

A podcast könyve, sok
illusztrációval



Sven Rentschler

Félreértések a szellőztetés és a légtisztítás területén



TANÁCSADÁS+ TERVEZÉS

© cci Dialog GmbH, Karlsruhe

Minden jog fenntartva.

ISBN: 978–3–922420–74–3

Ez a könyv és annak teljes tartalma szerzői jogi védelem alatt áll. A kiadó előzetes írásbeli engedélye nélkül tilos teljes egészében vagy részben, bármilyen formában és bármilyen eszközzel, elektronikus vagy mechanikus úton (fénymásolással, rögzítéssel vagy más módon, már létező vagy jövőbeni rendszerekkel) sokszorozítani.

A kiadó és a szerző nem vállal felelősséget a rendelkezésre álló információk aktualitásáért, helyességéért, teljességéért és minőségéért. Nyomdai hibák és téves információk nem zárhatók ki teljesen.

1. kiadás 2023

Szerző: Sven Rentschler, Rentschler REVEN GmbH, Ludwigstr. 16–18, 74372 Sersheim Fotók,

képek: Rentschler REVEN GmbH

Tervezés, címlap, rajzok, illusztrációk: Gabriele Wiedemann, digital-kunst.com Szerkesztés:

Eva Schwarz, technische-uebersetzungen-eva-schwarz.de

Nyomtatás: Esser bookSolutions GmbH, Göttingen

Kiadó: cci Dialog GmbH, Poststr. 3, 76137 Karlsruhe

A teljes saját kiadványprogram és egy exkluzív szakkönyvválaszték a cci-dialog.de oldalon található.

A cci Buch a cci Dialog GmbH védjegye.

Vélemények a podcastról

A podcast olyan nagy visszhangot váltott ki, hogy szinte magától értetődő volt, hogy könyvet készítsünk belőle. A visszajelzések magukért beszélnek:



„... a légáramlatokról szóló podcast felkeltette az érdeklődésemet, többet szeretnék tudni erről a témáról ...”

„... szeretnék gratulálni az érdekes podcast
„Tévhitek a szellőztetés és a légtisztítás területén”
című podcastjához, és köszönöm az információkat...”

„... köszönöm a nagyon érdekes podcastot.
Az oldalon található folytatás örömmel fogadnám. Több mint 20 éve vagyok projektvezető a szellőztetés-technikában, és sok hasznos információt szereztem a gyakorlatból és további projektekhez. Örülnék, ha Önnel együtt építhetném a következő konyhai berendezést ...”

„... Gratulálok a podcasthoz. A téma olyanok számára is nagyon érthető, akik nem annyira jártasak a témában, mint én ...”

„... mint podcastjuk figyelmes hallgatója, szeretném megragadni az alkalmat, és megrendelni a 2023-ra bejelentett szakkönyvet. Remélem, hogy lesznek további epizódok a levegő témájában – a legértékesebb élelmiszerünkben...”

Köszönet

Külön köszönetet szeretnék mondani Gabriele Wiedemannnak és Eva Schwarznek. Mindkét szolgáltatóval évek óta sikeresen együttműködöm. Több mint egy évtizeddel ezelőtt, ennek az együttműködésnek a keretében készült el a REVEN GmbH vállalatunk termék katalógusa, amely ugyanazokkal a témákkal foglalkozik, mint ez a könyv. További projekteket, például a vállalati honlapunk sikeres megvalósítását is ebben a csapatban valósítottuk meg. Az ezekben a projekteken szerzett tapasztalatok jelentősen hozzájárultak e könyv elkészítéséhez.

Wiedemann asszony grafikai és Schwarz asszony szövegjavításai hosszú évek közös tapasztalatain alapulnak, és képezik a téma példátlan megértésének hátterét. Az együttműködés ezen könyv elkészítése során kellemes és egyszerű volt, és olyan eredményre vezetett, amelyet egyedül nem tudtam volna ilyen minőségben megvalósítani.

Külön köszönet illeti a SCHAKO Group társult vállalkozásainkat, akik a kezdetektől fogva támogatták a könyv megírását, és felismerték a lehetőséget, hogy ezzel hangsúlyozzák csoportunk szlogenjét: „Pure competence in air.”

Köszönöm továbbá kollégáimnak, Holger Reulnak, Sascha Kessnek és Vitali Lainak az elmúlt évek során a szellőztetés-technika és a levegőtisztítás témájában folytatott inspiráló beszélgetéseket, amelyek nagy inspirációt jelentettek számomra e könyv megírásához.

Örömmel venném, ha tovább vitathatnánk és elmélyíthetnénk a könyvben felvetett témákat és gondolatokat. LinkedIn-en keresztül léphetnek velem kapcsolatba. Örömmel várom véleményüket.

Előszó

A 2020-as világjárvány kezdetével a megfelelő szellőzés az egyik legfontosabb témává vált Németországban. Az egész országban viták folytak a beltéri levegő egészségességéről. Hevesen vitatkoztak arról, hogyan kell megfelelően szellőztetni az osztálytermeket. Sokak számára megdöbbentő volt, hogy nagyon sok irodában nincs szellőzőrendszer, amely friss levegővel látná el az épületet. A kompakt szobai légtisztítók gyártói hirtelen aranybányára lették magukat. Országszerte heves viták folytak arról, hogyan lehet mérni és értékelni a beltéri levegő szennyezettségét. Sőt, kampányokat is indítottak, amelyek a tiszta levegőt a legfontosabb élelmiszerként hirdették.

Honnan jött ez a hirtelen és ilyen heves elkötelezettség? Sok ilyen érv és kérdés egész szakmai életemet végigkísérte. 1995-ben csatlakoztam a REVEN GmbH vállalathoz.

A REVEN a REntschler VEntilation rövidítése. A szellőzés, illetve a légcserélés pontosan az a folyamat, amellyel a REVEN GmbH generációk óta foglalkozik, és amellyel én is évtizedek óta foglalkozom, először műszaki vezetőként, majd ügyvezetőként. A REVEN GmbH légtisztító és szellőztető termékeit ipari helyiségekben használják a tiszta levegő biztosítására. Ilyen helyiségek például az élelmiszeripari gyártócsarnokok, a gépgyártó üzemek, valamint a nagy konyhák és étkezdék. Ezeknek a gyártóhelyiségeknek egy közös jellemzője van: a helyiségek vagy csarnokok levegője gyakran nagyon szennyezett és szennyezett. Az ilyen területeken a szennyezettség mértékének mérése, elemzése, valamint a levegő szűrése és tisztítása – ezekkel a feladatokkal foglalkozunk a REVEN GmbH-nál évtizedek óta.

A koronavírus-válság 2020-as kezdete óta ezek a légtisztítási feladatok hirtelen nem csak az ipari területen váltak relevánssá, hanem az egész

Németország. A részben igen heves viták során feltűnt, hogy a kereskedelmi és a magánszféra feladatai egyre inkább hasonlítanak egymásra. A hirtelen megugrott kereslet miatt azonban néhány gyártó már nem volt olyan pontos a légtisztítók teljesítményére vonatkozó adatokkal. Sok állítás hangzott el, és még több ígéretet tettek. A szellőzési hatás, a szűrőteljesítmény és a hatékonyság sok megoldás esetében – főleg laikusok számára – alig érthető, ami félreértésekhez vezetett a vitában. Ezek a félreértések, például a tiszta levegő és a megfelelő beltéri levegőtisztítás osztálytermekben, hasonlóak azokhoz a félreértésekhez, amelyek évtizedek óta fél igazságokként rögzültek az iparban.

Ez a könyv áttekintést ad a szellőzés témájával kapcsolatos félreértésekről és fél igazságokról, valamint arról, hogy ezek a félreértések honnan származnak mind a magán-, mind az ipari szférában.

Az egyes témákat nem túl tudományos módon fogom elmagyarázni, hanem inkább azoknak a tapasztalatoknak a fényében, amelyeket 1995 óta szereztem szakmai tevékenységem és gyakorlati munkám során a REVEN GmbH-nál. Már a stuttgarti egyetemen végzett gépészmérnöki tanulmányaim során betekintést nyertem a sikeres technológiai és innovációs menedzsment fontos feladataiba. Így értékes ismereteket szereztem az innovatív termékfejlesztés és a kutatás és a gyakorlat közötti tudáscseréről.

Ezt a cserét szeretném tovább támogatni e könyv segítségével, és elmélyíteni a szellőztetés-technika és a levegőtisztítás területén, hogy így tisztázassak néhány félreértést.

*„Szennyezett környezetünkben a levegő lassan
láthatóvá válik.”*

(Norman Kingsley Mailer (1923—2007), amerikai író)

Tartalomjegyzék

Köszönet	3
Előszó	4
1. Hogyan lehet valamit elszívni?	9
1.1. Tévhitek a légszennyezés mérésével kapcsolatban	12
1.2. A buborékok segíthetnek a mérésben és a szívásban!	22
2. Hogyan lehet valamit szűrni?	27
2.1. A szűrés és az elválasztás közötti különbségre vonatkozó tévhit	29
2.2. A forgószelek segíthetnek a levegő tisztításában!	35
3. Hogyan lehet eltávolítani a gőzöket és szagokat?	47
3.1. A gőzök és az aeroszolok közötti különbségre vonatkozó tévhit	50
3.2. A FID-mérőműszerek segíthetnek a levegőszennyezés elemzésében!	57
4. Hogyan lehet semlegesíteni a vírusokat és a szagokat?	65
4.1. A UV-C sugárzással kapcsolatos tévhitek	68
4.2. Az UV-C sugárzás képes eltávolítani az aeroszoloskat?	77
5. Hogyan lehet láthatóvá tenni a légáramlásokat?	87

5.1. A légáramlásokról alkotott téves elképzelések a színes képek miatt.....	90
5.2. A CFD-szimulációk láthatóvá teszik a légáramlásokat!.....	95
 6. Hogyan mérhető a légszennyezés?	105
6.1. A beltéri levegőminőséggel kapcsolatos tévhitek.	114
6.2. A részecskemérés láthatóvá teszi a légszennyezést!	126
 Zárószó	132

1. Hogyan lehet valamit elszívni?

?



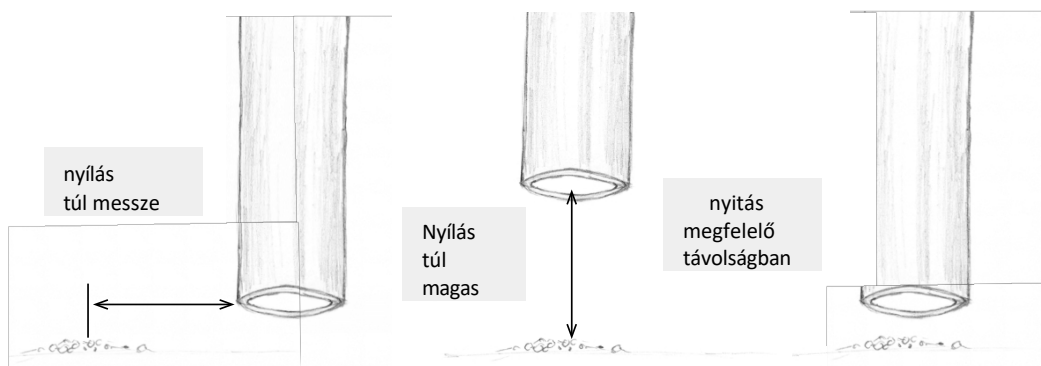
Hogyan lehet valamit egyszerűen elszívni? Alapvetően egy egyszerű kérdés, amelyre minden szellőztetéssel foglalkozó kollégánk azonnal tudna válaszolni! De vajon a hatékony elszívás valóban olyan egyszerű és triviális, mint amilyennek elsőre tűnik?

Gyakorlati példa: a porszívó

Ehhez egy egyszerű példa, amely mindannyian jól ismerünk: a porszívózás – akár a szeretett autókban, akár otthon a nappaliban. Amikor porszívózunk, akkor a szennyeződések, például a szőnyegről a kenyérmorzsákat szeretnénk felszívni. Minél közelebb tesszük a porszívó fúvókáját a szőnyegen lévő morzsákhoz, annál könnyebben és gyorsabban szívja fel őket. A legjobb eredményt akkor érjük el, ha a porszívó fúvókáját közvetlenül a szennyeződés fölé tartjuk. Mielőtt észbe kapnánk, a morzsák már eltűntek a porszívóban.

Ez a válasz arra a kérdésre, hogy hogyan lehet valamit jól felszívni! Száz százalékosan kell befogni. Csak így lehet teljesen felszívni. Példánkban a porszívó fúvókáját közvetlenül a szőnyegen lévő kenyérmorzsák fölé kellett tartanunk, hogy azokat jól és teljesen felszívja.

A megfelelő szívási pozíció



1. ábra

Ezt az alapelvet minden olyan helyiségben kell alkalmazni, ahol a használt és szennyezett levegőt teljesen el kell szívni – osztálytermekben, ahol a vírusokkal szennyezett levegőt el kell távolítani, hegesztőcsarnokokban, ahol a hegesztőfüstöt el kell szűrni, konyhákban, ahol a főzés során keletkező gőzöket el kell szívni, és a gépgyártásban, ahol a modern szerszámgépekből elpárolgott hűtő- és kenőanyagokat kell elszívni. Mindezekben a példákban a gőzöket, gázokat, vírussal szennyezett levegőt és aeroszolókat különböző formákban kell elszívni.

