicological Review of Methyl Ethyl Ketone (CAS No. 78-93-3). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA 635/R-03/009, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.  
[https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/toxreviews/0071tr.pdf](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0071tr.pdf).
- US EPA (2003c) Toxicological Review of Methyl Isobutyl Ketone (CAS No. 108-10-1). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA/635/R-03/002, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.  
[https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/toxreviews/0173tr.pdf](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0173tr.pdf).
- US EPA (2003d) Toxicological Review of Xylenes (CAS No. 1330-20-7). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). EPA/635/R-03/001, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.  
[http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/toxreviews/0270tr.pdf](http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0270tr.pdf).
- US EPA (1997) Toxicological Review of Cumene (Isopropyl Benzene) (CAS No. 98-82-8). In support of summary information on the integrated risk information system (IRIS). United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.  
[https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/toxreviews/0306tr.pdf](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0306tr.pdf).
- US EPA (1994) Toxicological Review of Epichlorohydrin (CASRN 106-89-8). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.  
[http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/subst/0050\\_summary.pdf](http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0050_summary.pdf).
- US EPA (1991) Toxicological Review of Allyl chloride (CASRN 107-05-1). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.  
[http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/subst/0387\\_summary.pdf](http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0387_summary.pdf).
- US EPA (1990a) Toxicological Review of Aniline (CASRN 62-53-3). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). United States Environmental Protection Agency, Washington, DC  
[https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/subst/0350\\_summary.pdf](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0350_summary.pdf).
- US EPA (1990b) Toxicological Review of Propylene Oxide (CASRN 75-56-9). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.  
[http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/subst/0403\\_summary.pdf](http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0403_summary.pdf).
- VCCEP (2003) Acetone (Cas No. 67-64-1). VCCEP Submission. Voluntary Children's Chemical Evaluation Program, Washington, DC.  
<http://www.tera.org/Peer/VCCEP/Acetone/acevccep.pdf>.



## E.5. Magyarország - a hazai szabályozás áttekintése

A jelenleg érvényes egyetlen hazai szabályozás, „Az oktatási intézmények tervezési előírásai” (MSZE 24203-2:2012) az oktatási intézmények belsőtéri levegőjével kapcsolatosan csak hőmérsékleti és szellőzési kívánalmakat ír elő, és jelenleg Magyarországon nincs szabályozás az iskolák helyiségeinek levegőjében megengedhető kémiai anyag koncentrációkra. Ugyanakkor az Egészségügyi Világszervezet Európai Régiójába tartozó 53 ország egészségügyi és környezetvédelmi minisztereinek 2010-ben Parmában rendezett értekezletén a résztvevő országok, így Magyarország is, elfogadták - többek között - azt a regionális célkitűzést, hogy „2020-ra minden gyermek számára biztosítani kell az egészséges belsőtéri környezetet a gyermekintézményekben, az óvodákban, az iskolákban és a közösségi szabadidős létesítményekben, a WHO Belsőtéri levegőminőségi útmutatója alapján.”

MSZE 24203-2:2012: A fűtés szakaszolást az egyidejűség figyelembevételével a tervezési programban kell meghatározni (délelőtt, délután, este működő funkcionális egységek, tanítási szünet, észak-déli elhelyezkedés stb.). Egyéb követelmény hiányában a helyiségek tartózkodási zónájára (az ablaktól 1,0 m, a padló felett 50,0 cm távolságra) vonatkoztatott átlagos léghőmérsékletet a következő értékkel kell tervezni: mosdó, zuhanyozó, orvosi szoba 24°C; tanterem, öltöző, igazgatási és szociális helyiségek, könyvtár 22°C; étterem, tornaterem, szertárak 18°C; műhely, konyha, illemhelyek, közlekedők 16°C. A fűtőberendezések biztosítsák a helyiségek balesetmentes használatát (pl. szivattyús melegvíz-fűtés). Lehetőséget kell teremteni az egyes rendeltetési egységek (pl. osztályterem, szaktanterem stb.) egyedi hőmérséklet-szabályozására. A fűtőtestek felületi hőmérséklete ne haladja meg a 65°C-ot, ellenkező esetben burkolatról kell gondoskodni. A fűtőtest burkolata megfelelően „szellős” legyen, hogy ne rontsa a hőátadást, és lehetővé tegye a takarítást.



7.2.5. Szellőzés: A tanulók által használt oktatóhelyiségek levegőcseréjét természetes szellőzéssel kell megoldani. Lehetőség szerint biztosítani kell a folyamatos légcserét. Tömegtartózkodás céljára szolgáló helyiségben (pl. tornaterem, aula stb.) a mesterséges szellőztetés feltételeit is biztosítani kell. A mesterséges szellőzés tervezésekor törekedni kell a légáram szabályozására, a huzatérzés elkerülésére, a zajtalanságra és az egyenletességre. A szociális helyiségek szellőzését lehetőleg természetes úton (ablakokkal, kürtőkkel), ilyen lehetőségek hiányában mesterségesen kell biztosítani. A mesterséges szellőzés elszívásos legyen, és a levegő utánpótlást megfelelő nyílásokkal kell biztosítani. További előírásokat az OTÉK tartalma

7.3.1. Akusztika: A helyiségek akusztikai méretezését a vonatkozó szabványok és hatósági előírások szerint kell végezni úgy, hogy az egyes oktatási programok zajszintje a többi program megvalósítását ne zavarja. Az épületen belüli és a homlokzati szerkezetekre vonatkozó hangszigetelési követelményeket az MSZ 15601-1 és az MSZ 15601-2 tartalmazza. Különös gondot kell fordítani a tornaterem, az aula, közösségi tér, közlekedő, az ének-zene szaktanterem akusztikai méretezésére (hangelnyelő felületek alkalmazása).

Mesterséges megvilágítási értékek: oktatási helyiségekben minden 0,65 m magasságban lévő munkafelületen: legalább 500 lux, közlekedő, raktár, egyéb helyiségekben: legalább 80-100 lux. A tanulók által használt helyiségekben csak általános világítást kell tervezni, kivéve a tábla megvilágítását, ami káprázatmentes legyen. A műhelyekben és irodákban az általános megvilágításon felül munkahelyi világítást is kell tervezni.

A berendezések tekintetében a szabvány a két személyes, tükröződésmentes felületű, kopásálló bútorokat írja elő, balesetmentes, könnyen tisztítható, fertőzésmentes felülettel.



Környezetkultúra: Az intézmények külső-belső tereit az ízlésformálás érdekében lehetőség szerint képzőművészeti alkotásokkal, alkalmasan megválasztott színekkel, élősarok (virágok, akváriumok, terráriumok) telepítésével gazdagítani kell. A műszaki-kiviteli tervben az intézmény (külső-belső felületei) színezésére javaslatot kell adni. A környezetkultúra szerves része a világos, egyértelmű tájékoztatórendszer (elemei: szín, szám, betű, jelkép), amely az intézményben való eligazodást lehetővé teszi a gyermekek és felnőttek számára egyaránt. Az iskolaudvaron gondoskodni kell a lehető legnagyobb kiterjedésű zöldterületek létesítéséről és megóvásáról (gyep, fásítás). Gyümölcsfát, továbbá apró (orr- és fülnyílásba helyezhető) bogyókat érlelő növényfajokat nem szabad telepíteni. Az iskola környezeti kultúrája, esztétikai színvonala érje el a társadalmi középosztály lakáskultúrájának szintjét.



## E.6. Németország:

Németországban szövetségi állam szinten is dolgoztak ki javaslatokat, irányértékeket a beltéri levegőminőséggel kapcsolatban. Az értékek kialakítását részletes felmérés előzte meg Észak-Rajna Westfaliában (NRW) különböző típusú iskolákban. A felmérések a komfort tényezőkre irányultak: CO<sub>2</sub>, hőmérséklet, relatív páratartalom. A felmérések arra utaltak, hogy az iskolákban a tanítás alatt igen jelentősen megnövekedett a CO<sub>2</sub> koncentráció, több esetben mértek 4000 ppm-t.

A NRW vizsgálatok szerint a levegőminőség romlása akkor következik be, ha a szünetekben nincs teljes légcseré (kereszthuzat). A szünetekben történő alapos szellőztetést kiegészíti az órák alatti bukó ablakon át való szellőztetés. Ezzel a módszerrel az aldehidek és VOC-ok koncentrációját is lehet eredményesen csökkenteni. A bukóablakokat nem kell túlméretezni. Télen elég az osztályteremben 1 m<sup>2</sup> felületű bukóablak. Ez kb. megfelel négy 1m x 1,2 m ablak bukó állásban való kinyitásának.

A tanulmány hivatkozik az UBA (Umwelt Bundes Ampt) CO<sub>2</sub> irányértékére.

Az UBA 2008-ban a CO<sub>2</sub> koncentráció kategóriák hatásaira alapozva a beltéri CO<sub>2</sub> koncentrációk irányérték koncepcióját dolgozta ki:

- 1000 ppm alatti CO<sub>2</sub> koncentráció ártalmatlan, nem kell intézkedni,
- 1000-2000 ppm közötti CO<sub>2</sub> koncentráció kifogásolt, javítani kell a szellőzést,
- 2000 ppm felett a CO<sub>2</sub> koncentráció elfogadhatatlan. Ha a fokozott szellőztetés nem elegendő, egyéb szervezési vagy strukturális intézkedések vagy mechanikus szellőzés javasolt.



A DIN EN 13779 szabvány 4 fokozatú beltéri levegőminőség koncepciót dolgozott ki, miszerint a beltéri levegőben a CO<sub>2</sub> koncentráció szerint :

- 1000 -1399 ppm esetén közepes minőségű,
- 1400 -1999 ppm „alacsony” levegőminőség, míg
- 2000 ppm felett rossz a levegő minőség.

Hőmérsékleti előírások a tanteremben:

- tanítás előtt 20 °C
- tanítás alatt max. 26 °C

A nyári hónapokban a maximum hőmérséklet sokszor túllépi a 26 C fokot (31,2 °C) - nyáron bukóablakos szellőztetés mellett csökkenthető a beltéri hőmérséklet.

A 26 °C-nál magasabb hőmérséklet növeli az egészségkockázatokat, ezért, ha a külső hőmérséklet magasabb, akkor árnyékolni kell a tantermet (hatásos eszköz a zsalugáterek alkalmazása, a tanítási órák után a zsalugáterek bezárása; éjszakai szellőztetés; az elektromos eszközök használat utáni kikapcsolása; a tanteremben ivóvíz elhelyezése) és egyéb módon kell biztosítani a hűtést.

A tanteremben nem lehet 35 °C-nál magasabb a hőmérséklet.

#### E.6.1. Beltéri levegőminőség irányérték javaslatok

Az UBA már 2007-ben elkezdte kidolgozni az irányérték koncepciót bizonyos beltéri szennyező anyagokra; elsőként a szén-monoxidra (10. táblázat), széndioxidra, az össz illékony szerves vegyületre (TVOC) és a kisméretű aeroszol részecskékre (PM<sub>2,5</sub>). Az irányérték koncepció elvi alapjait a későbbiekben részletesen ismertetjük.



10. táblázat: UBA irányérték a beltéri CO koncentrációra

|                                    | negyedóra | 1 óra | 8 óra | 24 óra |
|------------------------------------|-----------|-------|-------|--------|
| CO irányérték (mg/m <sup>3</sup> ) | 100       | 35    | 10    | 7      |

A német megközelítés a beltéri levegőszennyezők szabályozására<sup>16</sup>

Az EU-ban nincs kötelező érvényű, átfogó szabályozás. Néhány EU tagállamban, valamint Kanadában létezik néhány anyagra lakóbelső térre vonatkozó szabályozás, amit külön bemutattunk.

Franciaországban (ANSES 2018) 11 beltéri vegyi anyag esetében van ajánlás. Több nemzetközi szervezet, mint pl. a WHO (2010) OEHHA 2016, US-EPA 2017 ATSDR 2017) toxikológiai vizsgálatokra alapozva adott meg értékeket. Európában jelenleg nincs olyan törvény, amely átfogóan szabályozná a belső téri levegő minőségét, számos szennyező esetében nincs megállapítva elfogadható határérték.

Németországban már 1994-ben felállítottak egy közös munkacsoportot a beltéri levegőminőség szabályozása céljából. A munkacsoport további feladata a beltéri légszennyezők kockázatbecslése céljából egységesített módszertan kifejlesztése, toxikológiai vizsgálatokra alapozott irányértékek és expozíciós határértékek kialakítása volt. Csaknem 20 évi folyamatos munka bizonyította a munkacsoport szükségességét, 2015-től Belső Irányérték Német Munkabizottságnak neveznek (továbbiakban Bizottság).

A Bizottság a következő fogalmakat határozta meg:

- Határérték (limit value): jogilag kötelező érvényű.
- Irányérték (guide value): toxikológiai vizsgálatokkal megalapozott érték, ami figyelembe veszi a toxikus hatásokat és a vegyi anyag dózis-hatás

<sup>16</sup> Fromme H., Debiak M., Sagunski H., Rohl C., Kraft M., Kolossa-Gehring M. The German approach to regulate indoor air contaminants. Int. J. of Hygiene and Environmental Health

<https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.12.012>





vonatkozásait. Az irányértéket lehet alkalmazni jogi keretek között, mint pl. az Építésügyi Szabályzatban.

- Ajánlások (guidelines), amelyek egészséghatásra alapozott értékek abban az esetben, amikor a rendelkezésre álló toxikológiai információ nem elegendő az irányérték megadásához.
- Referencia értékek - a referencia populáció köréből származó megfigyelésekből statisztikai módszerekkel származtatott értékek (pl. a 95%-os gyakorisággal mért érték).

Az EU-ban csak a radon esetében létezik jogilag kötelező beltéri határérték (EC 2014<sup>17</sup>) Az éves átlagos aktivitás koncentráció határértéke 300 Bq/m<sup>3</sup>. Meg kell jegyezni, hogy a német parlament 2017. januárjában magasabb határérték engedélyezéséről döntött.

Németországban négy beltéri szennyezőre vonatkozóan van jogilag kötelező határérték: PCB-k, PCP, azbeszt rostok és tetrakloretilén.

Irányérték létezik a PCB-kre<sup>18</sup> szövetségi állami szinten. Az értelmezés szerint a PCB az indikátor kongener PCB-k összege (28, 52, 101, 138, 153 és 180) 5-ös faktorial szorozva. A 300 ng/m<sup>3</sup> alatti koncentráció érték tolerálható hosszabb időn keresztül - ez az úgynevezett elővigyázatossági érték). 300-3000 ng/m<sup>3</sup> közötti koncentráció esetén a kibocsátó forrást azonosítani kell és meg kell szüntetni. Az elmondottak alapján a 300 ng/m<sup>3</sup>-nél alacsonyabb értéket kell célértéknek tekinteni. Ha a beltéri koncentráció 3000 ng/m<sup>3</sup>-nél magasabb rendszeres szellőztetés mellett, akkor azonnal be kell avatkozni, hogy csökkentsék az expozíciót és megelőzzék az egészségkockázatokat. A beavatkozás eredményeként le kell csökkenteni a koncentrációt 300 ng/m<sup>3</sup> alá.