Ennél elsősorban a sorrendre kell figyelni:

Először befogás, majd elszívás!

1.1. Félreértések a légszennyező anyagok befogásával kapcsolatban

Ahogy példánkban láttuk, a szőnyegen lévő kenyérmorzsákat csak akkor lehet gyorsan és egyszerűen felszívni a porszívóval, ha a fúvókát közvetlenül a morzsák fölé tartjuk! Ugyanez vonatkozik a konyhai szellőztető berendezésekre is. Fontos, hogy a porszívózás során megfelelő távolságot tartsunk. Ez függetlenül attól, hogy egy nagy gyári étkezdében vagy otthon a saját konyhánkban porszívózunk. Otthoni design konyhai elszívónk is ugyanazon elv szerint működik a konyhai gőzök befogása és elszívása során, amelyet az alábbiakban ismertetünk.

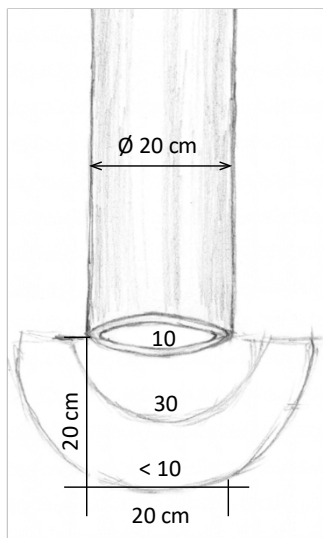
Tévhit

A szívóteljesítmény és a szívócső távolsága közötti arány

A szívóteljesítmény közvetlenül a szívóberendezés nyílásánál száz százalékos. Ez vonatkozik a porszívónk fúvókájára is! Itt is a fúvóka nyílásánál a legnagyobb a szívóteljesítmény. Minél tovább vagyunk a fúvóka nyílásától, annál kisebb a szívóteljesítmény.

Ami gyakran alábecsülésre kerül, az a szívóteljesítmény csökkenésének mértéke. Egy húsz centiméter átmérőjű szívócső esetében a nyílástól húsz centiméterre már csak az eredeti szívóteljesítmény 10%-a érhető el.

Szívóteljesítmény a távolság függvényében



100 Szívóteljesítmény közvetlenül a csőbevezetésnél

A szívóteljesítmény a szívócső bemenetétől való távolság növekedésével jelentősen csökken.

A szívóteljesítmény csak kb. 10 %-os, ha a szívócső távolsága megegyezik a cső átmérőjével (itt 20 cm).

2. ábra

Ha tehát a szívócső és a szennyeződés közötti távolság megegyezik a cső átmérőjével, a szívóteljesítmény csak körülbelül 10 %-ra csökken.

Ez a szabály minden típusú szívóberendezésre vonatkozik, függetlenül attól, hogy otthoni porszívóról, konyhai elszívóról, ipari hegesztőműhely szellőzőberendezéséről vagy gyárátkeзде nagy szellőzőmennyezetéről van szó. Ha a szívóberendezés és a kibocsátott szennyező anyagok elszívásának helye közötti távolság túl nagy, a szívóteljesítmény nulla. A legtöbb esetben ez már 30–50 centiméteres távolságnál is bekövetkezik!

Tévhit

Magasabb hatékonyság áramlásoptimalizált fúvókalapácsokkal

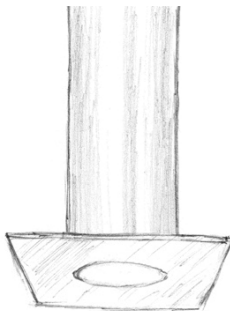
A hatékonyság tekintetében is gyakran vannak félreértések. Sok esetben az a meggyőződés uralkodik, hogy az úgynevezett áramlásoptimalizált fúvókalevelek hozzájárulnak a szívóteljesítmény hatékonyabb kihasználásához. Ebben az esetben egy további lemez kerül felszerelésre a szívócső köré. A cső a lemez közepén található nyílásban ül, és a lemezről a szívócsőre való átmenet egy sugárral kialakított beömlő fúvóka formájában van kialakítva. Ez a beömlő fúvóka optimalizálja a levegő áramlását a szívási területen, és így biztosítja a hatékonyabb szívást. Ha azonban egy áramlásoptimalizált fúvókalemezzel ellátott szívócsövet hasonlítunk össze egy hagyományos, beömlőfúvókák nélküli lemezzel ellátott szívócsővel, csak kis előnyök tapasztalhatók.

Fúvókalevelek

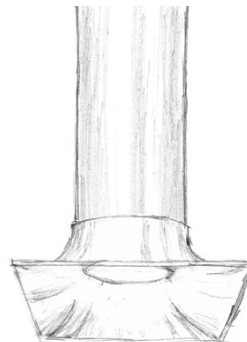
A fúvókalevelek hasznosak a légáramlás „irányítására”, de csak kis mértékben befolyásolják a szívóteljesítményt.



Szívócső
fúvókalemez
nélkül



Szívócső karimával



Szívócső
fúvókalemezzel

Kísérlet – gyertyaláng eloltása szívással

Példaként vegyünk egy gyertyát. Próbált már valaha gyertyát eloltani levegő beszívásával? Csak figyelmeztetni tudok: ne próbálja ki! A témával kapcsolatos előadások során rendszeresen bemutatom ezt a kísérletet a közönség előtt, és mindig majdnem megégetem az ajkaimat, mert a szívóhelyet, azaz a számat nagyon közel kell tartanom a gyertyához, hogy egyáltalán hatást gyakoroljak a lángra. A láng eloltása szívással azonban legtöbbször nem működik!

Ez az egyszerű példa jól szemlélteti, hogy milyen korlátozott a szívóhatás, és mennyire fontos a szívási pont közelsége, ha valamit meg akarunk fogni és kiszívni.

Tévhit

A légtisztító szívónyílásához való távolság nem olyan fontos

Ezen téves elképzelés miatt gyakran követnek el hibákat a gyakorlatban: az iskolákban használt légtisztítók, a hegesztőberendezések szellőzőberendezései, a főzőlapok feletti konyhai elszívók és a szerszámgépek aeroszolszeparátorai esetében a beszívónyílások gyakran túl messze vannak a kibocsátási ponttól.

A porszívóval ezt a problémát gyorsan megoldhatjuk úgy, hogy a szívócsövet a szennyeződéshez közelítjük. Beépített konyhai elszívók esetén ez sajnos nem lehetséges. Itt a főzés során keletkező gőzöknek el kell jutniuk a konyhai elszívó szívóterébe, különben a konyhai gőzök egyszerűen nem kerülnek befogásra, és így nem is lehet őket elszívni.

CFD-szimuláció

A légáramok és a bennük található szennyező anyagok felvételét és elszívását megfelelő szoftvermegoldásokkal részletesen szimulálni, vizualizálni és elemezni lehet. Ehhez numerikus áramlási szimulációt, más néven CFD-szimulációt alkalmaznak. A CFD a Computational Fluid Dynamics (számítógépes áramlástan) rövidítése. Ezzel a szimulációs eljárással a legkülönbözőbb légáramlatok láthatóvá tehetők, és az elszívás hatékonysága értékelhető.

Cégünknel szerzett tapasztalatok

Vállalatunknál többek között a hagyományos konyhai elszívók hatékonyságát vizsgáltuk. Az első numerikus áramlási szimulációkat már 1996-ban végeztük házon belül. Az akkor még meglehetősen egyszerű szimulációk elemzése és az eredmények kiszámítása gyakran több napot vett igénybe.

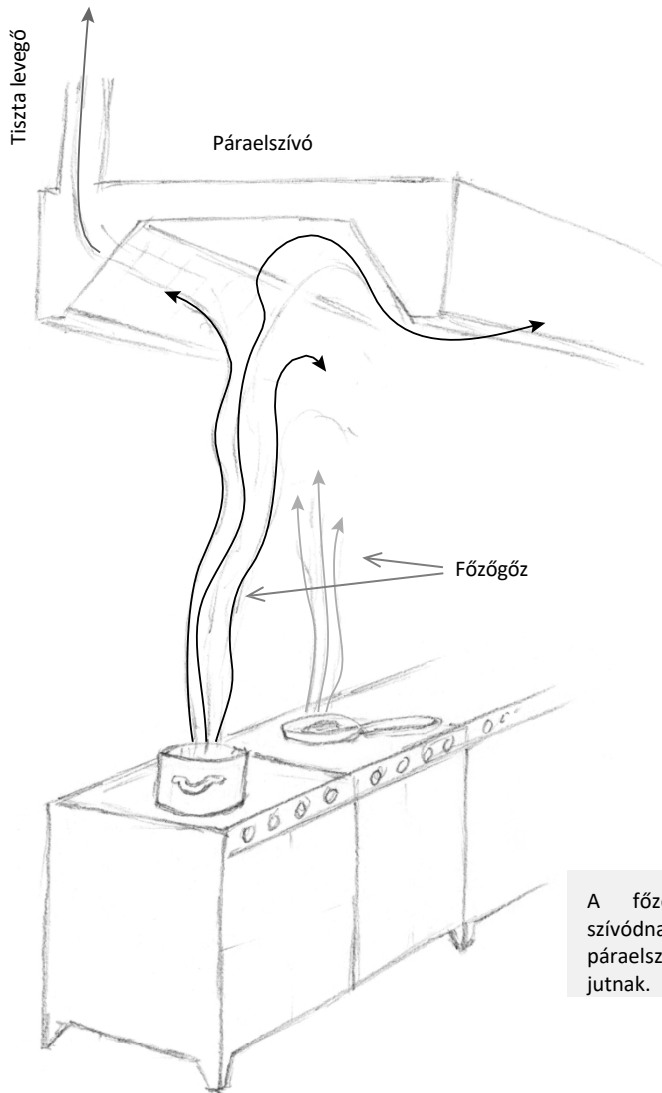
Azóta ez a technológia gyorsan fejlődött, és ma már az eredmények töredékidő alatt rendelkezésre állnak. Ma már sokkal pontosabbak és informatívabbak, még nagyon komplex alkatrészek, például ventilátorok esetében is.

Ennek a fejlesztésnek köszönhetően ma már nemcsak az egyes alkatrészek légáramlásait lehet elemezni és vizualizálni, hanem egész helyiségeket is!

Jelentősége a konyhai szellőzés szempontjából

Ez az elemzés elsősorban olyan elszívó berendezések esetében fontos, amelyek messze vannak a kibocsátási forrástól, például egy konyhai elszívó, amelyet nagy távolságra szerelnek a főzőfelülettől. A konyhai elszívó csak azokat a főzőgőzöket képes elszívni, amelyek közvetlenül az elszívó területére jutnak. Mit jelent ez konkrétan? A főzőedényekből felszálló gőzöknek közvetlenül a konyhai elszívó szívó- és szűrőterületébe kell áramlaniuk.

Konyhai szellőzés



A főzőgázok csak akkor szívódnak el megfelelően, ha a páraelszívó hatótávolságába jutnak.

4. ábra

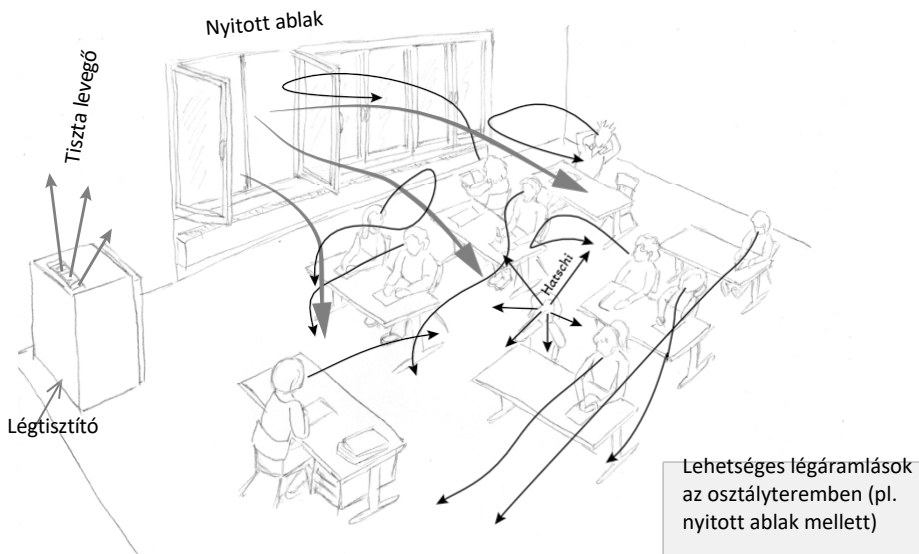
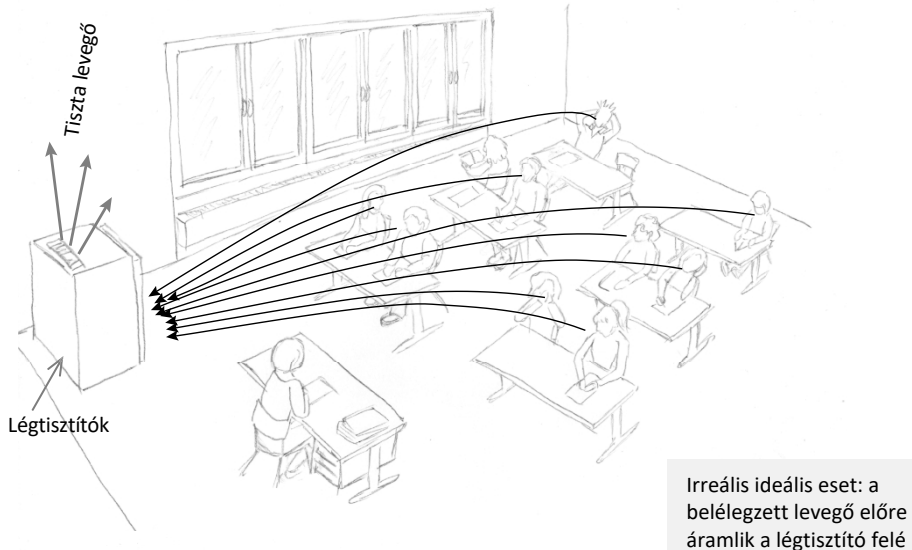
Jelentősége a tantermek levegő tisztaságának szempontjából

Ha az osztályteremben a levegőt az órákon folyamatosan vírusoktól kell megtisztítani, akkor annak akadálytalanul kell áramlania a helyiségben elhelyezett légtisztítók felé, hogy azok befoghassák és megtisztíthassák. Gyakran már egy résnyire nyitott ablak is elegendő ahhoz, hogy a légáramlás úgy eltérüljön, hogy a levegő már nem kerül befogásra és tisztításra.

A rosszul megtervezett friss levegő bevezetés hasonlóan kedvezőtlen hatással lehet a levegő elszívására, mint egy résnyire nyitott ablak, amelyen átfúj a szél. A modern CFD rendszerekkel ezek a kölcsönhatások vizsgálhatók, felismerhetők és kiküszöbölhetők. Csak így érhető el a teljes befogás.

A saját légtisztítóinkon és konyhai elszívóinkon végzett CFD-vizsgálatok szintén megerősítették a korábban ismertetett törvényszerűséget: minél távolabb vannak a konyhai elszívók szívónyílásai a főzőedényektől, annál kevésbé valószínű, hogy a főzőgőzök teljes mértékben összegyűjthetők és elszívhatók. Hasonló eredményeket tapasztaltunk az iskolai osztálytermekben használt légtisztító berendezésekkel is: minél távolabb voltak ezek a vírusok terjedési területétől, annál kevésbé volt valószínű, hogy a vírussal szennyezett levegőt el tudták szívni.

Szellőzés az iskolában

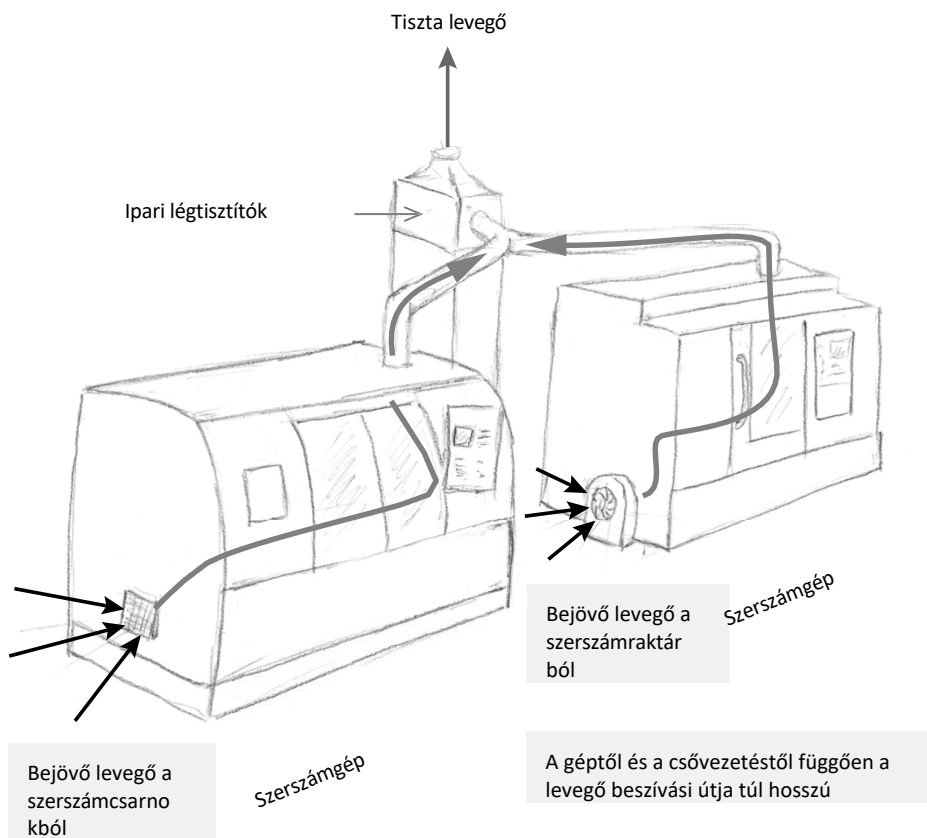


5. ábra

Jelentősége a gépgyártásban történő elszívás szempontjából

Pontosan ezt a megfigyelést tettük a modern szerszámgépek elszívóberendezéseinek komplex áramlási viszonyainak szimulációja során is. Ott is nagyon gyakran rendkívül hatástalan a hűtő- és kenőanyag-aeroszollokkal terhelt levegő elszívása, mivel a légtisztítók beszívási pontja túl messze van a tényleges munkadarab-megmunkálástól, ahol az aeroszokok keletkeznek.

Ipari légtisztítók



Félreértés

Valamikor a szennyező anyagok eljutnak a szívóhelyre.

A szellőztetés és a légtisztítás területén gyakran találkozunk azzal a téves feltételezéssel, hogy a szennyező anyagokkal, vírusokkal vagy aeroszolokkal terhelt levegő előbb-utóbb eljut oda, ahol azt el lehet fogni és elszívni. Sok esetben azonban pontosan ez nem történik meg. A nem gyűjtött aeroszokok és egyéb szennyező anyagok ezután jelentősen szennyezik a környező levegőt.

1.2. A fújás segíthet az összegyűjtésben és az elszívás ában!

De mit tegyünk, ha nincs lehetőség az elszívási területet közelebb hozni a szennyező anyagok kibocsátási forrásához? Ebben az esetben ugyanúgy lehet segíteni, mint a gyertyafény oltásakor:

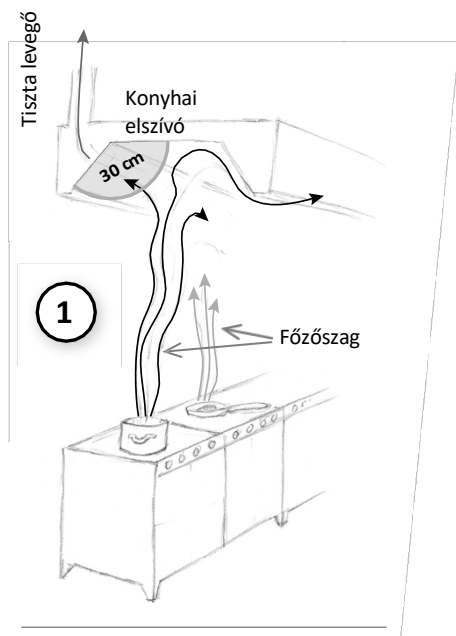
Fújás helyett szívás!

A szellőztetés területére alkalmazva ez azt jelenti, hogy a levegőt a benne lévő vírusokkal, aeroszolokkal és egyéb szennyező anyagokkal együtt a lehető leggyorsabban el kell juttatni olyan helyre, ahol a légtisztítók, konyhai elszívók vagy szellőztető berendezések szívóereje a legnagyobb, azaz közvetlenül a szívónyílások területére (–).

Fúvási áramlás konyhai helyiségekben

Ennek elérése érdekében a REVEN GmbH modern konyhai elszívókat fejlesztett ki beépített indukciós rendszerrel. Az indukciós áramlás megbízhatóan biztosítja, hogy a főzőberendezésekből felszálló fűzőgőzök közvetlenül és nagyon gyorsan a szűrő- és beszívási területre áramoljanak, ahol azokat el lehet fogni és elszívni.

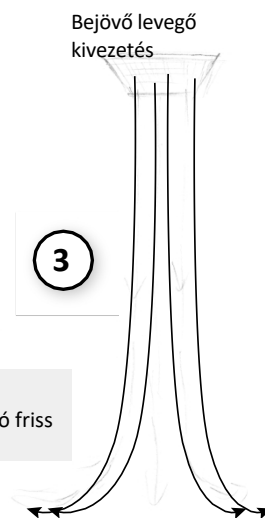
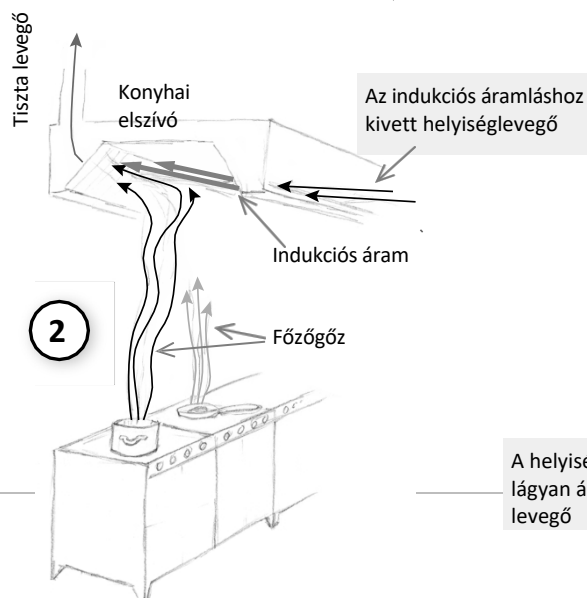
Konyhai szellőzés



1. A főzőfüst csak a szeparátor előtti 30 cm-es körzetben szívható be (fogható meg). Ezen a területen kívül a főzőfüst a helyiség levegőjébe juthat.

2. Az indukciós áramlás a főzőgőzöket az elválasztó felé fújja. Így az **összes** főzőgőz el lesz fogva.

3. A megfelelő hőmérsékletű beszívott levegő zavartalanul áramlik be, és elősegíti a főzőgőzök befogását.



7. ábra

Kiegészítő friss levegő

Az ilyen típusú modern konyhai elszívók által történő összegyűjtést friss levegő optimális befúvatásával is lehet támogatni.

A friss levegő impulzusmentesen kerül a helyiségbe egy kiszorító légáramlás segítségével. Így biztosítjuk, hogy a friss levegő beáramlásakor a levegő sebessége nagyon alacsony maradjon, és ne zavarja a helyiségben lévő egyéb légáramlásokat. Ez a forgatókönyv is CFD-rendszerekkel elemezhető és vizualizálható.

Fúvási áramlás szerszámgépekhez

Ugyanez az elv alkalmazható szerszámgépeknél is. Itt a gép kabinjában légáramot hoznak létre, amely a légtisztító felé áramlik, és biztosítja, hogy a hűtő- és kenőanyag-aeroszokok hatékonyan összegyűjthetők és elszívhatók legyenek. A gépek kabinjainak elszívásának optimalizálása gyakran egy egyszerű kérdéssel kezdődik: Ha óránként ezer köbméter levegőt szívunk el egy szerszámgép tetején, akkor hova áramolhat be ez a levegő a kabinba? Ha nincs lehetőség a levegő beáramlásának biztosítására, akkor a kabinban nagyon nagy alulnyomás alakul ki, de nincs célzott légáramlás a légtisztító befogási területének irányába.

Gyakorlati példa: alacsony nyomás

Így a nagyon jól zárt csiszológépekre légtisztítók telepítése után többször is előfordult, hogy a szerszámgép ajtaját nem lehetett kinyitni, mert a kabinban túl nagy volt az alulnyomás!

2. Hogyan lehet valamit szűrni?



Hogyan lehet valamit szűrni? Alapvetően ez egy hasonlóan egyszerű kérdés, mint az előzőleg ismertetett hatékony elszívásé. Valószínűleg sejti, hogy itt sem olyan egyszerű a válasz.

A szellőztetés és a légtisztítás területén számos folyamat hatékonysága az anyagok hatékony begyűjtésén és elszívásán, valamint a levegő szennyezőanyagoktól való megtisztításán alapul. Ha például egy tanteremben a vírusokkal szennyezett levegő nem kerül teljes mértékben begyűjtésre és elszívásra, akkor az nem tisztítható meg megbízhatóan a vírusoktól. Ez elvileg egy gépgyár nagy hegesztőműhelyére is vonatkozik. A felszabaduló hegesztőfüst káros anyagokat tartalmaz, ezért azt teljes mértékben el kell gyűjteni és el kell szívni. Csak így lehet a helyiség levegőjét hatékonyan megtisztítani minden szennyeződéstől.