A dioxin-szerű PCB-kre vonatkozóan (dl-PCB) a munkacsoport toxicitás ekvivalencia faktort alkalmazott, ami szerint a kritérium 5 pg dl-PCB-TEQ/m<sup>3</sup> a beltérben. Ami a

<sup>17</sup> EC. Council, 2014. Directive 2013/59/EURATOM of 5 December 2013 Laying Down Basic Safety Standards for Protection against the Dangers Arising from Exposure to Ionising Radiation, and Repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom,

96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom, vol. 57 Off. J. European Union L13/1-L13/73.

<sup>18</sup> BMHBT (Bavarian State Ministry of Housing, 2018. Building and Transport). Technical Building Rules for PCB, PCP, and Asbestos. <http://www.stmb.bayern.de/buw/baurechtundtechnik/bautechnik/gesundheitundumwelt/index.php>.



tömítő szereket illeti, amelyek az alacsonyan klórozott PCB-k fő forrásai, a 3000 ng/m<sup>3</sup> alatti PCB koncentráció kevesebb, mint 5 pg/m<sup>3</sup> PCB-TEQ-nek felel meg. A magasabban klórozott PCB-k esetében - amiknek a fő forrása a fal vagy mennyezet burkolók -, az 5 pg/m<sup>3</sup> PCB-TEQ nem haladhatja meg az 1000 ng/m<sup>3</sup> összes PCB koncentrációt. Mivel a dl-PCB mérések költségesek és munkaigényesek, a Bizottság arra a következtetésre jutott, hogy elég a 118-as PCB kongener meghatározása az indikátor kongenerek mellett. 10 ng/m<sup>3</sup>-nél alacsonyabb PCB 118 koncentráció megfelel 5 pg/TEQ/m<sup>3</sup> dl-PCB koncentráció határértéknek, így elegendő a PCB 118 kongener beltéri koncentrációjának mérése, amivel megfelelően ki lehet váltani a PCB-TEQ mérést.

Ha valószínűsíthető fakonzerváló szer használata, és a por vagy anyagminták pentaklórfenol szennyezést mutatnak, akkor beltéri levegőmintát kell venni. Az irányérték 1 µg/PCP/m<sup>3</sup> - az érték a munkásokban megfigyelt máj elváltozásokon alapul. Lakásokban és középületekben (óvoda, iskola) a kötelezően betartandó érték 0,1 µg/m<sup>3</sup> PCP, abban az esetben, ha a szérum mintákban >70 µg/m<sup>3</sup> PCP szintet mértek vagy a vizeletben >40 µg/l-t.

Azokban az épületekben, ahol a levegőmintákban azbeszt rostokat lehet kimutatni <1000 kg/m<sup>3</sup> tömeg sűrűségben, sürgősen fel kell mérni a beavatkozási lehetőségeket kérdőív segítségével. Az azbeszt rostok (hossz L > 5 µm, átmérő D > 3 µm és a méretarány L/D >3/1) száma nem haladhatja meg az 500 rost/m<sup>3</sup>-t (konfidencia intervallum felső határa 1000 rost/m<sup>3</sup> lehet).

#### E.6.2. Ajánlott beltéri irányértékek

##### Toxicológiailag megalapozott irányértékek

Általánosan elmondható, hogy az irányértékek a toxikológiai hatásokon és a releváns végpontok tekintetében a dózis-válasz összefüggéseken alapszanak (11. táblázat). Ezen túlmenően specifikus biztonsági faktorokat is alkalmaznak az értékelési folyamatokban.



## 11. táblázat: Toxikológiailag magalapozott irányértékek kialakításának menete

| Kiindulás                                   |  |
|---|--|
| LOAEC vagy BMDL <sub>10</sub>               |  |
| Az expozíció időtartamára történő korrekció | Idő tartamok: cél: 24 óra/nap<br>7nap/hét; élettartam  |
| A vizsgálat hosszára való korrekció         | 2-es faktor: szubkrónikustól krónikusig<br>6-os faktor: szubakuttól krónikusig   |
| Fajok közötti különbségek                   | <b>Inhalációs vizsgálatnál:</b><br>nincs allometrikus faktor<br>2,5-ös faktor a toxiko-dinamiás különbségekre<br><b>Orális vizsgálat esetén:</b><br>Allometriás faktor egér (7), hörcsög (5) patkány (4), tengerimalac (3) majom (2)<br>toxikodinamiás különbségekre 1,5-ös faktor<br>50% felszívódás a gyomor-bél rendszerben |
| Fajon belüli különbségek                    | 10-es faktor (általában) 5-ös faktor szenzoros irritáció esetén<br>további 2-es faktor gyermekekre vonatkozóan   |

II-es típusú irányérték  
 (egészségkockázat irányérték)

Alapszabályként a legalacsonyabb megfigyelt kóros hatás koncentrációt (LOAEC) vagy „benchmark” dózist (alsó konfidencia 10%-os küszöb) BMDL<sub>10</sub> értéket kell figyelembe venni a legérzékenyebb toxikológiai végpontok esetén kiindulási pontként. A benchmark dózis koncepció leírását az EFSA 2017-ben publikálta<sup>19</sup>. Többféle becslési és extrapolációs faktort alkalmaznak a WHO<sup>20</sup> és az Európai Kémiai Ügynökség<sup>21</sup> javaslatai alapján. Gyermekek és újszülöttek esetében még egy 2-es faktort is alkalmaznak. Erre azért van szükség, mert a testsúly kg-ra számított légzési arány kétszer nagyobb gyermekek és háromszor nagyobb újszülöttek esetén, mint a

<sup>19</sup> EFSA (European Food Safety Authority), 2017. Update: use of the benchmark dose approach in risk assessment. EFSA Journal 15, 4658.

<sup>20</sup> WHO, 2010. WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants. Geneva, Switzerland. [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0009/128169/e94535.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf).

<sup>21</sup> ECHA (European Chemicals Agency), 2012. Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment. Chapter R.8: characterisation of Dose [concentration]-Response for Human Health. Helsinki, Finland. [http://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information\\_requirements\\_r8\\_en.pdf](http://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information_requirements_r8_en.pdf).



felnőtteknél. Végezetül az I-es típusú irányértéket a hatástalan koncentrációból (NOAEC) származtatják. Ha nincs megbízható NOAEC érték, akkor egy további faktort (általában 3-10) kell használni a II-es típusú irányérték kialakításához.

A fentiek értelmében kétféle irányértéket határoznak meg a belső téri levegőminőség tekintetében abban az esetben, ha valid adatok állnak rendelkezésre:

- Az I-es típusú, azaz elővigyázatossági irányérték (GV-I) az a maximális koncentráció egy kémiai anyag esetében a beltéri levegőben, amely nem vált ki káros hatásokat még érzékeny populációnál sem élettartam expozíció esetén. Szenzibilizálódást és allergiás reakciókat általában nem vesznek figyelembe.
- A II-es típusú irányérték, az un. egészségkockázati irányérték a beltéri szennyezőanyagok minimum koncentrációját jelenti, ami valószínűleg káros egészséghatást fejt ki az elérhető toxikológiai és epidemiológiai adatok szerint. A GV-II-öt meghaladó koncentrációk valószínűleg károsítják az egészséget, elsősorban az érzékeny egyéneket.

A 12. táblázat mutatja be a GV-I és GV-II irányértékeket.



## 12. táblázat: Belső térre vonatkozó I-es és II-es típusú irányértékek

| Substances  | GV II (mg/m <sup>3</sup> ) | GV I (mg/m <sup>3</sup> ) | Reference                       |
|---|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Nitrogen dioxide (NO <sub>2</sub> )   | 0.25 (1 h)                 | 0.08 (1 h)                | submitted                       |
| Acetophenone  | 2.0                        | 0.2                       | submitted                       |
| 2-Phenoxyethanol  | 0.1                        | 0.03                      | AIR (2018)                      |
| Tetrachloroethylene   | 1.0                        | 0.1                       | AIR (2017b)                     |
| 1,2-Propanediol (propylene glycol)  | 0.6                        | 0.06                      | AIR (2017a)                     |
| Formaldehyde  | -                          | 0.1                       | AIR (2016b)                     |
| Toluene   | 3.0                        | 0.3                       | AIR (2016a)                     |
| Xylenes (sum) (dimethylbenzene)   | 0.8                        | 0.1                       | AIR (2015b)                     |
| Butanone oxime  | 0.06                       | 0.02                      | Ad hoc AG (2015b)               |
| 2-Chloropropane   | 8.0                        | 0.8                       | 2015 <sup>e</sup>               |
| Ethyl acetate   | 6.0                        | 0.6                       | Ad hoc AG (2014e)               |
| 1-Methyl-2-pyrrolidone  | 1.0                        | 0.1                       | Ad hoc AG (2014d)               |
| n-Butanol   | 2.0                        | 0.7                       | Ad hoc AG (2014c)               |
| 2-Ethyl-1-hexanol   | 1.0 <sup>a</sup>           | 0.1 <sup>a</sup>          | Ad hoc AG (2013e)               |
| Glycol ether and their acetates*  |                            |                           | Ad hoc AG (2013d)               |
| Ethylene glycol monomethyl ether (EGME)   | 0.2                        | 0.02                      |                                 |
| Diethylene glycol monomethyl ether (DEGME)  | 6.0 <sup>a</sup>           | 2.0                       |                                 |
| Diethylene glycol dimethyl ether (DEGDME)   | 0.3                        | 0.03                      |                                 |
| Ethylene glycol monoethyl ether (EGEE)  | 1.0                        | 0.1                       |                                 |
| Ethylene glycol monoethyl ether acetate(EGEEA)                                      | 2.0                        | 0.2                       |                                 |
| Diethylene glycol monoethyl ether (DEGEE)   | 2.0 <sup>a</sup>           | 0.7 <sup>a</sup>          |                                 |
| Ethylene glycol monobutyl ether (EGBE)  | 1.0                        | 0.1                       |                                 |
| Ethylene glycol monobutyl ether acetate (EGBEA)                                     | 2.0 <sup>a</sup>           | 0.2 <sup>a</sup>          |                                 |
| Diethylene glycol monobutyl ether (DEGBE)   | 1.0 <sup>a</sup>           | 0.4 <sup>a</sup>          |                                 |
| Ethylene glycol monoethyl ether (EGHE)  | 1.0                        | 0.1                       |                                 |
| Propylene glycol monomethyl ether (2PG1ME)  | 10                         | 1.0                       |                                 |
| Dipropylene glycol monomethyl ether (DPG1ME)  | 7.0 <sup>a</sup>           | 2.0 <sup>a</sup>          |                                 |
| Propylene glycol monoethyl ether (2PG1EE)   | 3.0                        | 0.3                       |                                 |
| Propylene glycol mono-tertiary-butyl ether (2PG1tertBE)                             | 3.0                        | 0.3                       |                                 |
| Naphthalene   | 0.03 <sup>b</sup>          | 0.01 <sup>b</sup>         | Ad hoc AG (2013c)               |
| Acetaldehyde  | 1.0                        | 0.1                       | Ad hoc AG (2013b)               |
| Methyl isobutyl ketone (MTBE)   | 1.0                        | 0.1                       | Ad hoc AG (2013a)               |
| Ethylbenzene  | 2.0                        | 0.2                       | Ad hoc AG (2012d)               |
| Alkylbenzenes, C <sub>9</sub> -C <sub>15</sub> (trimethylbenzenes)                  | 1.0                        | 0.1                       | Ad hoc AG (2012c)               |
| Alkylbenzenes, C <sub>9</sub> -C <sub>15</sub> (isopropylbenzenes)                  | 1.0                        | 0.1                       | Ad hoc AG (2012c)               |
| Cresols   | 0.05                       | 0.005                     | Ad hoc AG (2012b)               |
| Phenol  | 0.2                        | 0.02                      | Ad hoc AG (2011c)               |
| 2-Furaldehyde   | 0.1                        | 0.01                      | Ad hoc AG (2011b)               |
| Cyclic volatile methyl siloxanes (D3-D6) (Sum)                                      | 4.0                        | 0.4                       | Ad hoc AG (2011a)               |
| Benzaldehyde  | 0.2                        | 0.02                      | Ad hoc AG (2010c)               |
| Benzyl alcohol  | 4.0                        | 0.4                       | Ad hoc AG (2010b)               |
| Monocyclic monoterpenes (lead structure: limonene)                                  | 10                         | 1.0                       | Ad hoc AG (2010a)               |
| Aldehydes, C <sub>4</sub> - C <sub>11</sub> (saturated acyclic, aliphatic)          | 2.0                        | 0.1                       | Ad hoc AG (2009)                |
| Dioxin-like PCB   | c                          | c                         | Ad hoc AG 2007b                 |
| Alkanes/Isoalkanes, C <sub>9</sub> -C <sub>14</sub> (limited aromatic constituents) | 2.0                        | 0.2                       | Sagunski and Mangelsdorf (2005) |
| Bicyclic terpenes (α-pinene)  | 2.0                        | 0.2                       | Sagunski and Heinzow (2003)     |
| Tris(2-chloroethyl) phosphate (TCEP)  | 0.05                       | 0.005                     | Sagunski and Rosskamp (2002)    |
| Diisocyanates   | d                          | d                         | Wolf and Stim (2000)            |
| Mercury (Hg-vapor)  | 0.00035                    | 0.000035                  | Link (1999)                     |
| Styrene   | 0.3                        | 0.03                      | Sagunski (1998)                 |
| Dichloromethane   | 2.0 (24 h)                 | 0.2                       | Witten et al. (1997)            |
| Pentachlorophenol   | 0.001                      | 0.0001                    | Ad hoc AG (1997)                |

- Amennyiben a toxikológiai adatok korlátozottak, egy glykoléterre vonatkozó irányértéket becsültek és a mért értéket összehasonlították az irányértékkel. A statisztikai értékelés alapján azGV-I alapérték 0,05 ml/m<sup>3</sup> és a GVI esetén 0,005 ml/m<sup>3</sup>-t állapítottak meg. Ha különböző glkikol étereket mértek, akkor a dózist additíve becsülték. Így egy anyag esetén az I-es értékre vonatkozóan az arány R a következő módon lett kiszámítva:  $R = C_1 / GV II$ , ahol C<sub>1</sub> a levegőben mért koncentráció, és GVII az irányérték. Olyan glykoléterek esetében, ahol nincs irányérték, a fent említett alapértékeket használták.
- <sup>a</sup> dószakos irányérték
- <sup>b</sup> Ezeket az értékeket átmenetileg lehet lakalmazni a bi-és triciklusos aromas szénhidrogének összegére vonatkozóan
- <sup>c</sup> a leírás a szövegben
- <sup>d</sup> Diizocianátra nincs II-es típusú irányérték javaslat, mivel a beltéri DI koncentrációk csak közvetlenül a DI tartalmú lakkok és ragasztók alkalmazása után mérhető és gyorsan lebomlanak a használat után. Hosszabb távú expozíció nem lehetséges. Ennek ellenére szükséges a használat során a szellőztetés
- <sup>e</sup> Csak egy adatlap érhető el.