A hatékony és teljes légtisztítás tehát három nagyon fontos folyamatot foglal magában:

Elfogás

Elszívás

Tisztítás

A harmadik lépés – a levegő tisztítása – az a téma, amellyel itt foglalkozni fogunk. Itt is van néhány félreértés, amelyet szeretnék tisztázni. Kezdjük a kérdéssel:

„Hogyan lehet megtisztítani a levegőt a káros anyagoktól?”

A szennyező anyagokat ki kell szűrni a levegőből, ez logikus! Ez a kézenfekvő válasz. Azonban a légtisztítási szektorban egyre inkább elterjednek a szeparátorok. A legismertebb példa erre a világszerte működő Dyson cég ciklonporporszívói, amelyek szűrő nélkül működnek.

Ez a technológia elvileg úgy működik, mint egy mini-tornádó. A levegő forgásba kerül, és légörvények keletkeznek, amelyek nagy sebességükkel kitaszítják a részecskéket a levegőből. Ez az eljárás légszennyező anyagok leválasztására is alkalmas. Ugyanakkor gyakran előfordulnak félreértések, mivel a leválasztást gyakran összekeverik a szűréssel.

2.1. A szűrők és az elválasztás közötti különbségre vonatkozó félreértés

Textilszövet

A szűrés elvét is a porszívó példáján magyarázhatjuk. A porszívó által felszívott levegő tisztításához porszívózsákokat használnak. Ezek gyakran textilszövetből készülnek. A levegő áramlik át a finom szövésű szöveten, a porrészecskék azonban visszamaradnak, és így elválnak a légáramtól.

Üvegszálás szűrő

Alapvetően minden típusú szűrés így működik a szellőztetésben – , még a nagyon magas minőségű lebegő részecskeszűrők esetében is. Itt azonban más szűrőanyagokat használnak. A textilszövet helyett üvegszálás szőnyegeket alkalmaznak ezekhez a szűrőkhöz. Ezek a szőnyegek szintén légáteresztőek, de a szövetük sokkal finomabb, mint a porszívózsákoké. A lebegő részecskeszűrőkben található szálak átmérője körülbelül 1–10 mikrométer, azaz 0,001–0,01 milliméter. Így sokkal kisebb részecskéket tudnak kiszűrni a légáramból, mint a textilszövet.

Fémhálós szűrők

Ez a szűrőelv számos, kereskedelembe kapható, háztartási konyhai elszívóban is megtalálható. Ezekben az elszívókban gyakran fém szűrőket használnak. Általában alumínium- vagy rozsdamentes acélszövetből készülnek, elvileg hasonlóak a textilszövethez vagy az üvegszálás szőnyeghez, csak sokkal durvább szerkezetűek.

A viszonylag durva fém szűrőt azért használják, mert sokkal kevésbé érzékeny. Akár otthoni, akár ipari konyhában, a páraelszívók feladata a folyékony aeroszolkok leválasztása a légáramból. Itt nem száraz porokról van szó, mint a

porszívóknál, hanem folyékony részecskék, például víz- és olajcseppek. Ez egy komoly és nagyon fontos különbség, amelyet gyakran alábecsülnek.

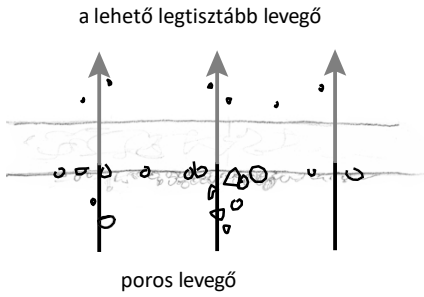
Minden típusú szűrő összegyűjti és tárolja azt, amit elválaszt a légáramtól. Ezért a szűrőben a kiszűrt anyagok mennyisége folyamatosan növekszik. A porszívózsákban a száraz porok addig gyűlnek és tárolódnak, amíg a zsák teljesen meg nem telik porral, és ki kell cserélni.

Ha a légáramból kiszűrt anyag folyadékcseppek, ezeknek az anyagoknak a gyűjtése gyakran sokkal bonyolultabb.

A fémhálós szűrők a különböző folyadékokból kiszűrt apró cseppeket közvetlenül a szűrőanyagban tárolják. A különböző folyadékok felhalmozódása súlyos problémákat okozhat!

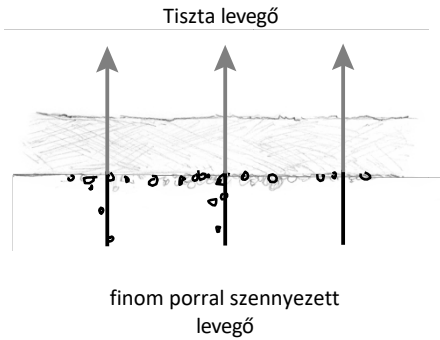
A fémhálós szűrők tárolókapacitása gyakran nagyon alacsony. Ez azt jelenti, hogy ezek a szűrők már kis mennyiségű folyadék tárolása esetén is eltömődhetnek. Ezért általában elég durva szemű kivitelben készülnek. Így ugyan nem tömődnek el, de a szűrőn áthaladó levegővel sok kisebb részecske is átjut, és nem válik el a légáramtól.

Különböző szűrők



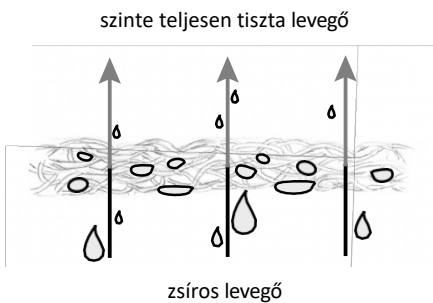
Roppanószűrő

A nem szőtt szövet (pl. porszívózás) visszatartja a porokat az áramló levegőből. A legkisebb porrészecskék azonban áthatolnak a nem szőtt szöveten.



Üvegszálaszűrő

Az üvegszál finomabb, mint a szövet, és még a legkisebb, nanométerű porrészecskéket is kiszűri, vagyis visszatartja.



Fém szűrő

A konyhában a fémhálók elsősorban a zsírszemcsék szűrésére szolgálnak. A cseppek méretüktől függően a hálóban maradnak. A legkisebb cseppek azonban áthatolhatnak a hálón.

A baktériumok kialakulásának veszélye

Élelmiszer-feldolgozó üzemekben és a gyártóiparban a folyadékok szűrőkben való tárolása higiéniai problémákat is okozhat. 20 Celsius-fok körüli hőmérsékleten és nedvesség hatására a baktériumok nagyon gyorsan szaporodhatnak a szűrőkben. Ezért a folyadékok hosszabb ideig történő tárolása és gyűjtése gyakran nem tanácsos, és a szűrők rendszeres tisztítása vagy cseréje sürgősen ajánlott.

Tűzveszély

Ha a szűrt anyagok olaj vagy zsír, a szűrőben tárolt folyadék egyre nagyobb tűzveszélyt jelent! Ez egy gyakran elfeledett tény.

Példa a vállalat történetéből

Jól emlékszem egy nagy találkozóra egy világszerte működő szerszámgyártónál. A munkatársak megmutatták nekem a gyártóüzemüket, ahol több száz csiszológép állt. A gyártóterület levegőtisztító berendezései nagy lebegő részecskeszűrőkkel voltak felszerelve, amelyek akár 100 liter folyadékot is képesek voltak tárolni. A probléma az volt, hogy a tárolt folyadék nagyon vékony és könnyen gyulladó hűtő- és kenőanyag volt. 50 szűrő használata esetén ez akár 5000 liter tárolt folyadékot is jelenthet! Amikor a látogatás során a vállalat alkalmazottait a 50 légtisztító berendezés tűzvédelmi biztosításáról és a vonatkozó védelmi koncepciókról kérdeztem, ijedt arcokat láttam.

A légtisztító szűrőkkel kapcsolatos kérdéseim és gondolatok nem csupán elméleti spekulációk, hanem konkrét veszélyekre vonatkoznak, és sajnos már tragikus tüzesetek is történtek, mert nem fordítottak kellő figyelmet a tűzveszélyre.

Gyakorlati példa: tűz a gépgyártásban

2006-ban Dél-Németországban pusztító tűz ütött ki egy gépgyártó vállalatnál, amelynek elszívóberendezése hasonló volt a fent leírtakhoz. A tűzkár több tízmillió euróra rúgott. A több mint 3000 négyzetméteres gyártócsarnokok és berendezések teljesen megsemmisültek. A tűz valószínűsíthető kiváltó oka egy meghibásodott szerszámgép volt. A tűz gyors terjedését a szellőzőcsatorna-hálózat is elősegítette.

Gyakorlati példa: tűz egy szállodakomplexumban

Hasonló katasztrófa történt 1980-ban egy 2000 szobás nagy szállodában Las Vegasban. A baleset idején körülbelül 5000 ember tartózkodott a szálloda területén. A tűz a szálloda egyik éttermében keletkezett, és villámgyorsan terjedt az egész épületkomplexumra. 85 ember vesztette életét. Ez a tragikus esemény a mai napig az egyik legsúlyosabb szállodai tüzesetnek számít a modern amerikai történelemben.

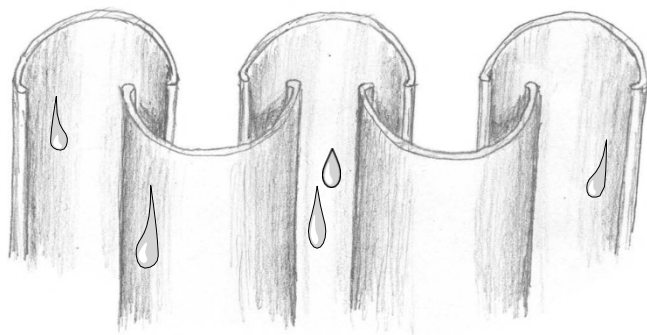
Az ilyen tűzvesztek végül oda vezettek, hogy a korábban leírt fémhálós szűrőket számos ipari területen már nem használták. Az ipari konyhai szellőztetésben sok országban már évek óta tilos a használatuk. Észak-Amerikában és a legtöbb európai országban a fokozott tűzveszély miatt az ilyen típusú tároló fém szűrőket már nem lehet új, ipari konyhákban használni.

A lemezsűrők feltalálása

A Las Vegas-i katasztrófális szállodatűz után az Egyesült Államokban alternatívákat fejlesztettek ki a fémhálós szűrők helyett – az úgynevezett ütközőlemezes szeparátorokat. Ez a szeparátortípus rozsdamentes acéllemezekből készül. Az áramlás során a levegő legalább kétszer

elterelődik. A hagyományos fémhálós szűrőktől abban különbözik, hogy ezek a rozsdamentes acéllemezből készült szeparátorok nem tárolnak folyadékot.

Ütőlemezes szeparátorok



Az olaj és víz folyadékok a terelőlemezekén válnak le, és ideális esetben a lemezekén lefolynak.

9. ábra

Félreértés

A szűrők és elválasztók eltérő működése

Mint láttuk, a szűrők és az elválasztók eltérő módon működnek. De éppen ezek a különbségek okoznak félreértéseket. Gyakran keverik össze a tulajdonságokat, a működési módokat és a hatékonysági adatokat. Néha még azt sem veszik a fáradságra, hogy tisztán elkülönítsék és megkülönböztessék a fogalmakat!

A szellőztetés- és légtisztítási technológiában tehát nemcsak a szűrés és az elválasztás közötti különbséget illetően vannak félreértések, hanem a fémlamezekből készült elválasztók működési módja és hatékonysága tekintetében is.

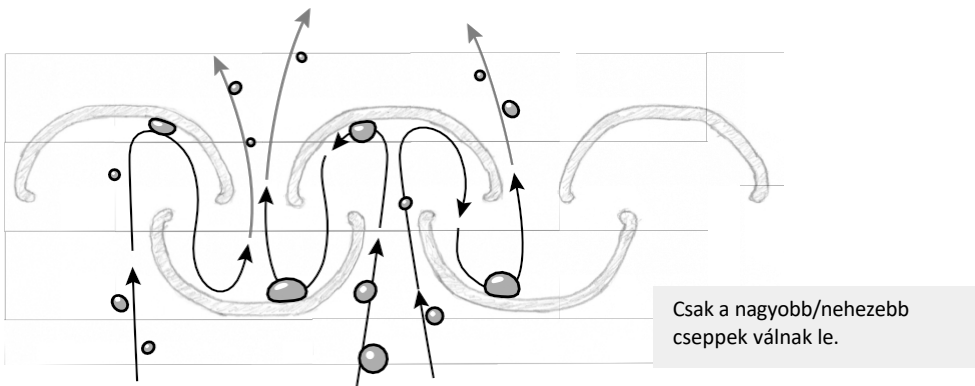
A különbségek tisztázása érdekében először is meg kell vizsgálnunk néhány természeti időjárási jelenséget és azoknak a légtisztítási technológiákba való beépítését.

2.2. A forgószelek segíthetnek a levegő tisztításában!

Talán meglepő, de így van. A hurrikánok, tájfunok, tornádók és trópusi ciklonok áramlástani jelenségei szolgáltak mintaként a modern fémlemezéből készült szeparátorok fejlesztéséhez.

Az első szeparátorok, amelyeket az Egyesült Államokban egy nagy szállodai tűzvész után fejlesztettek ki, egyszerű ütközőlemezes szeparátorok voltak. Két félkör alakú, U-alakba hajlított rozsdamentes acéllemez egymással szemben, eltolva van elhelyezve. A levegőáramlás a leválasztón keresztül kétszer irányt vált, először amikor az első félhéjjal ütközik, másodszor pedig amikor a második félhéjjal ütközik.

Az ütközőlemezes elválasztók működési elve



10. ábra

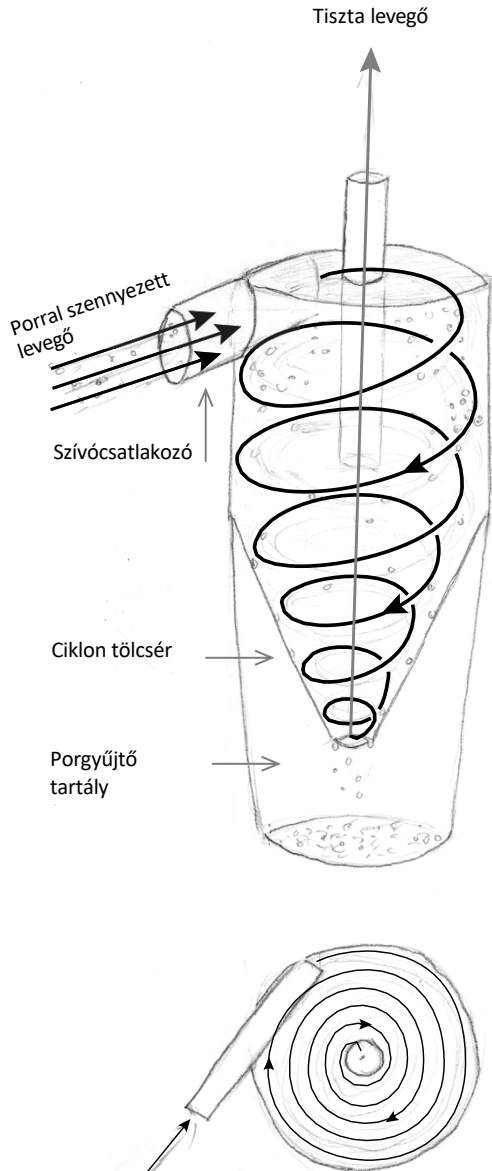
Az U alakú félhéjak egy sugár mentén vannak kialakítva, vagy 90 fokos szögben hajtva. Mindkét esetben azonban a leválasztási hatékonyság nagyon rossz, mert csak a nagy, levegőben szálló cseppek válnak le a légáramról. A légáramlás

Egy ilyen egyszerű elválasztóban a légáramlás nagyon turbulens, és csak a viszonylag nagy tömegű, nagy tehetetlenséggel rendelkező cseppek tudnak az ütközés és a légáramlás irányának megváltoztatása során elválasztódni. A kisebb, levegőben szálló cseppek, amelyeknek kisebb a súlya, áthaladnak a légárammal együtt ezeken az eltérítőkön, és ezért nem válnak le. Az egyszerű ütközőlemezes leválasztók egyetlen előnye az volt, hogy nem tároltak folyadékot, azonban a légáramból történő részecskeleválasztás hatékonysága nagyon alacsony volt.

Trópusi forgószelek mint példa

Csak akkor sikerült a szeparátorgyártóknak megszüntetni ezt a hátrányt, amikor a természetből merítettek ihletet, és a trópusi forgószelekből tanultak. A legismertebb példa erre a már említett Dyson cég és ciklonporporszívói. Ez a technológia szűrő nélkül működik, és elvileg úgy működik, mint egy mini forgószél. A levegő egy forgószélhez hasonlóan nagyon nagy sebességgel forgó áramlásba kerül. Itt az a szabály, hogy minél nagyobb a forgási sebesség, annál kisebb részecskék kerülnek ki a légáramból, és így szeparálhatók.

A ciklonporszívó működési elve



A ciklon tölcsér kúpos alakja miatt a beszívott levegő spirális mozgásba kerül.

A centrifugális erő hatására a porrészecskék a falhoz csapódnak.

A porrészecskék egy porgyűjtő tartályban kerülnek elfogásra.

Ciklon spirál felülről nézve

Természetesen sok kutatás és fejlesztés volt szükséges ahhoz, hogy megismerjük, hogyan lehet ilyen mesterséges forgószeleket kis méretben létrehozni porszívókban, konyhai elszívókban és légtisztítókban. Egyszerűen hajlított ütközőlemezekkel ez biztosan nem érhető el. A ciklon technológia fejlesztése és optimalizálása során is alkalmazzák a numerikus áramlási szimulációt, röviden CFD-szimulációt. A CFD a Computational Fluid Dynamics (számítógépes áramlástan) rövidítése. Ezzel a szimulációval a legkülönbözőbb légáramlások láthatóvá tehetők. Ez azonban nem elegendő a szeparálási technológiák optimalizálásához. Itt is gyakran előfordulnak félreértések a szellőztetés és a légtisztítás területén!

Tévhit

Az áramlás optimalizálása elegendő!

A szellőztetés technológiájában sok esetben csak a légáramlásról van szó. Például arról, hogy hogyan lehet a lehető legkényelmesebb módon friss levegőt bejuttatni egy nagy koncertterembe anélkül, hogy a koncertlátogatók kellemetlen huzatot vagy hideget éreznének. A bejuttatásnak teljesen zajmentesen kell történnie.

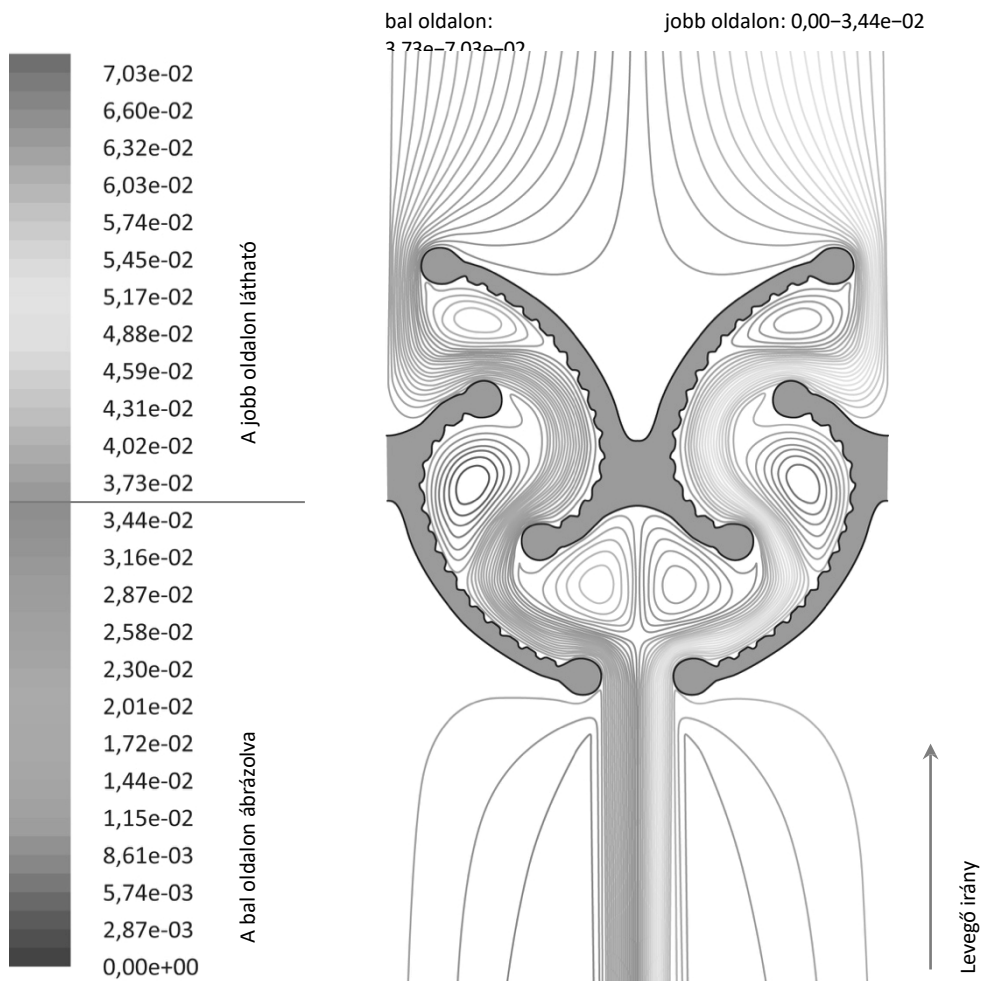
A légtisztító szűrők és elválasztók optimalizálásánál azonban nem csak a légáramlás, valamint annak alakulásának és sebességének elemzése a fontos. A légtisztítás valódi feladata az, hogy a légáramból kiszűrje vagy elválassza a benne lévő részecskéket. A szűrők egyszerűen leírva úgy működnek, mint egy szita, az elválasztók pedig mint forgószelek. Az elválasztók működésének optimalizálásához kis forgószeleket kell létrehozni az elválasztókban. Csak így lehet a részecskéket kilökní a légáramból és elválasztani.

A részecskék pályájának elemzése

Ma már CFD-rendszerek segítségével a részecskék áramlását is lehet vizsgálni és vizualizálni. Így már nem csak a légáramlatokat figyeljük, hanem a szállított részecskék, illetve aeroszolok viselkedését is.

A kisebb és így könnyebb aeroszolok ugyanazt az utat követik, mint a légáramlás? Egy nagyon érdekes CFD-vizsgálat az aeroszolok különböző pályáinak vizualizálása. Ezeknek a pályáknak a lefolyása a részecskék méretétől függ. Nagyon jó CFD-elemzésekkel ma már meg lehet állapítani, hogy egy szeparátorban az aeroszol pontosan hol válik el a légáramtól! Szeparátoraink továbbfejlesztése során nem egyszer meglepődtünk és csodálkoztunk az ilyen elemzések eredményein.

CFD-elemzés egy X-CYCLONE® szeparátorról



Különböző méretű részecskék áramlási viselkedése (kg/s)

A különböző részecskeméretet különböző szürke árnyalatokkal vannak jelölve.

12. ábra

Példa a vállalat történetéből

Mi is túl gyakran hittük, hogy a leválasztóink továbbfejlesztése során előre tudjuk, hogyan fog viselkedni a légáramlás, és mi történik az összes levegőben szálló részecskével, azaz hová kerülnek ezek- . Hogy megerősítsük feltételezésünket, CFD-elemzéseket végeztünk. Az eredmények gyakran teljesen eltértek a várakozásainktól.

Emlékszem még egy vizsgálatra, amelynek során mindannyian száz százaléig meg voltunk győződve arról, hogy az általunk újonnan kifejlesztett szeparátorban nagyon gyorsan kis, erős forgású örvények keletkeznek, amelyek rendkívül hatékonyan kivetik a levegőben szálló részecskéket. Az általunk újonnan kifejlesztett prototípust büszkén X-CYCLONE® névre kereszteltük.

Az X a szeparátor geometriáját jelöli. Már nem két egyszerűen hajlított, U alakú lemezből építettük fel, hanem a szeparátorprofiloknak sokkal bonyolultabb geometriát adtunk. Kezdetben ezeket csak alumínium extrudált profilokból tudtuk kialakítani. A felületek miniatűr repülőgép-szárnyakhoz hasonlítottak, amelyeket X-geometriában rendeztünk el. Bizonyára már kitalálták, hogy új fejlesztésünk nevének második része a trópusi ciklonokra utal (– , angolul CYCLONE).

Az új szeparátor prototípus CFD-elemzése nem annyira elemzésnek, mint inkább megerősítésnek szántuk, amelyet a nagy ráfordítás ellenére is el akartunk végezni a biztonság kedvéért. Az eredményt egyébként már előre tudtuk. Legalábbis azt hittük...

A CFD-elemzés valóban nagyon költséges. Mint korábban már említettük, a vizsgálat során nemcsak a légáramlás, hanem a levegőben lévő részecskék viselkedését is pontosan megvizsgálják. Ahhoz, hogy ezt a vizsgálatot egyáltalán el lehessen végezni, háromdimenziós

szükséges. Semmi gond, gondoltam akkoriban, hiszen mindenünk megvan, különben nem tudnánk gyártani. De én is tévedtem!

Tévhit

A CFD-szimulációhoz elegendő a szeparátor háromdimenziós modellje.