### E.6.3. Nem toxikológiailag megalapozott ajánlások

#### TVOC ajánlások

A TVOC-k magukban foglalják az összes azonosított és azonosítatlan VOC koncentrációk összegét. A TVOC-t indikátorként lehet használni a belső térben a nem megfelelő szellőzés kimutatására. A TVOC használatának vannak korlátai: pl. a különböző illékony komponensek összegzése nem mindig írja le pontosan a teljes biológiai hatást. Ezért, ha specifikus anyagokat mutatnak ki magas koncentrációban, további kockázatbecslésre van szükség. Szintén további becslés szükséges alacsony szagérzékelési küszöbű vegyületek esetén is. A fentiek alapján öt koncentráció szintet állapított meg a Bizottság:

- I. szint TVOC < 0,3 mg/m<sup>3</sup>- nem kell higiénés következményekkel számolni, ha más irányérték túllépés nincs. Ez az érték tekinthető célértéknek egy épület megépítése vagy renoválása után
- II. szint TVOC 0,3-1 mg/m<sup>3</sup>: semmilyen releváns következmény nincs, DE fokozott szellőztetés javasolt
- III. szint TVOC > 1-3 mg/m<sup>3</sup>: higiénés szempontból kifogásolt szint. Ez az érték maximum 12 hónapig maradhat fenn. Keresni kell a kibocsátó forrást és fokozottan kell szellőztetni
- IV. szint: TVOC > 3-10 mg/m<sup>3</sup>: súlyos következmények: a helyiséget nem szabad használni. Ha más helyiség nincs, ezt a helyiséget max. 1 hónapig lehet használni, intenzív szellőzés mellett. Kötelező a specifikus kockázatbecslés.
- V. szint: TVOC > 10-25 mg/m<sup>3</sup>: ez a koncentráció elfogadhatatlan. Az ilyen helyiségeket csak speciális esetben lehet rövid időszakokra (néhány óra) használni, intenzív szellőztetés mellett. Olyan helyiségeket, ahol a TVOC 25 mg/m<sup>3</sup> felett van, soha nem lehet használni.



Ezeket az ajánlásokat nem lehet olyan esetben alkalmazni, ha a helyiségben egy anyag is van, amely esetében a toxikológiai megalapozott irányértéknél magasabb koncentrációt mértek. Továbbá az új építésű vagy frissen renovált épületekben a magas koncentrációkat csak 12 hónapig lehet fenntartani, de a koncentráció nem haladhatja meg a 3 mg/m<sup>3</sup>-t.

#### CO<sub>2</sub> ajánlás

Abban az esetben, amikor nincs specifikus egészségprobléma vagy egyedi szennyező, a megfelelő belső téri levegőminőséget indirekt módon kell becsülni, mint pl. a légcseres mértéke. Különböző szabványok, pl. az ASHRAE 62. szabvány (ASHRAE 2016) és a CEN EN 15251 (CEN EN 2012) előír minimális szellőzési arányt különböző épület típusokra. Általában elmondható, hogy az ajánlások egyaránt figyelembe veszik a helyiségben tartózkodók által kibocsátott szennyezőket, szagokat és az épületből és a bútorokból, berendezési tárgyakból származó emissziót. A szükséges légcserét lehet számolni a tömeg egyensúly képlet alapján is, ahol a CO<sub>2</sub>-t mint indikátort használják (CEN EN 2007). A Max von Pettenkoffern (1858) által ajánlott 1000 ppm CO<sub>2</sub> koncentráció mellett más szabványok más értékeket javasolnak nem lakóépület célú épületek esetén (CEN EN 2007).

Általában az 1000 ppm CO<sub>2</sub> feletti koncentrációt elfogadhatatlan szellőzés mérékének tartják, ami kedvezőtlenül befolyásolja a bent tartózkodók teljesítő és felfogó képességét.

A német Bizottság a következő, higiénés szempontokon alapuló ajánlásokat adja meg:

- 1000 ppm alatti CO<sub>2</sub> koncentráció ártalmatlan, nem kell intézkedni
- 1000-2000 ppm közötti CO<sub>2</sub> koncentráció kifogásolt, javítani kell a szellőzést.
- 2000 ppm felett a CO<sub>2</sub> koncentráció elfogadhatatlan. Ha a fokozott szellőztetés nem elegendő, egyéb szervezési vagy strukturális intézkedések vagy mechanikus szellőzés javasolt.



## Kisméretű aeroszol részecskékre (PM) vonatkozó javaslat

A beltéri levegőben előforduló aeroszol részecskék mérete és kémiai összetétele különböző, sokszor nem hasonlítható össze a kültéri PM részecskékkel. A kimérető frakcióba sorolható (PM<sub>2,5</sub>) részecskék elsősorban a gázok átalakulása vagy az égési folyamatok során keletkeznek. Ezzel szemben a nagyobb részecskék, mint a PM<sub>10</sub> általában a nagyobb szemcsék szétesése során keletkeznek és tipikusan porszemcsék vagy biológiai eredetű (pollen, baktérium) részecskék. Ismert, hogy a PM<sub>2,5</sub> és PM<sub>10</sub> rövid és hosszú távon egészségkárosító hatásúak, elsősorban kardiovaszkuláris és légzőszervi megbetegedéseket okoznak.

Általában a dohányzásmentes belső terekben a PM<sub>2,5</sub> koncentrációt a kültéri levegőben mérhető koncentráció határozza meg. A Bizottság ezért a WHO 24 órás átlag koncentráció határértéket - 25 µg/m<sup>3</sup>-t javasolja.

Ezzel szemben a PM<sub>10</sub> sokkal magasabb koncentrációkat mutat a beltérben óvodákban, iskolákban. A beltéri PM<sub>10</sub> koncentráció egészséghatását nem lehet értékelni jelenleg a kültéri PM<sub>10</sub> összetételéhez képest eltérő mivolta miatt, továbbá nem rendelkezünk jelenleg dózis-válasz összefüggésekkel a beltéri PM<sub>10</sub>-re vonatkozólag. Ennek ellenére megfelelően kell szellőztetni és minimalizálni kell a beltéri PM<sub>10</sub> forrásokat.

## Kockázat alapú ajánlások daganatkeltő anyagok esetén

A beltéri szennyezőkre vonatkozó kockázatbecslés a legérzékenyebb végpontokra vagy a legkritikusabb emberi egészséghatásokra vonatkozó vizsgálati eredményeken alapszik. Ha egy anyagot rákkeltőnek minősítenek, akkor a kockázatbecslési folyamat során specifikus jellemzőket kell figyelembe venni. A daganatkeltő anyagokat két csoportba lehet osztani: ismert és nem ismert küszöb koncentrációval rendelkező vegyületekre. Az egyes toxikológiai végpontok esetében ismert küszöbkoncentrációval rendelkező anyagok esetén, továbbá olyan vegyületek esetén, amelyeknek daganatkeltő hatása nem az ember esetén a legnagyobb, a határértékek megadásánál a standard eljárást kell alkalmazni.





Erre példa az ismert humán daganatkeltő formaldehid határérték kialakítása (EU-COM 2014<sup>22</sup>, IARC 2006<sup>23</sup>).

Azon anyagok esetében, ahol a genotoxikus potenciál ismert, de nincs küszöbkoncentráció, fokozott rákkeltő kockázattal kell számolni még alacsony koncentrációk esetén is (SCENHIR 2009<sup>24</sup>) annak figyelembevételével, hogy a beltéri levegőben található daganatkeltő anyagok biológiai küszöb koncentrációjára nincsenek adatok.

Néhány daganatkeltő anyag esetében létezik expozíció-hatás összefüggés. Ebben az esetben a beltérben mért koncentráció alapján lehet becsülni a daganat kockázatot. Néhány, küszöbértékkel nem rendelkező anyag esetében a WHO állapított meg élettartam kockázatokat: 1/10000 ( $10^{-4}$ ), 1/100 000 ( $10^{-5}$ ), 1/1 000 000 ( $10^{-6}$ ). A WHO nem ad tanácsot arra, hogy melyik kockázat szintet kell választani a veszélyeztetett populáció egészségvédelme szempontjából. Az ECHA a  $10^{-5}$  szintet javasolja elfogadható kockázatnak munkahelyi expozíció esetén és  $10^{-6}$  szintet a lakosság számára (ECHA 2012<sup>25</sup>). Mivel ez az expozíciós szint nem érhető el a küszöbérték nélküli daganatkeltők esetében, ezért a következő eljárás javasolt:

Először is a kérdéses vegyülettel kapcsolatban ismerni kell a tipikus beltéri koncentrációt. A reprezentatív adatbázis alapján a 95%-os gyakorisággal előforduló értéket kell használni. Továbbá ismerni kell az expozíció- kockázat összefüggést - ez kötelező a potenciális daganatkeltő hatás értékeléséhez. Ha van ilyen adat, akkor az elméleti 1/100000 ( $10^{-6}$ ) kockázatnak megfelelő élettartam expozíciót kell kiszámítani. Ha az így kiszámított koncentráció meghaladja a 95%-

<sup>22</sup> EU COM (The European Commission) COMMISSION REGULATION (EU) No 605/2014 of 5 June 2014 Amending, for the Purposes of Introducing Hazard and Precautionary Statements in the Croatian Language and its Adaptation to Technical and Scientific Progress, Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council on Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures.

<sup>23</sup> IARC (International Agency for Research on Cancer), 2006. Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, vol. 88 Lyon. <http://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Evaluation-Of-Carcinogenic-Risks-To-Humans/Formaldehyde-2-Butoxyethanol-And-1-Em-Tert-Em-Butoxypropan-2-ol-2006>.

<sup>24</sup> SCHER, SCCP, SCENHIR, 2009. (Scientific Committee on Health and Environmental Risks, Scientific Committee on Consumer Products, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks). Risk Assessment Methodologies and Approaches for Genotoxic and Carcinogenic Substances. [http://ec.europa.eu/health/ph\\_risk/committees/04\\_scher/docs/scher\\_o\\_113.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scher/docs/scher_o_113.pdf).

<sup>25</sup> ECHA (European Chemicals Agency), 2012. Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment. Chapter R.8: characterisation of Dose [concentration]-Response for Human Health. Helsinki, Finland. [http://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information\\_requirements\\_r8\\_en.pdf](http://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information_requirements_r8_en.pdf).



os gyakorisággal mért koncentrációt, akkor ezt kockázat -alapú ajánlásnak kell tekinteni. Az első példa erre a módszerre a triklóretilén ajánlás. Ennek megfelelően a  $10^{-6}$  élettartam kockázatnak 0,02 mg triklóretilén/m<sup>3</sup> koncentráció felel meg. Ez a koncentráció jóval magasabb a megfigyelt triklóretilén referencia koncentrációnál. Következésképpen a Bizottság 0,02 mg/m<sup>3</sup> triklóretilén kockázat alapú határértéket ajánl. Ha a referencia koncentráció  $10^{-6}$  kockázati szintnek felel meg, akkor a jelenlegi referencia értéket kell alkalmazni, mint előzetes ajánlást. Az értéket időnként ellenőrizni és módosítani kell.

#### E.6.4. Az irányértékeken alapuló kockázatkezelés

Abban az esetben, ha irányérték feletti koncentrációt mérnek, meg kell ismételni a mérést a jogi következmények miatt. Az adatok megbízhatóságát alátámaszthatják a szag-, irritáció vagy tüneteken alapuló panaszok. Néhány esetben hasznos, ha dokumentálják a szennyezőknek való beltéri kitettséget és az egészséggel kapcsolatos panaszokat.

Abban az esetben, ha a mérések megbízhatóan mutatják az egészség kockázattal kapcsolatos irányérték túllépést (GV-II), azonnal kell csökkenteni az expozíciót az egészségkárosodások megelőzése céljából. A csökkentés lehet a szennyező anyag eltávolítása. Ha ez nem oldható meg, akkor korlátozni vagy tiltani kell a helyiség használatát. A jogi következmények miatt minden mérést, intézkedést pontosan kell dokumentálni. Minden esetben a GV-I-nél alacsonyabb koncentráció elérése a cél.

Ha a mért érték meghaladja az elővigyázatossági irányértéket (GV-I), nem várható azonnali egészségkárosodás. Előfordulhat azonban, hogy a helyiséget használók kellemetlen szagról panaszkodnak, vagy egyéb panaszaik lehetnek. A mai tudásun szerint ez nem okoz káros hatást, mégis, hosszabb tartózkodás (12 hónapig) ilyen helyiségben elfogadhatatlan.

Amikor a koncentráció meghaladja az elővigyázatossági irányértéket, növelni kell a szellőzés mértékét. Egyes esetekben, amikor pl. az SVOC-re vonatkozó irányérték túllépés áll fenn, intenzívebb portalanító takarítás ajánlott. Ajánlatos az intézkedések elrendelése után 1 hónappal megismételni a méréseket, hogy



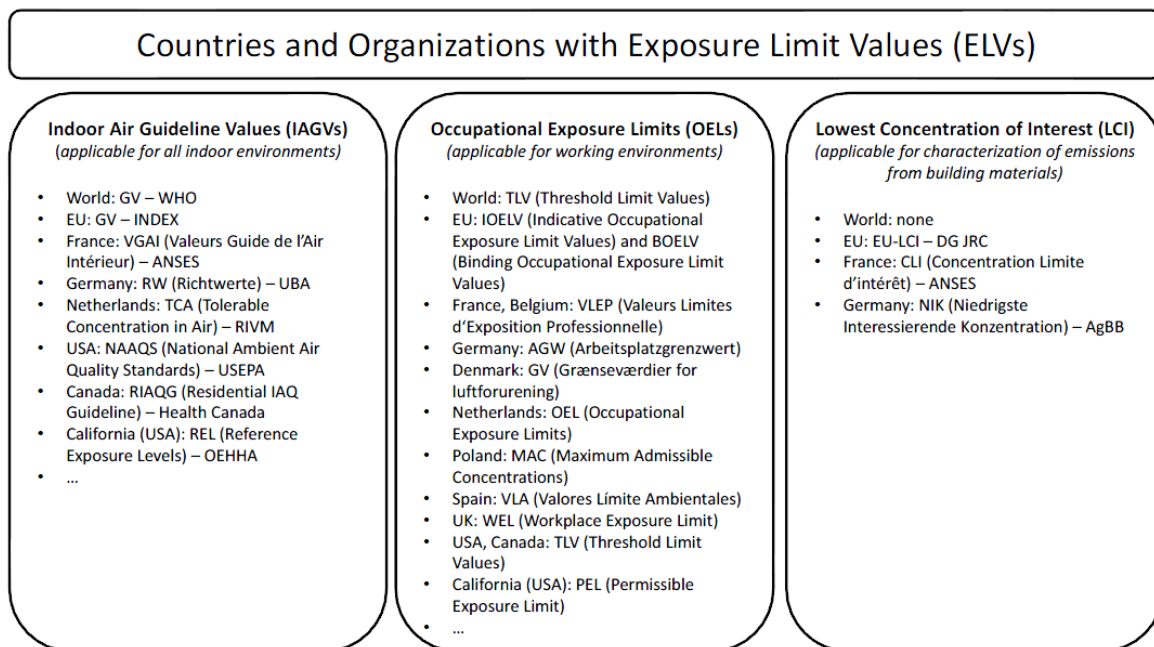
ellenőrizzük az intézkedés hatásosságát. Ha nincs változás az intézkedések betartása mellett, indokolt lehet a szennyező forrás eltávolítása.



## E.7. A beltéri levegőminőség határértékek szabályozása egyes országokban - a legújabb helyzet bemutatása

Renaud Salis és mtsai<sup>26</sup> (2017) elemezték a létező beltéri levegőminőségre vonatkozó előírásokat és ajánlásokat (beleértve az expozíciós határértékeket is). A 6. ábra mutatja be a beltéri expozíciós határértékekkel rendelkező országokat és szervezeteket.

6. ábra: Beltéri expozíciós határértékekkel rendelkező országok és szervezetek



Két nagy csoportot lehet megkülönböztetni: (i) toxicitási referencia határértékeket (toxicity reference values (TRV)) (ii) beltéri levegő irányértékeket (IAGV). A TRV értékek munkahelyekre vonatkoznak és állatkísérletekben állapították meg, sok anyag esetében. Az ilyen módon meghatározott határértékeket biztonsági faktorok segítségével alkalmazták emberekre. Humán epidemiológiai vizsgálatok eredményeivel alátámasztva a TRV értékek alapján állapították meg a munkahelyi

<sup>26</sup> Louis Cony Renaud Salis, Marc Abadie, Pawel Wargocki, Carsten Rode, Towards the Definition of Indicators for Assessment of Indoor Air Quality and Energy Performance in Low-Energy Residential Buildings, Energy and Buildings <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.07.054>



expozíciós határértékeket, amelyek a 8 órás munkaidő alatt maximálisan megengedhető szennyező anyag koncentrációt jelentik.

A beltéri irányértékeket minden belső téri környezetben lehet alkalmazni. Ezeket az értékeket human epidemiológiai vizsgálatok alapján állapították meg a beltéri expozíciónak kitett lakosságcsoportokon észlelt egészséghatások alapján. A beltéri irányértékek korlátozott számú anyag esetén állnak rendelkezésre. Ezek mellett az Európai Bizottság kifejlesztett egy újabb fogalmat: “szennyezők a legalacsonyabb érdekelttségű koncentrációval” (pollutants with the lowest concentrations of interest (LCIs)). Az LCI értékek nem határértékeke, hanem ajánlások a maximálisan megengedhető koncentrációt jelentik egyes szennyezők esetében a gyártási folyamat keretében az építőanyagok kibocsátásának tesztelése során, mielőtt az anyagok bekerülnének a kereskedelembe. Ezeket az értékeket nem szabad irányérték ajánlásként alkalmazni.

A XIII. táblázat mutatja be a beltéri levegő irányértékeket, amelyeket a WHO, az EC, továbbá különböző hatóságok Ausztriában, Belgiumban, az USA-ban Kaliforniában, Kínában, Franciaországban, Németországban, Hon-Kongban, Japánban, Koreában, Portugáliában és az Egyesült Királyságban dolgoztak ki. A lista nem teljes, de jól mutatja a beltérben leggyakrabban előforduló szennyezőket és a koncentrációs szinteket. A táblázatban felsorolt irányértékek általában minden nem ipari jellegű belső térben alkalmazhatók, kivéve Kanadát és az Egyesült Királyságot, ahol az értékek csak lakóépületekre vonatkoznak. A portugáliai, kínai, hon-kong-i és koreai irányértékek csak középületekre vonatkoznak. Sok országban nincsenek beltéri irányértékek, hanem az OEL értékeket alkalmazzák középületek esetében is (p. Ausztrália és Új-Zéland).

A 13. táblázatból az is megállapítható, hogy az egyes szennyezőkre vonatkozó irányértékek nagyságrendnyi különbségeket mutatnak országonként azonos expozíciós időre vonatkozóan. Az expozíciós időszakok átlagolása is különbözik. Ennek több oka is van, pl. az, hogy különböző adatokat használtak az irányértékek meghatározására, illetve, hogy nincs konszenzus a szennyező egészséghatását illetően.



### 13. táblázat: A WHO, az EC és néhány ország által javasolt belső téri levegő irányértékek (IAGV) különböző szennyezőkre vonatkozóan.

A koncentrációk µg/m<sup>3</sup>-ben vannak megadva, kivéve a CO-t (mg/m<sup>3</sup>) és a radont (Bq/m<sup>3</sup>)

| NAME (CAS)                        | AVERAGING PERIOD* | WHO [31] | Europe [32] | Belgium [38] | China [37] | France [30] | Japan [27] | Hong-kong [34] | Korea [38] | USA [28] | Austria [32] | Canada [35] | Germany [29] | Portugal [35] |
|-----------------------------------|-------------------|----------|-------------|--------------|------------|-------------|------------|----------------|------------|----------|--------------|-------------|--------------|---------------|
|                                   | >1 year           | -        | 200         | -            | -          | 160         | 48         | -              | -          | 140      | -            | -           | 200          | -             |
| Acetaldehyde                      | Not specified     | -        | -           | 4600         | -          | -           | -          | -              | -          | -        | -            | -           | -            | -             |
|                                   | 8h                | -        | -           | -            | -          | -           | -          | -              | -          | 300      | -            | -           | -            | -             |
|                                   | 1h                | -        | -           | -            | -          | 3000        | -          | -              | -          | 470      | 100          | -           | -            | -             |
| Acrolein                          | >1 year           | -        | -           | -            | -          | 0.8         | -          | -              | -          | 0.35     | -            | -           | -            | -             |
|                                   | 8h                | -        | -           | -            | -          | -           | -          | -              | -          | 0.7      | -            | -           | -            | -             |
|                                   | 1h                | -        | -           | -            | -          | 6.9         | -          | -              | -          | 2.5      | -            | -           | -            | -             |
| Alpha-pinene                      | >1 year           | -        | -           | -            | -          | -           | -          | -              | -          | -        | -            | -           | 200          | -             |
|                                   | 1 year            | 0        | 0           | 2            | -          | 10          | -          | -              | -          | 3        | 2.5          | 0           | -            | 5             |
| Benzene (71-43-2)                 | <14 days          | -        | -           | -            | -          | 0.2         | -          | -              | -          | -        | -            | -           | -            | -             |
|                                   | 8h                | -        | -           | -            | -          | 30          | -          | -              | -          | -        | -            | -           | -            | -             |
|                                   | 1h                | -        | -           | -            | 110        | -           | -          | 16.1           | -          | 3        | -            | -           | -            | -             |
| Carbon dioxide (124-38-9)         | Not specified     | -        | -           | 900          | 1962       | -           | -          | -              | 1000       | -        | -            | -           | -            | -             |
|                                   | 8h                | -        | -           | -            | -          | -           | -          | 1200           | 1200       | -        | -            | -           | -            | 1250          |
|                                   | 24 h              | 7        | -           | -            | -          | -           | -          | -              | 12.3       | -        | -            | 11.5        | -            | -             |
| Carbon monoxide (630-08-0)        | 8 h               | 10       | 10          | -            | -          | 10          | -          | 10             | 12.3       | -        | -            | -           | 1.5          | 10            |
|                                   | 1 h               | 35       | 30          | -            | 10         | 30          | -          | -              | 12.3       | 23       | -            | 28.6        | -            | -             |
|                                   | 30 min            | -        | -           | 5.7          | -          | 60          | -          | -              | 12.3       | -        | -            | -           | 30           | -             |
|                                   | 15 min            | 100      | -           | -            | -          | 100         | -          | -              | 12.3       | -        | -            | -           | -            | -             |
| Dichlorobenzene (1,4-) (106-46-7) | 1 year            | -        | -           | -            | -          | -           | 240        | -              | -          | 800      | -            | -           | -            | -             |
|                                   | 1 year            | -        | -           | 10           | -          | 10          | -          | -              | -          | 9        | -            | -           | -            | -             |
| Formaldehyde (50-00-0)            | 24h               | -        | -           | -            | -          | -           | -          | -              | -          | -        | 60           | -           | -            | 100           |
|                                   | 8h                | -        | -           | -            | -          | -           | -          | 100            | 100        | 9        | -            | 50          | -            | 100           |
|                                   | 2h                | -        | -           | -            | -          | 50          | -          | -              | 100        | -        | -            | -           | -            | 100           |
|                                   | 1h                | -        | -           | -            | 100        | -           | -          | -              | 100        | 55       | -            | 123         | -            | 100           |
|                                   | 30 min            | 100      | 30          | -            | -          | -           | 100        | -              | 100        | -        | 100          | -           | -            | 100           |
| Naphthalene                       | >1 year           | 10       | 10          | -            | -          | 10          | -          | -              | -          | 9        | -            | 10          | 10           | -             |
|                                   | >1 year           | 40       | 40          | -            | -          | 20          | -          | -              | -          | -        | -            | -           | -            | -             |
| Nitrogen dioxide (10102-44-0)     | 24h               | -        | -           | -            | -          | -           | -          | -              | -          | -        | -            | 20          | -            | -             |
|                                   | 8 h               | -        | -           | -            | -          | -           | -          | 100            | 100        | -        | -            | -           | -            | -             |
|                                   | 2 h               | -        | -           | -            | -          | 200         | -          | -              | 100        | -        | -            | -           | -            | -             |
|                                   | 1 h               | 200      | 200         | 135          | 240        | -           | -          | -              | 100        | 470      | -            | 170         | -            | -             |
|                                   | 30min             | -        | -           | -            | -          | -           | -          | -              | -          | -        | -            | -           | 350          | -             |
| PM10 (-)                          | 1 year            | 20       | -           | 40           | -          | -           | -          | -              | -          | -        | -            | -           | -            | 50            |
|                                   | 24 h              | 50       | -           | -            | 150        | -           | -          | -              | 100        | -        | -            | -           | -            | -             |
| PM2.5 (-)                         | 8 h               | -        | -           | -            | -          | -           | -          | 180            | 100        | -        | -            | -           | -            | -             |
|                                   | 1 year            | 10       | -           | -            | -          | -           | -          | -              | -          | -        | -            | -           | -            | 25            |
| Radon (10043-92-2)                | 24 h              | 25       | -           | 15           | -          | -           | -          | -              | -          | -        | -            | -           | -            | -             |
|                                   | 1 year            | -        | -           | -            | 400        | -           | -          | -              | -          | -        | 200          | 200         | -            | -             |
| Styrene                           | 8h                | -        | -           | -            | -          | -           | -          | 200            | 148        | -        | -            | -           | -            | 400           |
|                                   | >1 year           | -        | 250         | -            | -          | -           | 220        | -              | -          | 900      | -            | -           | 30           | 260           |
|                                   | 7 days            | -        | -           | -            | -          | -           | -          | -              | -          | -        | 40           | -           | -            | -             |
| Toluene (108-88-3)                | Not specified     | -        | -           | -            | -          | -           | -          | -              | -          | 21000    | -            | -           | -            | -             |
|                                   | 1year             | -        | -           | 260          | -          | 260         | -          | -              | -          | 300      | -            | -           | 300          | 250           |
|                                   | 24h               | -        | -           | -            | -          | -           | -          | -              | -          | -        | -            | 2300        | -            | -             |
|                                   | 8h                | -        | -           | -            | -          | -           | -          | 1092           | -          | -        | -            | 15000       | -            | -             |
| TVOC (-)                          | 1h                | -        | -           | -            | 200        | -           | -          | -              | -          | 37000    | 75           | -           | -            | -             |
|                                   | 24h               | -        | -           | 200          | 600        | -           | 400        | -              | 400        | -        | -            | -           | -            | 600           |
|                                   | 8h                | -        | -           | -            | -          | -           | -          | 600            | 400        | -        | -            | -           | -            | 600           |
|                                   | 1 year            | -        | 200         | -            | -          | -           | 870        | -              | -          | 700      | -            | -           | 100          | -             |
| Xylene (1330-20-7)                | 24h               | -        | -           | -            | -          | -           | -          | -              | -          | -        | 350          | -           | -            | -             |
|                                   | 8h                | -        | -           | -            | -          | -           | -          | 1447           | -          | -        | -            | -           | -            | -             |
|                                   | 1h                | -        | -           | -            | 200        | -           | -          | -              | -          | 22000    | -            | -           | -            | -             |

\* period of time used to calculate the pollutant average concentration (to be compared with the IAVG of the present Table).



## E.8. EU szabályozás

A beltéri levegő minőséget jelenleg többféle előírás is szabályozza, amelyek a szellőzésre vonatkoznak. Meg kell állapítani, hogy ezek a szabványok sokszor nem veszik figyelembe az egészséghatásokat. Az EU-ban hatályos EN15251-es CEN szabvány meghatározza a nem ipari rendeltetésű középületek szellőzési követelményeit a beltérben tartózkodók komfortérzésének biztosítása érdekében, amit a bent tartózkodó, levegőminőséggel és vagy a szagok intenzitásával elégedetlenek aránya alapján szabályoz. Tény, hogy a komfort igen fontos paraméter, de nem tükrözi teljes mértékben a súlyosabb egészség problémákat. mint pl. az asztmát, allergiát, krónikus bronchitist, szív- érrendszeri betegségeket, tüdőrákot, akut mérgezéseket, amelyek a beltéri levegőnek való kitettség következményei lehetnek. Jelenleg nincs olyan európai ajánlás arra vonatkozóan, hogyan kell az épületek szellőzését megoldani a bent tartózkodók egészségkockázatának csökkentése érdekében.

EN15251: CEN Szabvány

*MSZ EN 15251:2007 Épületek energia-teljesítőképességének tervezésére és becslésére, levegőminőségére, hőmérsékletére, fény- és akusztikai viszonyaira vonatkozó beltéri bemeneti paraméterei*

EN15251: CEN Standard on Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings- addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. European Committee For Standardization (CEN) 2007, Brussels. 52 pp.

A mellékelt táblázat szerint a szabvány a légcseres mértékét L/s /m<sup>2</sup>-ben adja meg (14. táblázat).