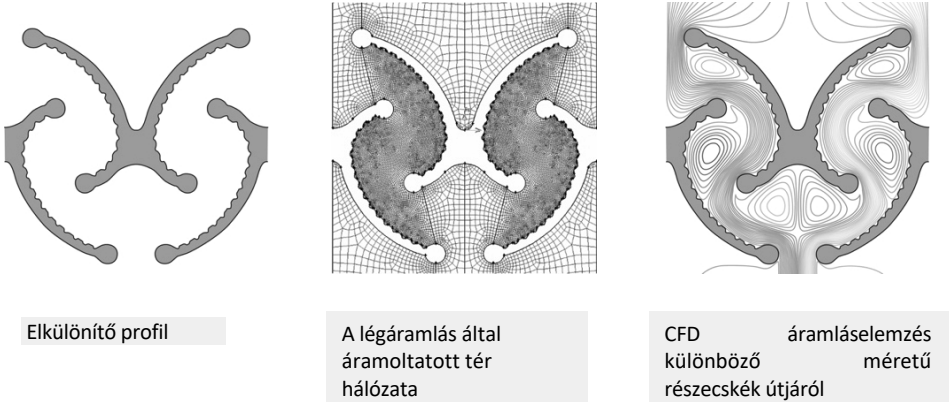
A háromdimenziós térmodell

Mivel a vizsgálathoz nemcsak a szeparátorunk háromdimenziós modelljére, azaz az alumínium profilokra volt szükségünk, hanem a levegő áramlásának helyszínére vonatkozó modellre is. Ez valójában teljesen logikus! Ha egy kör alakú szellőzőcsatornában elemezzük a légáramlást, akkor a szellőzőcsatorna belsejében lévő hengeres teret nézzük, és nem a légcatorna lemezét. Ez azonban nem könnyítette meg a feladatunkat. Mivel az új X-CYCLONE® alumíniumprofilunk geometriája már eleve nagyon komplex volt, a levegő által áramoltatott tér még komplexebb lett. A CFD-vizsgálathoz azonban pontosan ezt kell modellezni.

A háló (számítási háló)

Ezt a már önmagában is bonyolult eljárást tovább nehezíti, hogy a légáramlásnak kitett teret még egy számítási hálóval is le kell fedni. Ehhez gyakran használják az angol „mesh” kifejezést. Az ilyen számítási háló elrendezése a légáramlásnak kitett térben szintén komoly hatással van a CFD-elemzés minőségére. Ha azonban ezt a módszert nagy gondossággal alkalmazzuk, nagyon részletes áramlási elemzéseket kapunk mind a légáramlásról, mind a részecskékről, bár az eredmények rendkívül frusztrálóak lehetnek!

CFD-elemzés egy X-CYCLONE® leválasztóról



13. ábra

Egy kiábrándító eredmény

Minden kezdet nehéz– a levegő áramlása nem a vártnak megfelelő!

Az első X-CYCLONE® prototípusainkon a CFD-elemzés nagyon kiábrándító eredményeket hozott. A légáramlás zónájában, ahol szilárd meggyőződésünk szerint kis ciklonok alakulnának ki, amelyek aztán több mint 10 méter/másodperces forgási sebességgel repítenék ki a részecskéket, semmi ilyesmi nem történt! Még mindig előttem van, mintha tegnap történt volna. A CFD-elemzés egyértelműen egy üres területet mutatott, amely alakjában egy körülbelül egy centiméter nagyságú cseppre emlékeztetett.

Az ok

Mivel profilunk X-geometriája túl nagy görbületet mutatott, a légáramlás nem tudta követni ezt a geometriát, és kialakult egy olyan terület, amelyet nem áramlott át a levegő, nemhogy ciklonok alakultak volna ki ott, amelyek gondoskodtak volna a leválasztásról! Még a szellőzés szakemberei sem tudják mindig előre pontosan megbecsülni a légáramlás viselkedését.

Az optimalizálás

Akkoriban a X-CYCLONE® elválasztás optimalizálására irányuló fejlesztési projektünkben ez azt jelentette, hogy mindent előlről kellett kezdeni, és át kellett dolgozni elválasztóink geometriáját. Alapvetően ez egy soha véget nem érő folyamat, amelynek során folyamatosan fejlesztünk és javítunk. Végül azonban sikerült olyan termékeket kifejlesztenünk, amelyek hasonló technológiát alkalmaznak, mint a Dyson, és ipari szabványoknak megfelelően alkalmazhatók a szellőzésben és a légtisztításban.

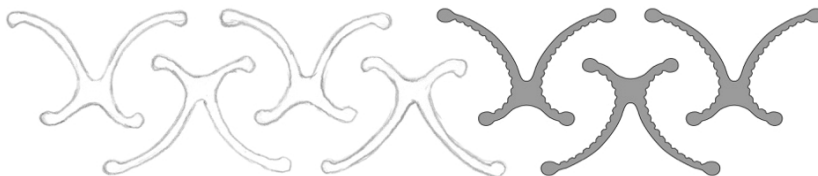
A leválasztók geometriájának fejlesztése



U alakú profilokkal ellátott ütközőlemez
szeparátorok



Az X-CYCLONE® elválasztó prototípusa
repülőgép szárnyak formájú X profilokkal



X-CYCLONE® elválasztó optimális X-geometriájú profilokkal az optimális
légáramlás irányításához (lásd 15. ábra)

Elkülönítőink sikertörténete

Az általunk kifejlesztett X-CYCLONE® leválasztók mára a legkülönbözőbb iparágakban váltak elismertté.

Fúróplatformokon, textilfinomító üzemekben, tejporgyártó üzemekben, az autóipari festőüzemekben, az élelmiszeriparban, a nagykonyhákban, a gépgyártásban, sőt még a mikroelektronikai szilíciumszeletek gyártóüzemeiben is a X-profilú szeparátorainkban található „ciklonviharok” gondoskodnak a rendkívül hatékony légtisztításról.

Az X-CYCLONE® szeparátor működési elve



15. ábra

3. Hogyan lehet eltávolítani a gőzöket és szagokat?

?



A gőzök és szagok eltávolítása nagyon komplex feladat a szellőztetés és a légtisztítás területén. Elsőre azt gondolhatnánk, hogy a levegő összegyűjtése, szűrése és tisztítása után a levegőnek tisztának kell lennie, és így nem lehetne többé szagot érezni. Minden részecske, aeroszol és szennyező anyag eltávolításra került – mi okozhat még szagokat?

Tévhit

Aeroszol-, részecske- és szennyezőanyag-mentes levegőben nincs szagterhelés.

Sajnos ez is egy újabb félreértés a szellőztetés és a levegőtisztítás területén, amellyel ebben a fejezetben foglalkozunk. Hadd magyarázzam el egy egyszerű gyakorlati példával.

Gyakorlati példa: tankolás

Sokan közülünk már jártak benzinkúton, és tankoltak autóval. A legtöbbünknek biztosan már érezte a benzin vagy a dízel szagát.

Benzinszag tankoláskor



16. ábra

De miért érezzük a benzin szagát tankoláskor, ha általában nem repülnek a levegőbe üzemanyag-cseppek vagy aeroszokok? Ez akkor válik teljesen világossá, ha a tartályt a széléig szeretnénk megtölteni, és közben ügyelnünk kell arra, hogy ne folyjon ki. Amikor megnézzük, hogy látható-e már az üzemanyagszint a tanknyílásban, az orrunk közel van a tanknyíláshoz, és intenzív üzemanyagszagot érzünk – anélkül, hogy bármi kifolyna.

Ha a tanknyílás közvetlen közelében részecskemérést végeznének, mérési eszközökkel nem lehetne kimutatni üzemanyag-aeroszokat vagy -részecskéket a tanknyílás körüli levegőben. De akkor miért van mégis üzemanyagszag tankoláskor? Erre a kérdésre a következőkben adunk választ.

3.1. A gőzök és az aeroszolok közötti különbségre vonatkozó tévhit

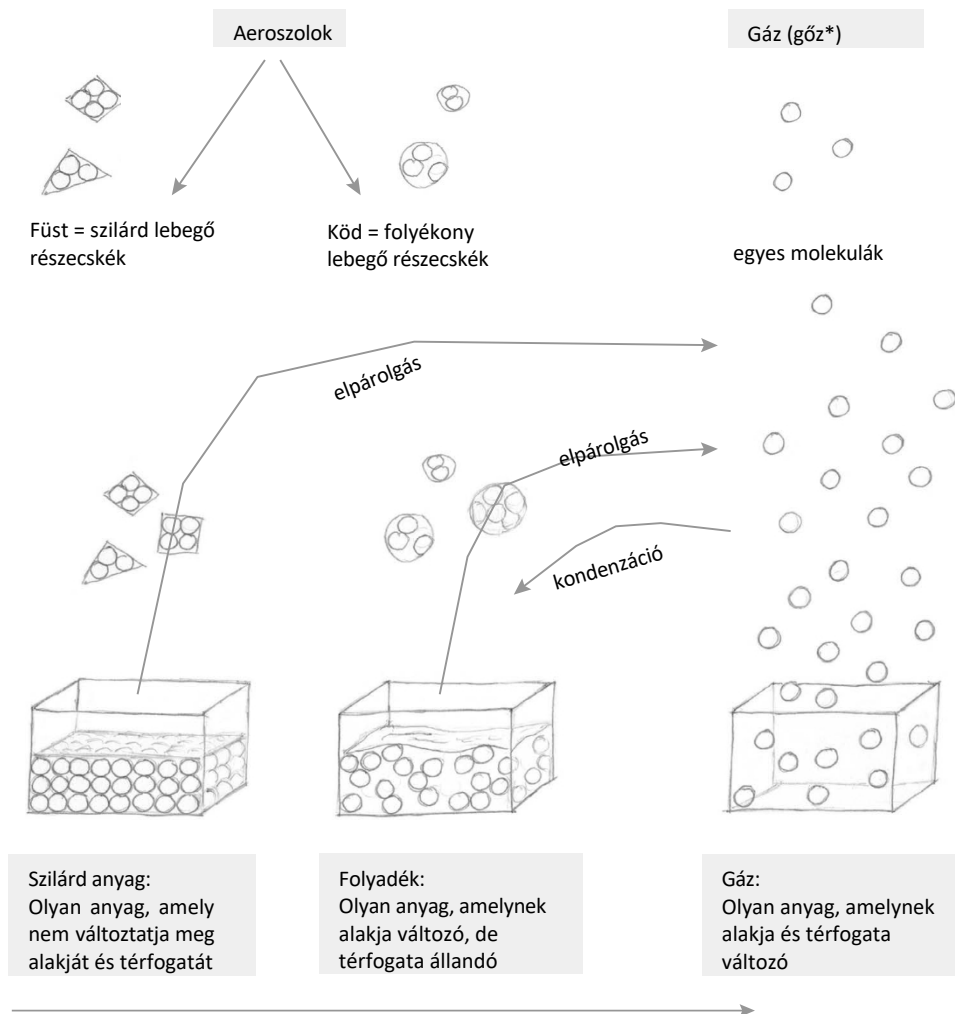
Miért van benzin szag a tankoláskor, ha a levegőben nem látszik semmi? Az, amit szagol, elpárolgott benzin. Különösen a Super Plus nagyon illékony. Ez azt jelenti, hogy már elég alacsony hőmérsékleten elpárolog. Ez a gőz, pontosabban a gáz, távozik a tanknyílásból, és okozza a szagot.

Tévhit

Az aeroszolmentes levegő tiszta.

Ez az egyszerű példa nagyon jól illusztrálja, hogy az aeroszolmentes levegő még nem feltétlenül tiszta, és továbbra is terhelheti a környezetet. Az elpárolgott folyadékok által okozott légszennyezés olyan probléma, amely a szakmai szervezeteket is nagy gondokkal szembesíti.

A különbség az aeroszolok és a gázok között



Hőmérséklet emelkedése

* Általában gőz alatt a levegőben található cseppeket értjük, mint például a főzés során keletkező gőzfelhők. Természettudományi szempontból azonban a gőz egy anyag gáz halmazállapota (elpárolgás, párolgás, forráspont elérése vagy szublimáció révén keletkezik).

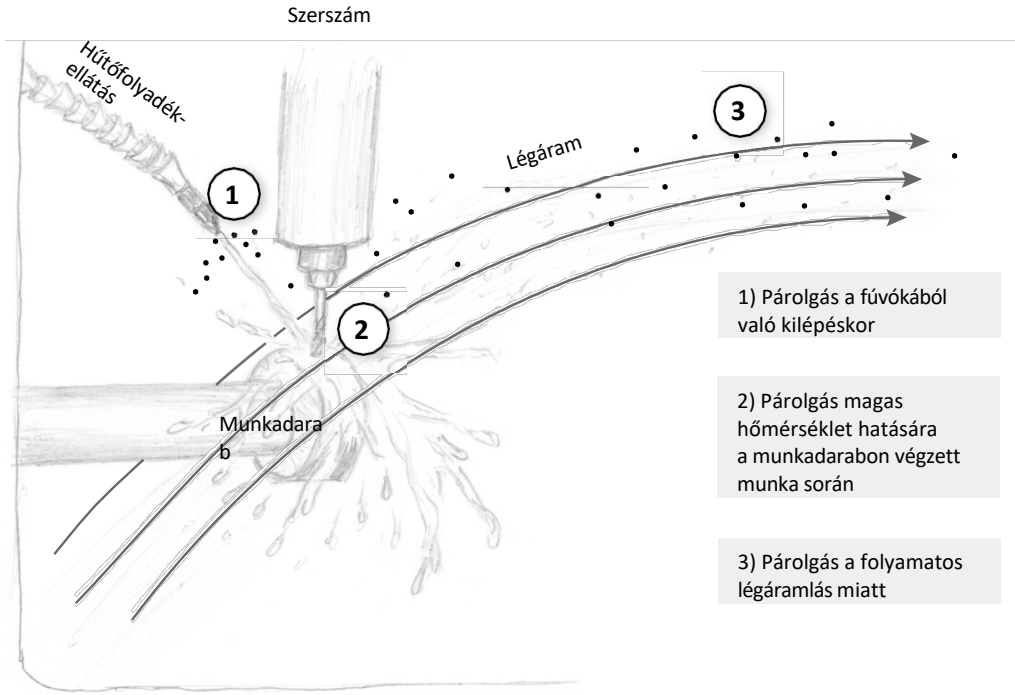
Gyakorlati példa a gépgyártásból

Jól emlékszem, amikor bajorországi értékesítési partnerünkkel meglátogattuk a bajor gépiparért felelős szakmai szervezetet. Ott mutattak nekünk mérési eredményeket, amelyek a szerszámgépek hűtő- és kenőanyagainak légszennyező hatását vizsgálták. Az eredmények pontosan ugyanazt a jelenséget mutatták, mint a fenti benzinkút példájában. A szerszámgép körüli levegő elemzése azt mutatta, hogy az aeroszokok által okozott légszennyezés gyakorlatilag nem volt, és minden légszennyezési határérték betartásra került. Legalábbis ezt gondolták.