## 14. táblázat: Légcseré szabályozása az EN 15251-es szabványban

prENrev 15251:2006 (E)

Table B.2 — Examples of recommended ventilation rates for non-residential buildings with default occupant density for three categories of pollution from building itself. If smoking is allowed the last column gives the additional required ventilation rate.

| Type of building or space | Category | Floor area m <sup>2</sup> /person | q <sub>o</sub>                       | q <sub>e</sub>  | q <sub>tot</sub> | q <sub>o</sub>                                   | q <sub>tot</sub> | q <sub>o</sub>                                       | q <sub>tot</sub> | Add when smoking |
|---------------------------|----------|-----------------------------------|--------------------------------------|---|------------------|--|------------------|--|------------------|------------------|
|                           |          |                                   | l/s, m <sup>2</sup><br>for occupancy | l/s, m <sup>2</sup><br>for very low-polluted building |                  | l/s, m <sup>2</sup><br>for low-polluted building |                  | l/s, m <sup>2</sup><br>for non-low polluted building |                  |                  |
| Single office             | I        | 10                                | 1,0                                  | 0,5   | 1,5              | 1,0  | 2,0              | 2,0  | 3,0              | 0,7              |
|                           | II       | 10                                | 0,7                                  | 0,3   | 1,0              | 0,7  | 1,4              | 1,4  | 2,1              | 0,5              |
|                           | III      | 10                                | 0,4                                  | 0,2   | 0,6              | 0,4  | 0,8              | 0,8  | 1,2              | 0,3              |
| Landscaped office         | I        | 15                                | 0,7                                  | 0,5   | 1,2              | 1,0  | 1,7              | 2,0  | 2,7              | 0,7              |
|                           | II       | 15                                | 0,5                                  | 0,3   | 0,8              | 0,7  | 1,2              | 1,4  | 1,9              | 0,5              |
|                           | III      | 15                                | 0,3                                  | 0,2   | 0,5              | 0,4  | 0,7              | 0,8  | 1,1              | 0,3              |
| Conference room           | I        | 2                                 | 5,0                                  | 0,5   | 5,5              | 1,0  | 6,0              | 2,0  | 7,0              | 5,0              |
|                           | II       | 2                                 | 3,5                                  | 0,3   | 3,8              | 0,7  | 4,2              | 1,4  | 4,9              | 3,6              |
|                           | III      | 2                                 | 2,0                                  | 0,2   | 2,2              | 0,4  | 2,4              | 0,8  | 2,8              | 2,0              |
| Auditorium                | I        | 0,75                              | 15                                   | 0,5   | 15,5             | 1,0  | 16               | 2,0  | 17               |                  |
|                           | II       | 0,75                              | 10,5                                 | 0,3   | 10,8             | 0,7  | 11,2             | 1,4  | 11,9             |                  |
|                           | III      | 0,75                              | 6,0                                  | 0,2   | 6,2              | 0,4  | 6,4              | 0,8  | 6,8              |                  |
| Restaurant                | I        | 1,5                               | 7,0                                  | 0,5   | 7,5              | 1,0  | 8,0              | 2,0  | 9,0              |                  |
|                           | II       | 1,5                               | 4,9                                  | 0,3   | 5,2              | 0,7  | 5,6              | 1,4  | 6,3              | 5,0              |
|                           | III      | 1,5                               | 2,8                                  | 0,2   | 3,0              | 0,4  | 3,2              | 0,8  | 3,6              | 2,8              |
| Class room                | I        | 2,0                               | 5,0                                  | 0,5   | 5,5              | 1,0  | 6,0              | 2,0  | 7,0              |                  |
|                           | II       | 2,0                               | 3,5                                  | 0,3   | 3,8              | 0,7  | 4,2              | 1,4  | 4,9              |                  |
|                           | III      | 2,0                               | 2,0                                  | 0,2   | 2,2              | 0,4  | 2,4              | 0,8  | 2,8              |                  |
| Kindergarten              | I        | 2,0                               | 6,0                                  | 0,5   | 6,5              | 1,0  | 7,0              | 2,0  | 8,0              |                  |
|                           | II       | 2,0                               | 4,2                                  | 0,3   | 4,5              | 0,7  | 4,9              | 1,4  | 5,8              |                  |

A 15. táblázat (3B) közli a légcseré mértékét a bent tartózkodókra vonatkozóan is. Ez a megközelítés csak azt veszi figyelembe, hogy a bent tartózkodók jelentik az egyetlen kibocsátó forrást. A légcseré L/s/ m<sup>2</sup> érték a kibocsátás forrásának a belső téri anyagokat tekinti. Az értékek értelmezése nagyon sokféle lehet, néha a két értéket összeadják, máskor a kétféle érték maximumait veszik figyelembe. A





szabvány kijelenti, hogy - amennyiben nincs pontos nemzeti szabályozás - a tervező maga dönti el, hogy melyik értéket választja, de ezt meg kell indokolni.

A 16. táblázat az ajánlott páratartalomra vonatkozik.

15. táblázat: Példa a nem lakóépületek légcseréjére (EN 15251)

**Table B3. Examples of recommended ventilation rates for non-residential buildings for three categories of pollution from building itself. Rates are given per person or per m<sup>2</sup> floor area**

| Category | Airflow per person<br>l/s/pers | Airflow for building emissions pollutions (l/s/m <sup>2</sup> ) |                        |                            |
|----------|--------------------------------|---|------------------------|----------------------------|
|          |                                | Very low polluting building                                     | Low polluting building | Non low polluting building |
| I        | 10                             | 0,5   | 1                      | 2                          |
| II       | 7                              | 0,35  | 0,7                    | 1,4                        |
| III      | 4                              | 0,2   | 0,4                    | 0,8                        |

16. táblázat: Páratartalom

Table B6 Example of recommended design criteria for the humidity in occupied spaces if humidification or dehumidification systems are installed

| Type of building/space  | Category | Design relative humidity for dehumidification, % | Design relative humidity for humidification, % |
|---|----------|--|--|
| Spaces where humidity criteria are set by human occupancy. Special spaces (museums, churches etc ) may require other limits | I        | 50   | 30   |
|   | II       | 60   | 25   |
|   | III      | 70   | 20   |
|   | IV       | > 70   | < 20   |



## 17. táblázat: Megvilágítás

**Table D1 Examples of design illumination levels for some buildings and spaces from EN 12464.  
For information purposes the UGR and Ra are also presented.**

| Type of building      | Space                          | Maintained luminance, $\bar{E}_m$ , at working areas, lx | UGR | Ra | Remarks  |
|-----------------------|--------------------------------|--|-----|----|----------|
| Office buildings      | Single offices                 | 500  | 19  | 80 | at 0,8 m |
|                       | Open plan offices              | 500  | 19  | 80 | at 0,8 m |
|                       | Conference rooms               | 500  | 19  | 80 | at 0,8 m |
| Educational buildings | Classrooms                     | 300  | 19  | 80 | at 0,8 m |
|                       | Classrooms for adult education | 500  | 19  | 80 | at 0,8 m |
|                       | Lecture hall                   | 500  | 19  | 80 | at 0,8 m |

EN 12464-1 szabvány (17. táblázat) a fény és megvilágítással kapcsolatos előírásokat tartalmazza. A szabvány a munkahelyekre vonatkozóan valamivel eltérő értékeket ír elő. A következő táblázatok (17/1,2) az óvodákra és iskolákra vonatkozó fényviszonyok előírásokat tartalmazza

### 17/1. táblázat: Megvilágítás az óvodákban

| Ref. no. | Type of interior, task or activity | $\bar{E}_m$<br>lx |
|----------|------------------------------------|-------------------|
| 6.1.1    | Play room                          | 300               |
| 6.1.2    | Nursery                            | 300               |
| 6.1.3    | Handicraft room                    | 300               |



## 17/2. táblázat: Megvilágítás az iskolákban

| Ref. no. | Type of interior, task or activity                     | $\dot{E}_m$<br>lx | Remarks   |
|----------|--|-------------------|---|
| 6.2.1    | Classrooms, tutorial rooms                             | 300               | <b>Remarks</b><br><br>Lighting should be controllable.<br>Lighting should be controllable.<br>Lighting should be controllable.<br>Prevent specular reflections.<br>In lecture halls 750 lx.<br><br>$T_{cp} \geq 5000$ K.<br><br>DSE-work: see 4.11. |
| 6.2.2    | Classroom for evening classes and adults education     | 500               |   |
| 6.2.3    | Lecture hall   | 500               |   |
| 6.2.4    | Black board  | 500               |   |
| 6.2.5    | Demonstration table                                    | 500               |   |
| 6.2.6    | Art rooms  | 500               |   |
| 6.2.7    | Art rooms in art schools                               | 750               |   |
| 6.2.8    | Technical drawing rooms                                | 750               |   |
| 6.2.9    | Practical rooms and laboratories                       | 500               |   |
| 6.2.10   | Handicraft rooms                                       | 500               |   |
| 6.2.11   | Teaching workshop                                      | 500               |   |
| 6.2.12   | Music practice rooms                                   | 300               |   |
| 6.2.13   | Computer practice rooms (menu driven)                  | 300               |   |
| 6.2.14   | Language laboratory                                    | 300               |   |
| 6.2.15   | Preparation rooms and workshops                        | 500               |   |
| 6.2.16   | Entrance halls   | 200               |   |
| 6.2.17   | Circulation areas, corridors                           | 100               |   |
| 6.2.18   | Stairs   | 150               |   |
| 6.2.19   | Student common rooms and assembly halls                | 200               |   |
| 6.2.20   | Teachers rooms   | 300               |   |
| 6.2.21   | Library: bookshelves                                   | 200               |   |
| 6.2.22   | Library: reading areas                                 | 500               |   |
| 6.2.23   | Stock rooms for teaching materials                     | 100               |   |
| 6.2.24   | Sports halls, gymnasiums, swimming pools (general use) | 300               |   |
| 6.2.25   | School canteens  | 200               |   |
| 6.2.26   | Kitchen  | 500               |   |



## 18. táblázat: Beltéri zaj szint előírások

**Table E.1** Examples of design A-weighted sound pressure level

| Building                | Type of space                   | Sound pressure level [dB(A)] |                      |
|-------------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------|
|                         |                                 | Typical range                | Default design value |
| Residential             | Living room                     | 25 to 40                     | 32                   |
|                         | Bed room                        | 20 to 35                     | 26                   |
| Child care institutions | Nursery schools                 | 30 to 45                     | 40                   |
|                         | Day nurseries                   | 30 to 45                     | 40                   |
| Places of assembly      | Auditoriums                     | 30 to 35                     | 33                   |
|                         | Libraries                       | 28 to 35                     | 30                   |
|                         | Cinemas                         | 30 to 35                     | 33                   |
|                         | Court rooms                     | 30 to 40                     | 35                   |
|                         | Museums                         | 28 to 35                     | 30                   |
| Commercial              | Retail shops                    | 35 to 50                     | 40                   |
|                         | Department stores               | 40 to 50                     | 45                   |
|                         | Supermarkets                    | 40 to 50                     | 45                   |
|                         | Computer rooms, large           | 40 to 60                     | 50                   |
|                         | Computer rooms, small           | 40 to 50                     | 45                   |
| Hospitals               | Corridors                       | 35 to 45                     | 40                   |
|                         | Operating theatres              | 30 to 48                     | 40                   |
|                         | Wards                           | 25 to 35                     | 30                   |
|                         | Bedrooms night-time             | 20 to 35                     | 30                   |
|                         | Bedrooms daytime                | 25 to 40                     | 30                   |
| Hotels                  | Lobbies                         | 35 to 45                     | 40                   |
|                         | Reception rooms                 | 35 to 45                     | 40                   |
|                         | Hotel rooms (during night-time) | 25 to 35                     | 30                   |
|                         | Hotel rooms (during daytime)    | 30 to 40                     | 35                   |
| Offices                 | Small offices                   | 30 to 40                     | 35                   |
|                         | Conference rooms                | 30 to 40                     | 35                   |
|                         | Landscaped offices              | 35 to 45                     | 40                   |
|                         | Office cubicles                 | 35 to 45                     | 40                   |
| Restaurants             | Cafeterias                      | 35 to 50                     | 40                   |
|                         | Restaurants                     | 35 to 50                     | 45                   |
|                         | Kitchens                        | 40 to 60                     | 55                   |
| Schools                 | Classrooms                      | 30 to 40                     | 35                   |
|                         | Corridors                       | 35 to 50                     | 40                   |
|                         | Gymnasiums                      | 35 to 45                     | 40                   |
|                         | Teacher rooms                   | 30 to 40                     | 35                   |
| Sport                   | Covered sports stadiums         | 35 to 50                     | 45                   |
|                         | Swimming baths                  | 40 to 50                     | 45                   |



Az EN15251-es szabványt többen bírálták (Nicole<sup>27</sup> JF és Wilson B 2011.. Olesen<sup>28</sup> B 2011). A legfőbb kritika az, hogy az egészséghatás szempontok nincsenek alapvetően figyelembe véve.

---

<sup>27</sup> J. Fergus Nicol & Mike Wilson (2011): A critique of European Standard EN 15251: strengths, weaknesses and lessons for future standards, *Building Research & Information*, 39:2, 183-193  
<http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2011.556824>

<sup>28</sup> INDOOR ENVIRONMENTAL CRITERIA FOR DESIGN AND CALCULATION OF ENERGY PERFORMANCE OF BUILDINGS - EN15251 Bjarne W. Olesen  
[www.inive.org/.../medias/pdf/Inive/IAQVEC2007/Olesen\\_2.pdf](http://www.inive.org/.../medias/pdf/Inive/IAQVEC2007/Olesen_2.pdf)



## E.9. Az EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS (EU) 2018/844 IRÁNYELVE (2018. május 30.) az épületek energiahatékonyságáról szóló 2010/31/EU irányelv és az energiahatékonyságról szóló 2012/27/EU irányelv módosításáról (EGT-vonatkozású szöveg)<sup>29</sup>

Az irányelvet 2010-ben fogadták el, és 2017-ben módosították, többek között az Egyesült Nemzetek Éghajlatváltozási Keretegyezménye Felelős 21. Konferenciáját követő, az éghajlatváltozásról szóló 2015. évi Párizsi Megállapodása értelmében.

### A direktíva módosítás indoklásai között a következőket érdemes kiemelni

(13)Az Egészségügyi Világszervezet 2009-es iránymutatásai szerint a beltéri levegőminőséget illetően jobb teljesítményt nyújtó épületek magasabb komfortszintet és jóllétet biztosítanak használóik számára, továbbá javítják az egészséget. A hőhidak, a nem megfelelő szigetelés és a nem tervezett légjáratok a levegő harmatpontja alatti felületi hőmérsékleteket és nyirkosságot eredményezhetnek. Ezért elengedhetetlen az épület - ezen belül az erkélyek, az ablakok, a tetők, a falak, az ajtók és a padlók - teljes és homogén szigetelésének biztosítása, és különös figyelmet kell fordítani arra, hogy az épület belső felületeinek hőmérséklete ne süllyedjen a levegő harmatpontja alá.

(14)A tagállamoknak támogatniuk kell a meglévő épületek energiahatékonyságot érintő korszerűsítéseinek oly módon történő kivitelezését, hogy az hozzájáruljon - többek között az azbeszt és más ártalmas anyagok eltávolítása és a káros anyagok illegális eltávolításának megakadályozása révén - a beltéri környezet egészségességéhez, valamint elősegítse a hatályos jogi aktusoknak, például a 2009/148/EK <sup>(6)</sup> és az (EU) 2016/2284 <sup>(7)</sup> európai parlamenti és tanácsi irányelvnek való megfelelést.

(17)A természetes környezeten alapuló megoldások, így például a jól megtervezett közterületi vegetáció, valamint az épületek számára szigetelést és árnyékolást biztosító zöld tetők és falak, a fűtési és hűtési igény korlátozása révén elősegítik az energiaigény csökkenését és az épületek energiahatékonyságának javítását.

<sup>29</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844&from=EN>



- (19)A tagállamoknak új épületek építése és meglévő épületek jelentős felújítása esetén ösztönözniük kell a nagy hatékonyságú alternatív rendszerek beépítését, amennyiben az műszakilag, funkcionálisan és gazdaságilag megvalósítható, figyelembe véve ugyanakkor - a tagállami biztonsági előírásokkal összhangban - az egészséges beltéri klimatikus körülmények, a tűzbiztonság, valamint az intenzív szeizmikus tevékenység jelentette kockázatok szempontjait.
- (20)Az épületek energiahatékonyságával kapcsolatos szakpolitika céljainak teljesüléséhez javítani kellene az épületek energiahatékonysági tanúsítványainak átláthatóságát, mégpedig annak biztosítása révén, hogy mind a tanúsítással, mind az energiahatékonysági minimumkövetelményekkel összefüggő számításokhoz szükséges valamennyi paraméter meghatározása és alkalmazása következetes módon történjen. A tagállamoknak megfelelő intézkedésekkel kell biztosítaniuk például azt, hogy a telepített, kicserélt vagy korszerűsített helyiségfűtési, légkondicionáló vagy vízmelegítő épülettechnikai rendszerek teljesítménye dokumentálva legyen az épület tanúsításának és megfelelőségi ellenőrzésének céljából.
- (21)A beltéri hőmérsékletnek a minden egyes szobában vagy indokolt esetben az épületegység meghatározott fűtött zónájában való önálló szabályozására alkalmas önszabályozó készülékek meglévő épületekbe történő telepítését abban az esetben kell megfontolni, ha az gazdaságilag megvalósítható, így például akkor, ha költsége alacsonyabb, mint a lecserélt hőfejlesztők összköltségének 10 %-a.
- (39)A fűtési és légkondicionáló rendszereknek a 2010/31/EU irányelv szerinti rendszeres helyszíni vizsgálatának elvégzése jelentős adminisztratív és pénzügyi ráfordításokat igényelt a tagállamoktól és a magánszektortól többek között a szakértők képzése és akkreditációja, valamint a minőségbiztosítás és -ellenőrzés miatt, továbbá a helyszíni vizsgálatok költségéből adódóan. Azon tagállamok esetében, amelyek fogantatók a rendszeres helyszíni vizsgálatok bevezetéséhez szükséges intézkedéseket, továbbá hatékony vizsgálati rendszereket hoztak létre, észszerű



lehet folytatni e rendszerek működtetését többek között a kisebb fűtési és légkondicionáló rendszerek tekintetében is. Ebben az esetben nincs szükség arra, hogy az érintett tagállam ezen szigorúbb követelmények bevezetéséről értesítést küldjön a Bizottságnak.

(40) Az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN) által a Bizottságtól kapott M/480 számú megbízás alapján kidolgozott, az épületek energiahatékonyságára vonatkozó szabványok elismerése és a tagállamok körében történő népszerűsítése kedvező hatással járna az ezen irányelvvel módosított 2010/31/EU irányelv végrehajtására; mindez nem érinti a tagállamok azon döntését, hogy használják-e az említett szabványokat.

A módosítások közül kiemelendő a 2a cikk (Hosszú távú felújítási stratégia) 1/g) pontja a várható energiamegtakarítás és a szélesebb körű - például az egészséggel, a biztonsággal és a levegőminőséggel kapcsolatos - előnyök tényeken alapuló becslése.

A 14. és 15. cikk helyébe a következő szöveg lép:

#### 14. cikk

##### Fűtési rendszerek helyszíni vizsgálata

(1) A tagállamok meghozzák az ahhoz szükséges intézkedéseket, hogy bevezessék a fűtési rendszerekre vagy kombináltan helyiségfűtésre és szellőztetésre szolgáló, 70 kW-nál jelentős effektív névleges teljesítményű rendszerek hozzáférhető részeinek - például az épületek fűtéséhez használt hőfejlesztő berendezéseknek, vezérlőrendszereknek és keringető szivattyú(k)nak - a rendszeres helyszíni vizsgálatát. A helyszíni vizsgálatnak ki kell terjednie a hőfejlesztő berendezés hatékonyságának és az épület fűtési követelményeihez viszonyított méretezésének értékelésére, továbbá adott esetben annak vizsgálatára, hogy a fűtési rendszer vagy a kombinált helyiségfűtési és szellőzőrendszer teljesítménye tipikus vagy átlagos üzemelési feltételek mellett milyen mértékben optimalizálható.





## 15. cikk

### Légkondicionáló rendszerek helyszíni vizsgálata

(1) A tagállamok meghozzák az ahhoz szükséges intézkedéseket, hogy bevezessék a 70 kW-nál jelentős effektív névleges teljesítményű légkondicionáló rendszerek, illetve kombinált légkondicionáló és szellőzőrendszerek hozzáférhető részeinek rendszeres helyszíni vizsgálatát. A helyszíni vizsgálatnak ki kell terjednie a légkondicionáló rendszer hatékonyságának és az épület hűtési követelményeihez viszonyított méretezésének értékelésére, továbbá adott esetben annak vizsgálatára, hogy a légkondicionáló rendszer, illetve a kombinált légkondicionáló és szellőzőrendszer teljesítménye tipikus vagy átlagos üzemelési feltételek mellett milyen mértékben optimalizálható.

A tagállamok hatályba léptetik azokat a törvényi, rendeleti és közigazgatási rendelkezéseket, amelyek szükségesek ahhoz, hogy ennek az irányelvnek legkésőbb 2020. március 10-ig megfeleljenek. E rendelkezések szövegét haladéktalanul közlik a Bizottsággal.

### 19. táblázat: A módosított EPBD irányelv ajánlásai a belső térre vonatkozóan

| Beltéri környezet kritériumai | Tervezési kritériumok                              |
|-------------------------------|--|
| Hőmérséklet télen             | 20-24°C  |
| Hőmérséklet nyáron            | 22-27°C  |
| Beltéri CO2 koncentráció      | a kültéri CO2-nél 500 ppm-mel magasabb             |
| Szellőzési ráta               | 1L/s m <sup>2</sup>                                |
| Megvilágítás                  | Em > 500 lx; UGR < 19; 80 < Ra                     |
| Akustika                      | beltéri zaj < 35 dB(A), zaj a kültérből < 55 dB(A) |



## E.10. A WHO- beltéri levegőminőséggel kapcsolatos ajánlásai

A WHO Európai Regionális Irodája 2010-ben jelentette meg a WHO ajánlások a belső téri levegőminőségre: kiválasztott szennyezők (WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants) címmel.

A könyv a belső térben előforduló leggyakoribb légszennyezők esetében fogalmaz meg ajánlásokat az egészségvédelem céljából. Az elemzett légszennyezők - benzol, szénmonoxid, formaldehid, naftalin, nitrogén dioxid, policiklusos aromás szénhidrogének, különösen a benzo(a)pirén, radon, trikolóretilén és tetraklóretilén - a belső térben keletkeznek, és gyakran fordulnak elő egészségre ártalmas koncentrációban. A WHO a kiadványt elsősorban a közegészségügyi szakemberek részére állította össze, az ajánlásra kell alapozni a nemzeti jogi szabályozást.

Az ajánlásokat az irodalomban fellelhető releváns toxikológiai, megbízható epidemiológiai és expozíciós adatok átfogó értékelése alapján fogalmazták meg. A 20. táblázatban található a WHO ajánlásai

20. táblázat: A WHO ajánlások a belső téri levegőminőségre: kiválasztott szennyezők - az ajánlások összefoglalása

| Szennyező | Az ajánlás szempontjából kritikus egészségi végpont                      | Ajánlás  | Megjegyzés |
|-----------|--|--|------------|
| benzol    | akut mieloid leukaemia (AML) (okásági összefüggésre elegendő bizonyíték) | nincs biztonságos küszöbkoncentráció   |            |
|           | genotoxicitás  | leukaemia kockázat egysége a belső légtérben 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -onként $6 \times 10^{-6}$ |            |
|           |  | a benzol koncentráció a légtérben a következő élettartam koncentrációkkal van összefüggésben:      |            |
|           |  | 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 1/10 000   |            |
|           |  | 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 1/100 000   |            |



|                    |   |   |   |
|--------------------|---|---|---|
|                    |   | 0,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 1 / 1 000 000   |   |
| <b>szénmonoxid</b> | akut expozícióval összefüggő mozgás készség csökkenés;                          | 15 perc - 100 $\text{mg}/\text{m}^3$  |   |
|                    | ISZ (ischaemiás szívbetegség) tünetek gyakoriságának növekedése (ST depresszió) | 1 óra - 35 $\text{mg}/\text{m}^3$   |   |
|                    |   | 8 óra - 10 $\text{mg}/\text{m}^3$   |   |
|                    |   | 24 óra - 7 $\text{mg}/\text{m}^3$   |   |
| <b>formaldehid</b> | érintékszervek irritációja  | 0,1 $\text{mg}/\text{m}^3$ - 30 perces átlag  | az ajánlás érvényes bármely 30 perces időszakra - megelőzi a légzésfunkciós hatásokat is, valamint a nasopharingeális daganatokat és az AML-t |
| <b>naftalin</b>    | légtutak nyálkahártyájának károsodása, következményes gyulladás                 | 0,01 $\text{mg}/\text{m}^3$ - éves átlag  | a long term ajánlás megelőzi a légutakban a potenciális daganatképződést  |
|                    | állatkísérletekben rákkeltő   |   |   |
| <b>NO2</b>         | légzőszervi tünetek, bronchus görcs, bronchiális hiperreaktivitás               | 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 1 órás átlag   | nincs bizonyíték expozíciós küszöbértékre epidemiológiai vizsgálatok alapján  |
|                    | légtúti gyulladások, immunválasz csökkenés, fokozott fertőzéshajlam             | 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - éves átlag  |   |
| <b>PAH</b>         | tüdőrák   | nincs hatástalan koncentráció, minden belső téri expozíció kockázatot jelent                      | B(a)P a PAH keverékek markere   |
|                    |   | PAHok esetében a tüdőrák kockázatának egysége 8,7 $\times 10^{-6}$ / $\text{ng}/\text{m}^3$ B(a)P |   |



|                      |   |  |  |
|----------------------|---|--|--|
|                      |   | a B(a)P re vonatkoztatott élettartam daganat kockázat:   |  |
|                      |   | 1,2 ng/m <sup>3</sup> esetén<br>1/ 10 000  |  |
|                      |   | 0,12 ng/m <sup>3</sup> esetén<br>1/100 000   |  |
|                      |   | 0,12 ng/m <sup>3</sup> esetén<br>1/1 000 000   |  |
| <b>radon</b>         | tüdőrák   | Radon által kiváltott tüdőrák miatti halálozás becsült élettartam kockázata 75 éves korig 0,6 x10 <sup>-5</sup> Bq/m <sup>3</sup> élettartam expozíció esetén nemdohányzókra és 15 x 10 <sup>-5</sup> Bq/m <sup>3</sup> dohányzókra (15-24 szál cigaretta/nap), volt dohányosok esetén a kockázat a két érték között van, attól függően, mikor hagyták abba a dohányzást |  |
|                      | szuggesztív bizonyíték, hogy egyéb daganatok kialakulásának kockázatát is növeli: | a többlet élettartam kockázattal járó radon koncentráció dohányosok esetén:  |  |
|                      | leukaemia, extrathoracalis légutak  | 67 Bq/ m <sup>3</sup> esetén 1/ 100  |  |
|                      |   | 6,7 Bq/m <sup>3</sup> esetén 1/1000  |  |
|                      |   | nemdohányzók esetén:   |  |
|                      |   | 1670 Bq/ m <sup>3</sup> esetén 1/ 100  |  |
|                      |   | 167 Bq/m <sup>3</sup> esetén 1/1000  |  |
|                      |   |  |  |
| <b>triklóretilén</b> | daganatkeltő: máj, vese, epeutak non-Hodgkin limfoma                              | egységnyi becsült kockázat 4,3 x 10 <sup>-7</sup> per µg/m <sup>3</sup>  |  |
|                      | feltételezett genotoxikus hatás   |  |  |
|                      |   | a levegőben található triklóretilén esetén a   |  |



|                        |   | daganatos élettartam kockázat:               |   |
|------------------------|---|--|---|
|                        |   | 230 µg/m <sup>3</sup> esetén<br>1/10 000     |   |
|                        |   | 23 µg/m <sup>3</sup> esetén<br>1/100 000     |   |
|                        |   | 2,3 µg/m <sup>3</sup> esetén<br>1/ 1 000 000 |   |
| <b>tetraklóretilén</b> | a vesékre kifejtett hatás alapján csökkenti a vesefunkciót, károsítja a vesét | 0,25 mg/m <sup>3</sup> - éves átlag          | A daganatkeltő hatást nem tekintik egészségi végpontnak, mivel a tetraklóretilén genotoxikus hatására vonatkozóan nincs adat; az epidemiológiai adatok és az állatkísérletek eredményei bizonytalanok |



## E.11. Nemzetközi javaslatok<sup>30</sup> a beltéri levegőminőség, hőkomfort és megvilágítás javítására

A hatékony és egészséges épületállománynak biztosítania kell a megfelelő hőkomfortot, beltéri levegőminőséget és nappali megvilágítási feltételeket - ezen a szempontok jelentős hatással bírnak az egészségre, komfort érzetre és munkateljesítő képességre.

Az Épület Teljesítmény Intézet (BPIE) elemezte a szabályozási hiányosságokat az európai polgárok hatékony, egészséges és jól megvilágított lakóépületei tekintetében. A vizsgált paraméterek: légcseré, légmentesség, beltéri szennyezők, természetes és mesterséges szellőzés, beltéri hőmérséklet, páratartalom, légmozgás. A felmérést nyolc EU tagállamban végezték Belgium (Brüsszel Régió) Region), Dánia, Franciaország, Németország, Olaszország, Lengyelország, Svédország és az Egyesült Királyság.

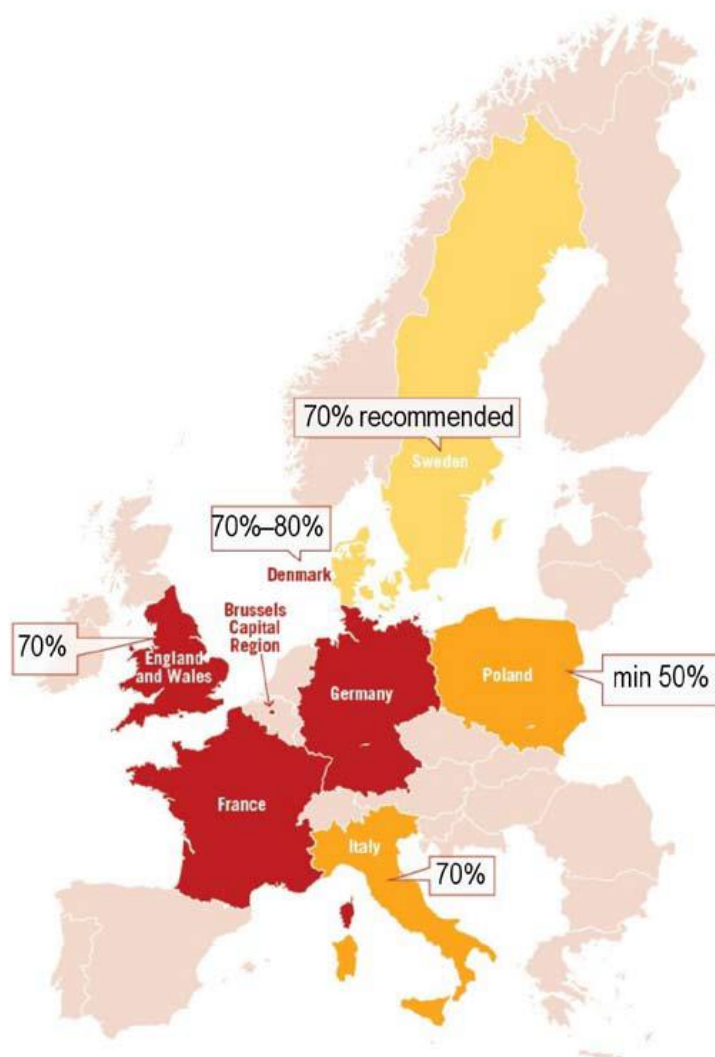
A felmérés szerint - bár mind a nyolc országban elismerték a szellőzés előnyeit - csak négy országban szabályozzák. A hővisszanyerés, mint követelmény (7. ábra), - ami képes ellensúlyozni a szellőzésből eredő hőveszteséget -, kevés helyen szerepel az új épületekre vonatkozó nemzeti szabványokban. Továbbá alig található jogilag kötelező érvényű előírás a minimum légcserére, légmentességre, szennyező anyagok korlátozására a felújított épületek esetén.

A hőkomfort, annak ellenére, hogy legtöbb esetben ez a legfőbb hajtóerő az épületek korszerűsítésének céljából, szintén ritkán fordul elő az EU, illetve a nemzeti szabványokban. Néhány országban megemlítik a tervezés szintjén a megfelelésre való törekvést a beltéri levegőminőség és a hőkomfort szabványok tekintetében, ellenőrző méréseket nem írnak elő.