Amikor a szakmai szövetség szakértői megvizsgálták a különböző szerszámgépekből elpárolgott hűtő- és kenőanyagok arányát, jelentős mennyiségeket találtak a levegőben – , helyenként akár 100 milligramm hűtő- és kenőanyag-gőz koncentrációt egy köbméter szobahőmérsékletű levegőben. Ezzel a megengedett határérték tízszeresét is túllépték! Hogyan történhetett ez?

A gépek belsejében nagyon magas nyomás alakul ki, ahol a hűtő- és kenőanyagok fúvókák segítségével nagyon finoman porlasztódnak, ami az első párolgási hatásokat eredményezi. Ezenkívül a fémet megmunkáló szerszámok magas hőmérséklete miatt nagyon sok folyadék párolog el. Ebben az összefüggésben gyakran alábecsülik a szerszámgépekben a légtisztítók által okozott állandó légáramlást.

Hűtőfolyadék-gőzök egy szerszámgépben



18. ábra

Emlékezzen vissza az 1. fejezetben megállapítottakra: az elszíváshoz nagy mennyiségű elszívott levegőre és a levegőáramlásnak az elszívás irányába történő áramlására van szükség. Ez a levegőáramlás hasonlítható a nagy tó felületén fújó szélhez. Ez a levegőáramlás önmagában párologtatja a vizet, amely a levegő nedvességtartalmába kerül, és a levegőáramlással együtt elszáll. Hasonló hatások figyelhetők meg egy szerszámgépben vagy éppen tankoláskor is. Ezáltal hatalmas mennyiségű folyadék szállítódik a levegővel gőz formájában. Ezek a gőzök jelentős egészségügyi kockázatot és szagokat okozhatnak.

Példa: élelmiszeripar

Ugyanez a jelenség figyelhető meg az élelmiszeriparban és a ipari konyhákban is. Minden olyan berendezésen és főzőeszközön, amely magas hőmérsékleten működik, folyadék párolog el. Tipikus folyamatok a sütés, a pirítás és a sültetés. Itt mindenhol körülbelül 140–190 Celsius-fok közötti hőmérsékletekről van szó. Ezalatt az olajok és zsírok részben elpárolognak, és a szellőzőberendezésekkel elszívódnak.

Gyakorlati példa: sütőberendezések

Az élelmiszeriparban már láthattunk olyan burgonyaszírom-sütő berendezéseket, amelyek méreteikben egy nagy fürdőkádnek feleltek meg. Ebben a kádban naponta több százezer burgonyaszíromot sütnék, ami hatalmas mennyiségű gőzt szabadít fel. Ez nagyrészt a sütőolajból elpárolgott olajból és a sütés előtt a burgonyaszíromban megkötött víz elpárolgott vízből áll. Itt is megfigyeltük a korábban leírt jelenséget: a folyamatból kilépő levegő részecskeméréssel történő elemzése során semmilyen légszennyeződést nem találtunk, a levegő tiszta és alig szennyezettnek tűnt. Ennek ellenére már szemmel is látható volt, hogy a feldolgozási folyamatból származó levegő nem lehetett tiszta, mert úgy nézett ki, mint egy régi gőzmozdony gőzfelhője. A benzinkúthoz hasonlóan itt is intenzív szag volt érezhető. Ez ugyan kellemesebb volt, mint tankoláskor, de egyértelműen légszennyezésre utalt.

Példa: magán konyha

Hasonló jelenséget figyelhet meg otthon a konyhájában is, például ha magas hőmérsékleten steaket süt. Ezzel együtt előfordulhat, hogy néhány olajcsepp aeroszolként minősül, de ami a tűzhely felett felszáll, és a konyhai elszívóba kerül, az főként levegő, amelyben elpárolgott olaj és víz található. Cseppek, aeroszolak és fröccsenések csak kis mennyiségben jutnak oda.

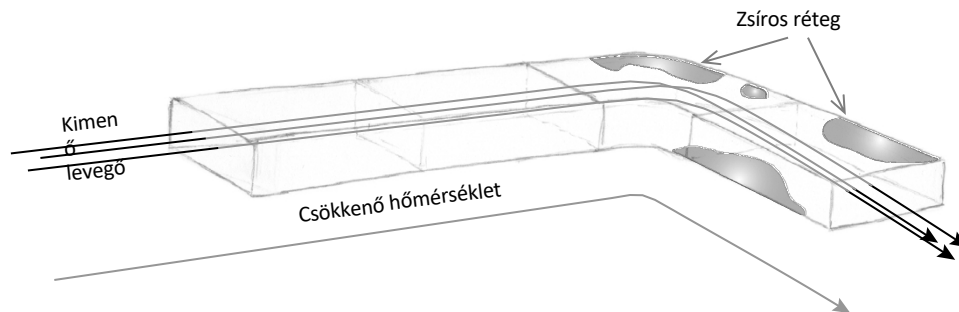
Az elpárolgott folyadékok kondenzációja

Az iparban és a kereskedelmi konyhákban ezek az elpárolgott folyadékok nagy problémát okoznak a folyamatok során keletkező elszívott levegőben. Ezek a gőzök ugyanis nemcsak kellemetlen szagot okoznak, hanem természetesen újra kondenzálódhatnak, ha a levegő megfelelően lehűl. Az elpárolgott folyadék ezután ismét gáz halmazállapotból folyékony halmazállapotba kerül. Ez főként nagy ipari üzemekben és nagy szállodákban figyelhető meg. Miért? Mert nagy épületekben a szellőzőcsatornák gyakran nagyon hosszúak.

Higiéniai problémák és tűzveszély a hosszú elszívócsatornák miatt

Akár egy nagy szállodai konyhában folyik a főzés, akár egy ipari üzemben zajlik a feldolgozás, a folyamat során közvetlenül elszívott levegőt nagyon hosszú úton kell elszállítani a légcsatornán keresztül, mire végül elhagyja az épületet, és nagy szellőzőberendezések segítségével kiengedik. A szellőzőcsatornán, amely gyakran téglalap alakú lemezszegmensekből áll, a levegő lehűl. Így a párolgott folyadék kondenzálódik, és lerakódik a szellőzőcsatornában és a szellőzőberendezésben. Ezek a lerakódások nemcsak higiéniai problémát jelentenek, hanem tűzveszélyt is okoznak.

Hosszú elszívócsatornák és veszélyeik



Kifelé haladva a levegő egyre hűl. A gőzök kondenzálódnak, és a elszívott levegő csatornájában víz- és zsírrétegek képződnek, amelyek táptalajt jelentenek a mikroorganizmusok számára és tűzvesztélyt jelentenek.

19. ábra

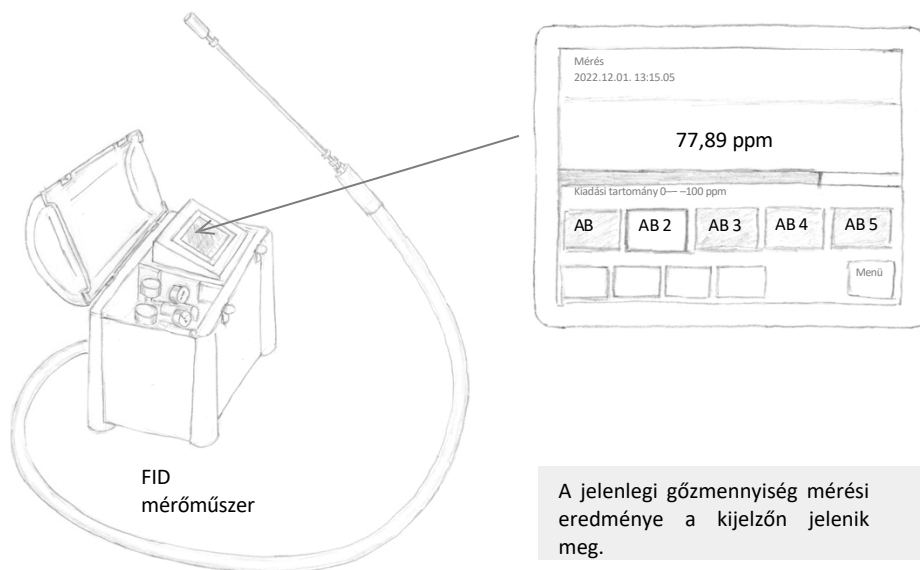
Az európai szabványok előírják a gőzök és azok kondenzációjának figyelembevételét

Az aeroszoloaktól és részecskéktől mentes levegő még nem feltétlenül tiszta. Ami gyakran kellemetlen szagként érzékelhető, az többnyire gőz. Ezért az európai szabványok, például a DIN EN 16282 is előírják, hogy a kereskedelmi konyhákban a levegő tisztításán túl szűrőkkel és elválasztókkal kell gondoskodni a párolgott folyadékok és azok kondenzációjának figyelemmel kíséréséről is! Ehhez a részben nagyon magas koncentrációkat mérési módszerekkel kell rögzíteni és elemezni.

3.2. A FID mérőműszerek segíthetnek a légszennyezés elemzésében!

A FID mérőműszerek segítségével meg lehet állapítani, hogy mennyi elpárolgott folyadék van a levegőben. FID a lángionizációs detektor rövidítése. A FID mérőműszer segít meghatározni az elpárolgott illékony szerves vegyületek mennyiségét. A köznyelvben gyakran beszélnek a kipufogógázban található teljes C-tartalomról, ami a levegőben található gőzhalmazállapotú szénhidrogéneket jelenti. Ha például meg akarjuk tudni, mennyi elpárolgott üzemanyag jut az orrunkba tankoláskor, akkor egy ilyen mérőműszer lenne az ideális eszköz. A FID mérőműszerek hasonlóan hasznosak a gyártóiparban vagy az élelmiszer-előállító üzemekben az elpárolgott hűtő- és kenőanyagok elemzéséhez is.

Részecske- és gőzmennyiség mérés



20. ábra

A levegő szennyezettségének elemzése

A fent említett eljárások során keletkező elszívott levegő elemzése alapján a tényleges szennyezés többnyire a levegőben terjedő aeroszolok és gőzök összegéből adódik. Az ilyen átfogó vizsgálat eredménye gyakran azt mutatja, hogy egy köbméter szobahőmérsékletű levegőben 80 milligramm gőz és csak 20 milligramm aeroszol található. Ezt a példára vetítve ez azt jelentené, hogy összesen 100 milligramm szennyező anyag van egy köbméter szobahőmérsékletű levegőben. Hogy ez a szennyezés egy gépgyártó üzemben hűtő- és kenőanyag, vagy élelmiszer-gyártásban vagy egy szállodai konyhában használt sütőolaj, azt itt most elhanyagolhatjuk, mert a probléma és a feladat elsődlegesen ugyanaz: mindkettővel foglalkoznunk kell.

Tévhit

Az elpárolgott folyadékokat nem kell mérni.

Figyelmet kell fordítanunk mind az elpárolgott folyadékokra, mind pedig a folyadékokból származó, levegőben terjedő aeroszolokra. A szellőztetés és a levegőtisztítás területén gyakori hiba, hogy ezeket a légszennyező anyagokat nem mérik és nem elemzik. Ha egyáltalán mérnek valamit, akkor legfeljebb az aeroszolok részecskekoncentrációját. Szinte soha nem elemzik mind a gőzöket, mind az aeroszolókat. Ezt megerősítették a bajor szakmai szervezet munkatársaival folytatott beszélgetések is.

A nagykonyhákban található sütőberendezéseknél vagy a gyártóüzemekben található nagy gyűjtőtartályokban, amelyekben forró fémgörgácsok vannak, működés közben mindenhol fehér felhők keletkeznek. Látványban ezek nagyon hasonlítanak a gőzökhöz, amelyek otthon keletkeznek, amikor víz forr a fazékban. Azonban azzal a különbséggel, hogy a ipari tartályokból felszálló gőzök olajokat, hűtő- és kenőanyagokat tartalmaznak.