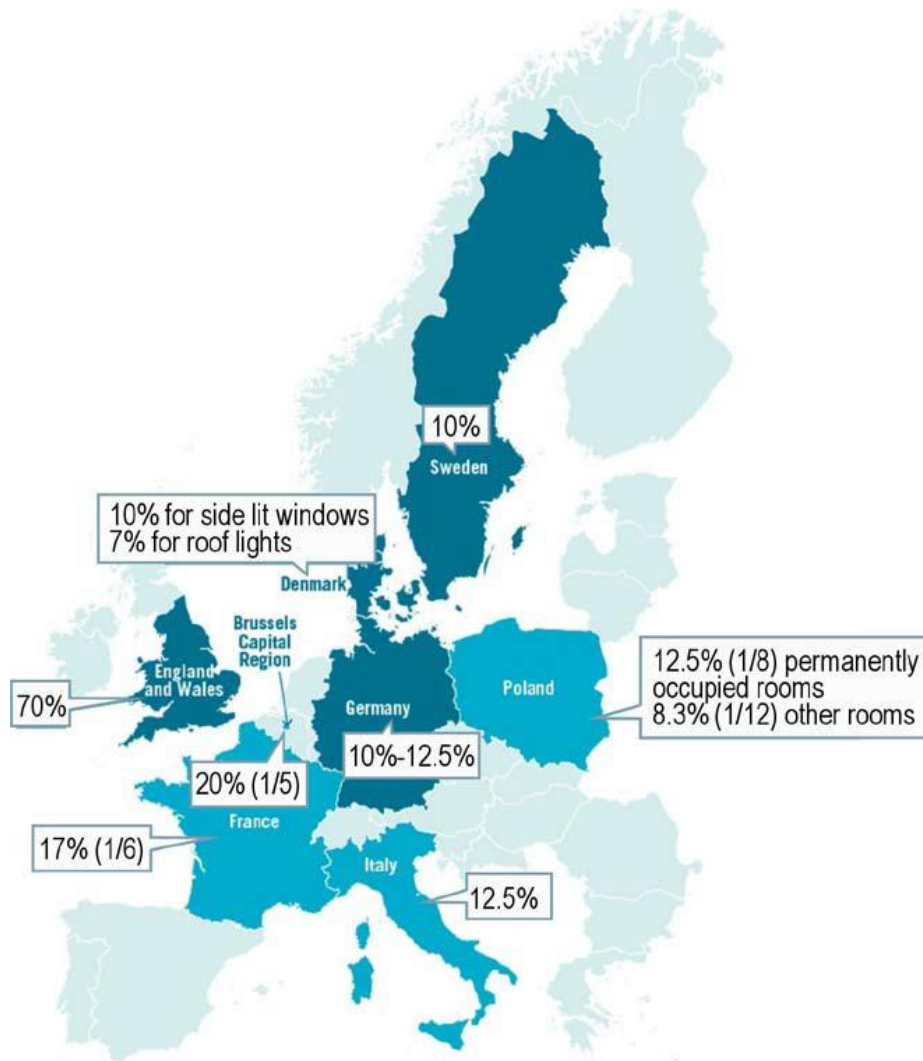
---

<sup>30</sup> A need to improve regulations on indoor air quality, thermal comfort and daylight- Buildings Performance Institute Europe (BPIE ) *REHVA Journal* - May 2015  
[https://www.rehva.eu/fileadmin/REHVA\\_Journal/REHVA\\_Journal\\_2015/RJ\\_issue\\_3/P.46/46-47\\_RJ1503\\_WEB.pdf](https://www.rehva.eu/fileadmin/REHVA_Journal/REHVA_Journal_2015/RJ_issue_3/P.46/46-47_RJ1503_WEB.pdf)

Minden résztvevő országban megemlítik a nappali világosságot, mint a beltéri komfort fontos tényezőjét és az emberi egészség szempontjából kiemelt tényezőt. Mindazonáltal csak Franciaország, Olaszország és Lengyelország új épületekre vonatkozó szabványában szerepel (8. ábra). Csak Brüsszel, Dánia és Németország előírásaiban szerepel a kilátás a szabadba a vizuális komfort fontos részeként. Egyetlen ország előírása sem tartalmazza kikötésként a minimális nappali fény megtartását az épületek renoválása során; kivéve az Egyesült Királyságot, ahol jelen van a „fényhez való jog” a szabályozásban. Ez a szabályozás azt írja elő, hogy a szomszédos épületekben történt változtatás nem csökkentheti a nappali fény bejutását a meglévő épületbe.



7. ábra: A hővisszanyerés követelményei Európában (forrás BPIE)



8- ábra: Nappali fényvel kapcsolatos szabályozások a vizsgált országokban  
(Forrás: BPIE)

### Nappali világosság szabályozása

A jelentés eredményei azt mutatják, hogy a beltéri egészség és komfort szempontjait nagyobb mértékben kell figyelembe venni mind az EU, mind a nemzeti szabályozásokban. Az EPBD Direktiva 2010/31/EU elismeri a beltéri levegőminőség fontosságát, egyértelműen kijelenti, hogy a minimális energia teljesítmény követelményeinek figyelembe kell venni "az általános beltéri klimatikus viszonyokat, abból a célból, hogy elkerülje az elégtelen légcseré negatív hatásait". De a beltéri levegőminőség jelentősége, a hőkomfort és a nappali fény fontosságát jobban ki kell





emelni a jövőbeni átdolgozások során. Ezeket a szempontokat be lehetne építeni az Energia Teljesítőképeség Bizonyítványba, mint az aktuális életkörülmények releváns információját. A hőkomfort és az egészséges beltéri környezet közös előnyeit figyelembe kell venni az épületek energiatakarékos felújítása költségeinek kiszámításakor (pl. az egészségkiadások csökkenése). Ezeknek a követelményeknek szerepelni kellene a nemzeti épület felújítási stratégiákban is, amint ez megjelenik az EPBD 4. és 5. cikkében.



## E.12. Rádiófrekvenciás elektromágneses terek<sup>31</sup>

Az elektromágneses terek élő szervezetekre gyakorolt hatásainak kutatása jelentős fejlődés alatt áll. Az Európa Tanács is, a kellő ismeretek hiányában, a kérdés elővigyázatos kezelését („*precautionary approach*”) vetette fel. További vita alatt álló kérdés az ionizáló sugárzásoknál elfogadott, ún. *ALARA (As Low As Reasonably Achievable)* vagyis, „Az észszerűen elérhető legalacsonyabb sugárzási szint” elv alkalmazása. A nemzetközi és EU szabályozás és szabványosítás nem teljes. A szabványosítások folyamatban vannak, de sok területen nincs egyetértés az EU országok szakemberei között sem. A szabályozási, szabványosítási munkát nehezíti, hogy számos esetben a technikai, ipari előrehaladás megelőzte az egészségügyi, környezetvédelmi megfontolásokat. Gyakorlati alkalmazásuk azért is nehéz, mert a szabványokhoz tartozó mérés-technikai eljárásokat csak most dolgozzák ki. További nehézség, hogy a megengedhető határértékek megállapításánál, a már meglévő lakossági expozíciós szinteket is figyelembe kellene venni. Az egészségügyi határértékek nemzetközi egységesítésének egyik akadálya, hogy a tudományos kutatás, a nem-ionizáló sugárzások egyes területein (pl. 50 Hz-es mágneses terek, egyes típusú rádiófrekvenciás sugárzások) nem talált egyértelmű dózis-hatás összefüggéseket. Sőt, egyes kísérleti eredmények azt sejtetik, mintha a kisebb expozíció nagyobb biológiai hatást produkálna, vagy azt egyéb körülmények is befolyásolnák. A szabványok, ajánlások kialakítását, alkalmazását nehezíti, hogy az elektromágneses sugárzások, a civilizált társadalomban nem küszöbölhetők ki. A lakosság expozíciója várhatóan növekedni fog, akár az eddigi trendeket, akár a jövőre vonatkozó fejlesztési terveket tekintjük.

### E.12.1. A rádiófrekvenciás környezet

A környezet rádiófrekvenciás (RF) elektromágneses expozíciójának tárgyalásánál figyelembe kell venni, hogy a *természetes RF „háttérsugárzás”* elhanyagolható. A

---

<sup>31</sup> Magyarország környezetegészségügyi helyzete [PDF]. Szerk: Páldy Anna és Málnási Tibor. Kiadó: Nemzeti Népegészségügyi Központ 2016 .ISBN 978-615-80084-5-



környezet RF elektromágneses terhelése gyakorlatilag kizárólag mesterségesen keltett terekből származik. A mesterséges RF sugárzások a környezetben elsősorban a rádió- és TV adó berendezésekből, rádiótelefon bázisállomásokból és az un. vezeték nélküli telekommunikációs eszközökből (pl. WiFi, mobiltelefon, vezeték nélküli beltéri telefon, okostelefon, tablet stb.) származnak. A több forrásból keletkező RF sugárzások *pillanatnyi értékei összeadódnak* az elektromágneses térelmélet törvényszerűségei szerint. Így minden új forrás megjelenésével, amely a környezetbe sugároz, növekszik környezetünk elektromágneses terhelése.

A jelenlegi trendek azt mutatják, hogy környezetünk RF expozíciója folyamatosan növekszik. A városi lakosság RF expozícióját döntő mértékben a mobil telefon rendszerekből eredő elektromágneses tér határozza meg. Bár a beltéri rádiófrekvenciás expozíció jelentősen és gyorsan változott az elmúlt időszakban, a legfrissebb mérési eredmények azt mutatják, hogy a lakásokban még mindig a bázisállomásokból eredő expozíció a legnagyobb. Ugyanakkor az otthon használt vezeték nélküli (un. *wireless*) eszközök, okos eszközök, okos háztartás elterjedése miatt a rádiófrekvenciás spektrum eloszlása a közeljövőben jelentősen változhat.

Az új mobil technológiák (4G, 5G) megjelenésével, amelyekben nagyobb frekvenciákat is használnak, még több kisteljesítményű beltéri bázisállomást (un. ismétlőket, *repeater*) kell majd telepíteni és működtetni, amelyek a jövőben döntő mértékben határozzák meg a beltéri RF expozíciót.

### *Beltéri rádiófrekvenciás eszközök és a lakossági expozíció nagysága*

Az elmúlt évek hazai és nemzetközi mérési adatai alapján egy átlagos lakás, iroda rádiófrekvenciás expozíciója a 80 MHz-6 GHz-es teljes frekvenciasávban kisebb, mint 1 V/m (~2,6 mW/m<sup>2</sup>). Az expozíció nagysága nagyon változó lehet, jellemzően 0,01-1 mW/m<sup>2</sup> között van. A beltéri expozíció jellemző forrásai egyfelől a kívülről beérkező elektromágneses hullámok, illetve a belső térben, lakásokban elhelyezett rádiófrekvenciás eszközök, amelyek közül a legfontosabbak a vezeték nélküli internet (WiFi), vezeték nélküli telefon (DECT), illetve a mikrohullámú sütő szórt RF sugárzása.



## WiFi

A vezeték nélküli összeköttetésen alapuló internet a WiFi elterjedése robbanásszerűen történt az elmúlt években, különösen a hordozható számítógépek és az okostelefonok gyors népszerűsége miatt. Ez a rendszer 2,45GHz-es, illetve az 5,8 GHz-es mikrohullámú frekvencián működik. A WiFi rendszerek által kibocsátott mikrohullámú teljesítmény néhányszor 100 milliwatt (mW) tartományba esik (21. táblázat). Meg kell jegyezni, hogy a mobiltelefonok akár százszor nagyobb RF teljesítménnyel is üzemelhetnek.

21. táblázat: Gyakori beltéri rádiófrekvenciás eszközök jellemzői

| Technológia/<br>Eszköz                  | RF<br>teljesít-<br>mény<br>(W) | Maximális<br>teljesítménysűrűség<br>20 cm-re<br>(mW/m <sup>2</sup> ) | Teljesítménysűrűség<br>térbeli átlaga<br>-5 m tartományban<br>(mW/m <sup>2</sup> ) | Megjegyzés   |
|---|--------------------------------|--|--|--|
| WiFi elérési pont<br>(router)           | 0.1 - 1                        | ~ 320-3200   | ~ 8-100  | Forgalomtól<br>függő<br>teljesítmény<br>(kb. 10%-os<br>kitöltési<br>tényező) |
| WiFi laptop                             | 0,01-0,1                       | ~ 80   | ~ 0,5-1  |  |
| Mobiltelefon                            | 0,125-<br>0,25<br>(átlag)      | ~ 100-200  | ~ 50   | Átlagos<br>teljesítmény<br>működés<br>közben 0,08-<br>0,2 W.                 |
| Vezeték nélküli<br>telefon (DECT) bázis | 0.25 W                         | ~ 100  | ~ 50   | folyamatos<br>működés  |
| Vezeték nélküli<br>telefonkészülék      | 0.25 W                         | ~ 100  | ~ 50   | csak<br>telefonáláskor   |
| Bluetooth                               | 0.001 -<br>0.1                 | ~ 80   | ~ 0,2  |  |
| Okosmérők                               | up to<br>0.1-1                 | ~ 320  | ~ 8-10   | Csak adat<br>továbbításakor  |
| Mikrohullámú sütő<br>szórt sugárzása    | ~ 1*                           | ~ 300  | ~ 80-100   | Csak működés<br>közben   |

\*A szórt kisugárzott teljesítmény szempontjából kb. 1 W sugárzott teljesítménynek megfelelő forrásnak felel meg



Az RF sugárzás alacsony. A WiFi házi központok (*routerek*) esetében a lakásokban, irodákban elhelyezett WiFi antennáktól néhány cm-re, már a lakosságra megengedett,  $10 \text{ W/m}^2$  ( $10000 \text{ mW/m}^2$ ) egészségügyi határérték alatti expozíció mérhető. Az RF sugárzás intenzitása a távolsággal gyorsan (megközelítően négyzetesen) csökken. A WiFi rendszerek üzemeltetéséhez az irodákban (lakásokban) adott távolságonként el kell helyezni egy-egy központot. A *routereken* általában két antenna található, melyekkel a számítógépek kommunikálnak. A számítógépben elhelyezett vevőberendezések érzékenysége miatt a kommunikáció 15-20 m távolságban lehetséges.

A számítógépben (laptopban) elhelyezett WiFi adóvevő közelében a mikrohullámú sugárzás kisebb, mint a központi egység (*router*) esetében. A WiFi eszköz sugárzása nagymértékben függ annak használatától, a le-, illetve feltöltés jellegétől. A WiFi berendezésekből a lakosságot, vagy dolgozókat érő mikrohullámú expozíció nagyságrenddel kisebb a jelenleg érvényes lakosságra, illetve dolgozókra érvényes egészségügyi határértékeknél, bár a lokális elnyelődés miatt expozíció maximumok alakulhatnak ki. A WHO erről szóló állásfoglalása a *WHO EMF Projekt* honlapján is megtalálható.

Ugyancsak a középfrekvenciás tartományban működik a közeljövőben feltehetően széles körben elterjedő indukciós elven alapuló vezeték nélküli akkumulátortöltő (un. *Wireless Power Transmission, WPT*). A laptopok és mobiltelefonok akkumulátor töltésére fejlesztett berendezés tipikusan 1-20 MHz frekvenciatartományban működik. Viszonylag kevés adat áll még rendelkezésre az emberi expozíció nagyságáról. A mágneses indukció a vezeték nélküli akkumulátortöltő eszközök esetében függ a berendezés teljesítményétől. Egy tipikus laptop töltő berendezés (1,75 MHz, 85W) mágneses tere 10-50 cm között 0,3-0,4 A/m között változik. Az egészségügyi határérték ebben a frekvenciatartományban 0,43 A/m. A berendezés közvetlen közelében az expozíció akár meghaladhatja a határértéket is.



Az elmúlt években terjedt el és az EU tagországaiban előírás lesz az energiatakarékos világítótestek (*Compact Fluorescent Lamp, CFL*) használata. Ezek a lámpák 1-100 kHz tartományban gerjesztenek elektromágneses teret. A CFL lámpa közvetlen közelében a villamos térerősség meghaladhatja a 87 V/m-es határértéket. A villamos térerősség nagysága ebben az esetben is függ a lámpa teljesítményétől, de az expozíció távolsággal gyorsan csökken, 10 cm-re már a határérték töredékét lehet mérni.

### E.12.2. Okos eszközök

Tekintettel a jelenlegi trendekre különösen a szabad felhasználású 2,45 GHz-es, illetve az 5,8 GHz-es WiFi sávokban jelentős expozíciónövekedés várható a közeljövőben. Az un. *okos eszközök* rendkívül gyorsan elterjednek. Ezek a „WiFi-képes” eszközök rádióhullámon kommunikálnak egy másik WiFi eszközzel. Különösen a beltéri expozíciót növelik majd az *okos lakások, okos háztartási eszközök, okos mérőórák*, stb. Az *okos városok* rádiós fejlesztései is nagymértékben ezeken a frekvenciákon működnek majd, amellyel a városi lakosság kültéri expozíciója is növekedni fog. Az ember által hordott, viselt eszközök (un. „*wireless wearable technology*”) is rendkívüli fejlődésnek indultak az utóbbi években, aminek első piacra dobott termékei az *okos órák*, de további hordozható okos eszközök jelennek majd meg a piacon. Ezeket is leginkább a 2,45 GHz-es, Bluetooth, WiFi illetve az 5,8GHz-es WiFi sávokat használják majd.

### E.12.3. Szabványok és határértékek

#### *Általános alapelvek a sugárvédelmi szabályok meghatározásához*

Általánosan elfogadott alapelv, hogy az ajánlások, szakmai rendeletek előkészítése során az elektromágneses terek használatára vonatkozó szabályozásnak biztosítania kell a sokféle egyéni, csoport és gazdasági érdek összhangját, elsőbbséget adva a *környezet-, és egészségvédelem* szempontjának, de nem gátolva a korszerű



technológiák nemzetgazdasági elterjedését. Biztosítani kell továbbá, hogy ezen alkalmazások egészségkárosító hatásainak kockázata és mértéke ne haladja meg a társadalom számára elfogadható, és az alapvető sugárvédelmi szabályozásban rögzített szinteket.

Számos nemzeti és nemzetközi ajánlás és szabvány foglalkozik az EMF terek egészségügyi határértékeivel. A legszélesebb körben elfogadott ajánlásokat a Nemzetközi Nem-ionizáló Sugárvédelmi Bizottság (*International Commission on Non-ionising Radiation Protection, rövidítve: ICNIRP*) adja ki, amely 1998-ban általános ajánlást tett közzé az elektromágneses sugárzások határértékeiről.

Az Európai Unió esetében az Európai Tanács, a Római Szerződés 3. cikkelyébe foglalt egészségvédelmi elv alapján 1999. július 12-én ajánlást tett közzé, amely a lakosságot érő nem-ionizáló elektromágneses sugárzást hivatott korlátozni. Az ICNIRP és az Egészségügyi Világszervezet (WHO) megállapításait figyelembe véve, a Tanács alapkorként meghatározta az emberi szervezet által elnyelt sugárzásmennyiség felső határát, továbbá megengedhető határértékként a külső, levegőben mérhető sugárzás felső korlátait. Az ajánlás fontos pontja, hogy hangsúlyozza, a “lakosságot érintő elektromágneses tér korlátozásának egyensúlyban kell lennie az elektromágneses hullámokkal működő eszközök olyan egészségügyi és biztonsági előnyeivel, amelyekkel hozzájárulnak az életminőség javításához a telekommunikáció, az energiaipar és a közbiztonság területén”.

### *Nemzetközi ajánlások és a hazai rendelet*

Az elektromágneses terekre vonatkozó nemzetközi szabványok és ajánlások közül hármat kell elsősorban kiemelni. Az egyik ajánlást az ICNIRP adta ki, a második az Európai Közösség (EU) ajánlásaként jelent meg 1999-ben, a harmadik az EU munkahelyi expozíció szabályozására tett Irányelve 2013-ból. Az elektromágneses tér lakossági megengedhető határértékeit tartalmazó hazai rendelet 2004-ben jelent meg (63/2004[VII.26] EszCsm rendelet), amely az EU 1999/519/EC ajánlás határértékeit veszi át (22. táblázat).



22. táblázat: A lakosságra vonatkozó hazai rendelet vonatkoztatási határértékei elektromágneses terek esetében (0 Hz - 300 GHz, effektív értékek).

| Frekvencia tartomány | Elektromos térerősség (V/m) | Mágneses térerősség (A/m) | Mágneses indukció (μT) | Ekvivalens síkhullám teljesítmény-sűrűség $S_{eq}$ (W/m <sup>2</sup> ) |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------|--|
| 0- 1 Hz              | -                           | $3,2 \times 10^4$         | $4 \times 10^4$        | -  |
| 1-8 Hz               | 10 000                      | $3,2 \times 10^4/f^2$     | $4 \times 10^4/f^2$    | -  |
| 8 - 25 Hz            | 10 000                      | 4000/f                    | 5000/f                 | -  |
| 0,025 - 0,8 kHz      | 250/f                       | 4/f                       | 5/f                    | -  |
| 0,8 - 3 kHz          | 250/f                       | 5                         | 6,25                   | -  |
| 3 - 150 kHz          | 87                          | 5                         | 6,25                   | -  |
| 0,15 - 1 MHz         | 87                          | 0,73/f                    | 0,92/f                 | -  |
| 1-10 MHz             | $87/f^{1/2}$                | 0,73/f                    | 0,92/f                 | -  |
| 10-400 MHz           | 28                          | 0,073                     | 0,092                  | 2  |
| 400 - 2000 MHz       | $1,375 f^{1/2}$             | $0,0037 f^{1/2}$          | $0,0046 f^{1/2}$       | f/200  |
| 2 - 300 GHz          | 61                          | 0,16                      | 0,20                   | 10   |

*f* a frekvencia az első oszlopban megadott mértékegységben kifejezve

Az elektromágneses tér munkahelyi megengedhető határértékeit tartalmazó hazai rendelet 2016-ben jelent meg (33/2016. (XI.29.) EMMI rendelet), amely az EU 2013/35/EU irányelv határértékeit vezette át a hazai jogi szabályozásba.

Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) 1996-ban elindította az *Elektromágneses Terek (EMF) Nemzetközi Projektjét*, hogy ennek keretében foglalkozzon az EMF expozícióval kapcsolatos egészségi kérdésekkel. Az *EMF Projekt* áttekintette a kutatási eredményeket, és kockázatbecslést hajtott végre a statikus (állandó) és extrém alacsony frekvenciájú (ELF) elektromos és mágneses terek, illetve a rádiófrekvenciás sugárzások expozíciója kapcsán. A WHO Nemzetközi Rákkutató Ügynöksége (IARC) szakértői munkacsoportja elemezte a statikus, ELF elektromos és mágneses terek, valamint az RF sugárzások rákkeltő hatására vonatkozó tanulmányokat. A szabványos IARC besorolást alkalmazva, az ELF mágneses teret - a gyermekkori leukémiára vonatkozó epidemiológiai adatok alapján -2001-ben





lehetséges humán rákkeltőként (2B kategória) értékelték. Minden más felnőtt és gyermekkori rákra, illetve az ELF villamos tér expozíciójára vonatkozó adatokat - a nem megfelelő, vagy az ellentmondó tudományos információk miatt. - nem tartottak daganatkeltő hatás szempontjából kategóriába sorolhatónak.

Ugyanebbe a kategóriába (2B) sorolták 2011-ben a rádiófrekvenciás sugárzásokat is a mobiltelefonok és az agydaganat kialakulásának lehetséges kockázata miatt. Ez annyit jelent, hogy korlátozott bizonyítékok állnak rendelkezésre az emberi daganatkeltő hatásra, míg a laboratóriumi állatokban kiváltható daganatkeltő hatásra vonatkozólag az elégségesnél kevesebb a bizonyíték.

#### E.12.4. Felhasznált irodalom

Ajánlott folyamatosan frissülő honlapok: [www.icnirp.org](http://www.icnirp.org); [www.who.int/emf](http://www.who.int/emf)

Baan R, Grosse Y, Lauby-Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Islami F, Galichet L, Straif K, WHO International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group (2011) Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. *Lancet Oncol* 12:624-626.

Bakos J, N. Nagy, P. Juhász, Gy. Thuróczy (2010) Spot measurements of intermediate frequency electric fields in the vicinity of compact fluorescent lamps. *Radiation Protection Dosimetry*, 142 (2-4): 354-357.

Electrical Power Research Institute, EPRI Report (2013) TransExpo: International Study of Childhood Leukemia and Residences Near Electrical Transformer Rooms, <http://www.epri.com/abstracts/Pages/ProductAbstract.aspx?ProductId=00000000001019901>

Európa Tanács 1999. július 12-i 1999/519/EK Ajánlása a lakosságot érő elektromágneses sugárterhelés (0 Hz - 300 GHz) korlátozásáról (1999/519/EC). *OJ*. 1999, L 199/59.

Európai Parlament és a Tanács 2013/35/EU Irányelve a munkavállalók fizikai tényezők (Elektromágneses Terek) által okozott kockázatoknak való expozíciójára vonatkozó egészségügyi és biztonsági minimumkövetelményekről, *OJ*. 2013, L 179.

Gajšek P, Ravazzani P, Wiart J, Grellier J, Samaras T and Thuróczy Gy (2013) Electromagnetic field exposure assessment in Europe: Radiofrequency fields (10 MHz-6 GHz) *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, doi:10.1038/jes.2013.40



ICNIRP International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (1998) Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (UpTo 300 GHz). Health Physics, 74:494-521.

ICNIRP International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (2010) Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric and Magnetic Fields 1 Hz to 100 KHz, Health Physics, 99(6):818-836.

ICNIRP International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (2014) Guidelines for Limiting Exposure to Electric Fields Induced by Movement of the Human Body in a Static Magnetic Field and by Time-Varying Magnetic Fields below 1 Hz, Health Physics 106(3):418-425.

IT'IS Foundation (2010) Assessment of EM Exposure of Energy-Saving Bulbs & Possible Mitigation Strategies, Project BAG/08.004316/434.0001/-13 & BFE/15350 <http://www.news-service.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/18707.pdf>

Khalid M, Mee T, Peyman A, Addison D, Calderon C, Maslanyj M, Mann S. (2011) Exposure to radiofrequency electromagnetic fields from wireless computer networks: duty factors of Wi-Fi devices operating in schools, ProgBiophys Mol Biol. 107(3):412-420.

Kheifets L, Afifi A, Monroe J and Swanson J (2011) Exploring exposure-response for magnetic fields and childhood leukemia Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology, 21, 625-633

Peyman A and Mann S (2011) Wi-Fi in schools Health Protection Agency (HPA) Report [http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20140714084352/http://www.hpa.org.uk/webc/HPAwebbFile/HPAweb\\_C/1254510618866](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20140714084352/http://www.hpa.org.uk/webc/HPAwebbFile/HPAweb_C/1254510618866)

SCENIHR Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (2015) Opinion on Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF) [http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/emerging/docs/scenih\\_r\\_o\\_041.pdf](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenih_r_o_041.pdf)

Thuróczy Gy., Szabó J., Bakos J. (2004) Hálózati frekvenciájú elektromágneses terek környezetünkben. Széchenyi Füzetek: 5. számú útmutató az egészség megőrzéséhez. Possum Lap- és Könyvkiadó, Budapest.

Thuróczy Gy., Jánossy G., Nagy N., Bakos J., Szabó J., Mezei G. (2008) Exposure to 50 Hz magnetic Field in apartment buildings with built-in transformer stations in Hungary. Radiat.Prot.Dos. Vol. 131, No. 4, pp. 469-473

Thuróczy Gy, Molnár M., Jánossy G, Nagy N, Kubinyi G, Bakos J, Szabó J (2008) Personal RF exposimetry in urban area. Ann. of Telecomm. 63:87-96.



Tomitsch J and Dechant E (2015) Exposure to Electromagnetic Fields in Households Trends from 2006 to 2012, *Bioelectromagnetics* 36:77-85.

WHO: Extremely Low Frequency Fields. Environmental Health Criteria Monograph, No.238, 2007.

Zentai N, Fiocchi S, Parazzini M, Trunk A, Juhász P, Ravazzani P, Hernádi I and Thuróczy Gy (2015) Characterization and Evaluation of a Commercial WLAN System for Human Provocation Studies, *BioMed Research International*, <http://dx.doi.org/10.1155/2015/289152>



## F. Ajánlások

Az irodalmi adatok és az InAirQ projekt tapasztalatai alapján javasoljuk az egészséges iskolai környezet jogi szabályozását. Mivel nincs releváns EU szabályozás, az országoknak kell kidolgozni a jogi szabályozást. Ehhez segítséget jelent a már létező, nemzeti szintű szabályozások áttekintése és a lehetőségek mérlegelése. Példaként megemlíthető az Egyesült Királyság, ahol néhány illékony szerves vegyület esetén elfogadták a WHO ajánlásokat. Más országok, pl. Németország speciális szabályozást dolgozott ki, amely többféle határértéket jelöl meg (határérték, irányérték, ajánlás és referencia érték). A rendszer átfogó, jól alkalmazható beltéri kockázatok kezelésére is. Az irányértékek két típusát különíti el: (i) az ún. elővigyázatossági irányértéket, ami egy vegyületre vonatkozóan a maximális beltéri koncentrációt jelenti, ami nem okoz egészségkárosodást még a legérzékenyebb lakosság csoportban sem élettartam expozíció esetén sem, (ii) egészségkockázati irányérték: az a minimum koncentráció, ami valószínűsíthetően egészségkárosodást okoz a rendelkezésre álló toxikológiai és epidemiológiai eredmények alapján. Ezen irányértéknél magasabb koncentráció veszélyeztetheti a helyiségben tartózkodók egészségét, ezért ennél a koncentrációnál intézkedni kell. A két érték közötti koncentráció tartományban óvatossági intézkedéseket kell fogatosítani.

A német rendszer tartalmazza a legtöbb határ- és irányértéket, könnyen és egyértelműen alkalmazható kockázat kezelésre. Alkalmazásának feltétele a standardizált módszerekkel történő expozíció mérés.

Magyarország és az InAirQ partner országok számára is megfontolandó a német rendszer tanulmányozása és hasonló szabályozás kidolgozása, legalább az oktatási intézményekre vonatkozóan, figyelembe véve a leggyakrabban előforduló beltéri szennyezőket és a vizsgálati lehetőségeket.