Ezek az anyagok gyakran erős szagok forrásai, és figyelmet és vizsgálatot nem kapnak elegendő mértékben.

Részecske- és FID-mérés elvégzése

Elengedhetetlen, hogy az ilyen kibocsátásokat részecske- és FID-méréssel is vizsgálják. Ezekből a mérésekből ugyanis le lehet vezetni a következő lépést. A levegő tisztítása ezeknek a gőzöknek az eltávolításával.

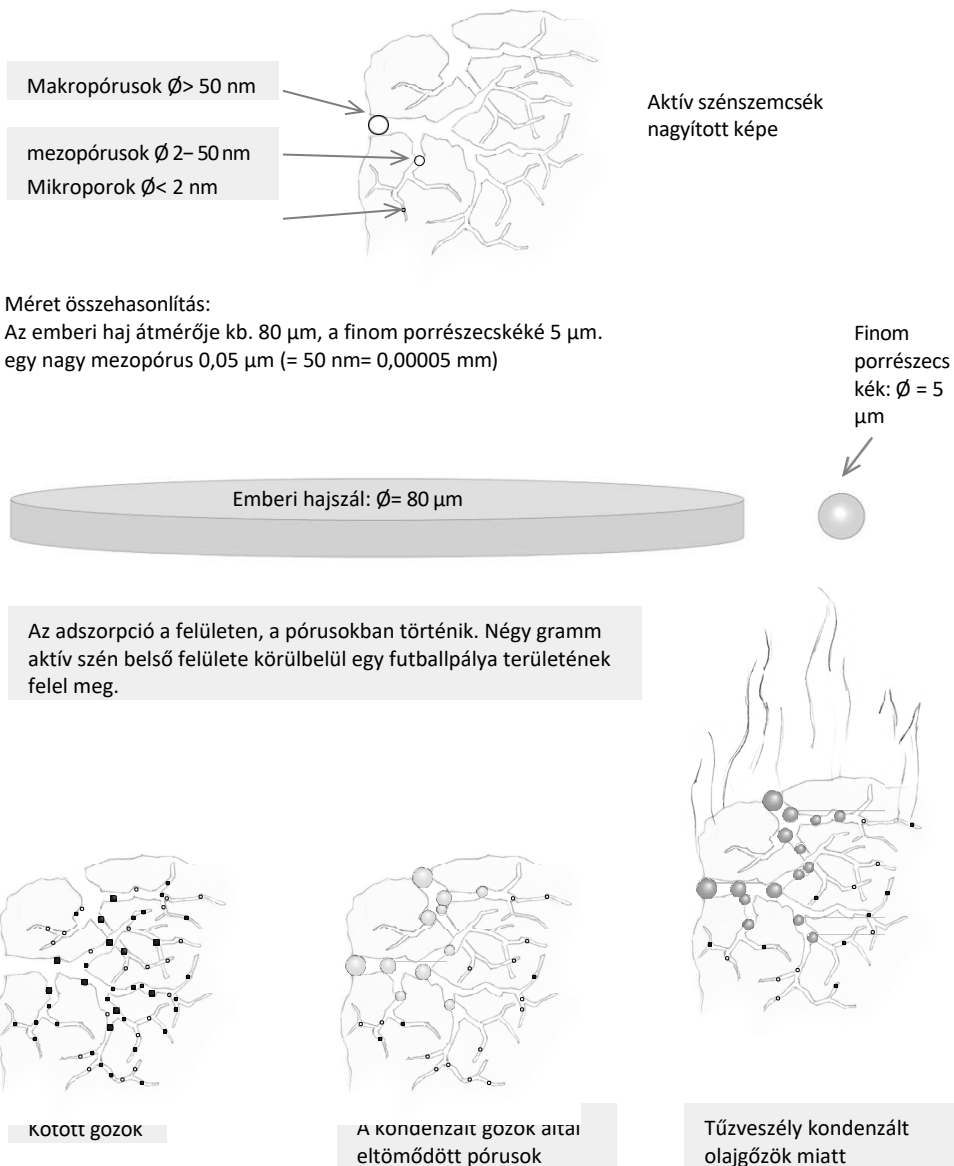
Megoldási lehetőség 1: aktív szén

Egy lehetséges megoldás lehet például az aktívszénszűrők használata. Egyszerűen leírva az aktív szén egyfajta molekulaszűrőként működik. Nagyon porózus, és számos apró pórral rendelkezik, amelyek adszorpcióval képesek felvenni a gőzöket. Így a gőzök az aktív szén felületén kötődnek meg. Ez azonban csak addig működik, amíg az aktív szén nem terhelődik túlzottan a kondenzáció során keletkező aeroszolokkal.

Az aktív szén használatának hátránya

Az aktívszénszűrőket gyakran csak a szellőzőberendezés végén, egy hosszú elszívócsatorna végén helyezik el. Mire a levegő odaér, már néhány fokkal lehűlt, és a gőzök kondenzálódni kezdenek. Ezáltal az aktív szén sok apró pórusa túl gyorsan eltömődik, és így hatástalanná válik. Ha a kondenzáló gőzök olajok, akkor az aktív szénnel kombinálva szó szerint tűzveszélyes keverék keletkezik!

Aktív szén alkalmazása



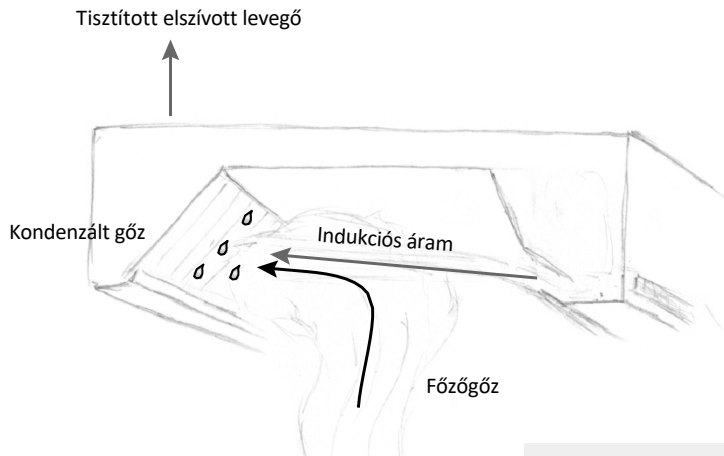
Megoldási lehetőség 2: kényszerkondenzálás

A párolgott folyadékok kezelésének és mennyiségük csökkentésének egy további lehetősége a kényszerkondenzálás közvetlenül az elszíváskor.

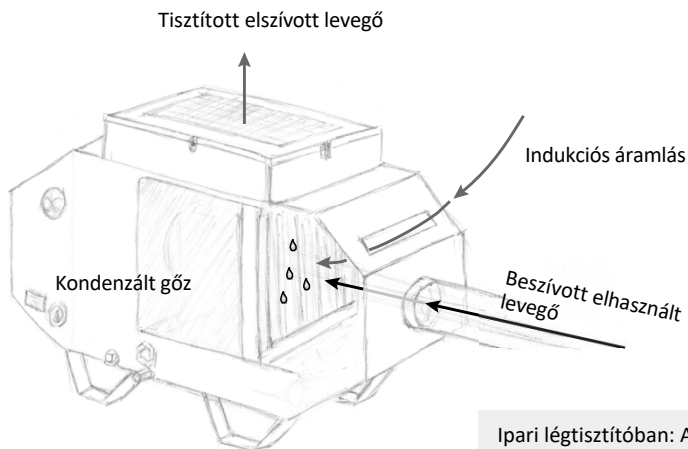
Az 1. fejezetben leírtak szerint a REVEN GmbH-nál olyan gyűjtőberendezéseket fejlesztettünk ki, amelyek nemcsak szívnak, hanem fűjnek is. Ennek során a rögzítendő levegőt az aeroszolokkal, vírusokkal és szennyező anyagokkal együtt a lehető leggyorsabban kifújással szállítjuk oda, ahol a légtisztítók, konyhai elszívók és szellőzőberendezések szívóteljesítménye a legnagyobb, vagyis közvetlenül a szívónyílásokhoz.

Ehhez modern konyhai elszívókat és ipari légtisztítókat fejlesztettünk ki, amelyek kiegészítő berendezéssel vannak ellátva a légáramlás támogatására. Így a konyhai elszívó esetében biztosított, hogy a felemelkedő főzőgőzök gyorsan és közvetlenül a főzőberendezésből a szűrő- és beszívóterületre áramoljanak, ahol azokat elfogják és elszívják. Ezenkívül sikerült elérnünk, hogy a párolgott folyadékok kondenzálódjanak. Az indukciós áramlás, azaz a befűvott levegő áramlása mindig néhány fokkal hidegebb, mint a befogandó levegő. Ez a hőmérséklet-különbség segít nekünk mind a továbbfejlesztett befogó burkolatokban, mind a szerszámgépekhez készült légtisztítóinkban a párolgott folyadékok kondenzációjának közvetlenül a befogás és elszívás során történő kiváltásában.

Kényszerkondenzáció



A konyhai elszívóban: A hűvösebb indukciós áramlás hatására a gőzök kondenzálódnak és a szellőzőcsatornába jutásuk során elválasztódnak.



Ipari légtisztítóban: A hűvösebb indukciós áramlás hatására a gőzök az X-CYCLONE® elválasztó előtt kondenzálódnak és elválasztódnak.

A kényszerkondenzálás előnyei

Ha a folyamatból kilépő levegőből eltávolítják az elpárolgott folyadékokat és a levegőben terjedő aeroszolókat, akkor az valóban tisztává válik. Ezzel a szagkibocsátás is minimálisra csökken, és utólag beépített szagszűrőkkel teljesen semlegesíthető. A szagok semlegesítésére UV-, ózon-, aktívszén- vagy kémiai oxidációs rendszerek alkalmazhatók. Mindegyikükben közös, hogy csak akkor működnek és fejtenek ki teljes teljesítményüket, ha a levegő előzetesen hatékonyan megtisztításra került az aeroszolóktól és gőzöktől. Csak ezután van értelme utólagosan beépített, további technológiák alkalmazásának a szagok teljes eltávolítására. Erről bővebben a következő fejezetben olvashat.

4. Hogyan lehet a vírusokat és szagokat semlegesíthető?



A szagok semlegesítése és a vírusok és baktériumok teljes eltávolítása a levegőből több lépést igénylő feladat. Először hatékonyan fel kell gyűjteni és el kell szívni a szennyeződések, majd nagyon hatékony aeroszolfiltrekre vagy szeparátorokra van szükség, és ezzel összefüggésben a gőzök kondenzálása is szükséges, ahogy azt az előző fejezetben már tárgyaltuk. Csak akkor lehet a szagokat megbízhatóan és teljesen eltávolítani UV-C- vagy ózonrendszerek segítségével, ha mindezeket a lépéseket betartják.

Tévhit

Az UV-sugárzással minden vírus-, baktérium- és szagprobléma megoldható.

A szellőztetés és a levegőtisztítás területén széles körben elterjedt és makacsul fennmaradó tévhit, hogy nem kell túl sokat foglalkozni az összes lépéssel, a levegő felvételétől és elszívásától a leválasztáson át a kondenzálásig. Egyszerűen csak be kell szerelni valamilyen ultraibolya fényt kibocsátó lámpákat a légtisztítókba és a elszívó rendszerekbe, és minden rendben lesz. Ezt vagy ehhez hasonlólt sugallják a sok piaci szereplő ígéretei, amelyekről folyamatosan hallok.

Az ultraibolya sugárzással működő légtisztító technológiák működésével és hatásával kapcsolatban nagyon sok félreértés és téves információ kering. Ez azzal kezdődik, hogy sok gyártó nem tájékoztatja a felhasználókat az ultraibolya sugárzás tényleges alkalmazási területéről. Fontos szempont, amelyre feltétlenül figyelmet kell fordítani, a következő kérdés: „Mit szeretnénk elérni az UV-C-rendszerek alkalmazásával?” Meg akarjuk tisztítani a levegőt a vírusoktól és baktériumoktól, vagy a zsírokat és olajokat szeretnénk eltávolítani a kipufogó levegőből? Gondolom, egyetértenelek velem abban, hogy itt már különböző feladatokról van szó, és a vírusok eltávolítása a levegőből valójában nem lehet ugyanaz, mint az olajok és zsírok eltávolítása.

Ezért először is meg kell beszélnünk, hogy valójában mire szeretnénk használni az ultraibb sugárzást a szellőzőrendszerünkben. Az alkalmazott UV-C rendszer típusa a feladatától függ. Az ilyen rendszerek különböző feladatai a következők lehetnek:

- *Tárgyak fertőtlenítése*
- *A levegőben lévő szagok semlegesítése*
- *A levegőben lévő vírusok és baktériumok elpusztítása*

Már ez a három feladat három teljesen különböző területet érint, amelyek mindegyike teljesen különböző UV-C-rendszerek alkalmazását igényli. Nincs olyan rendszer, amely mindhárom feladatot képes megoldani.

Ehhez jön még a mítoszokkal övezett úgynevezett zsírétetés feladata. Mi is ez pontosan, azt később tisztázzuk.

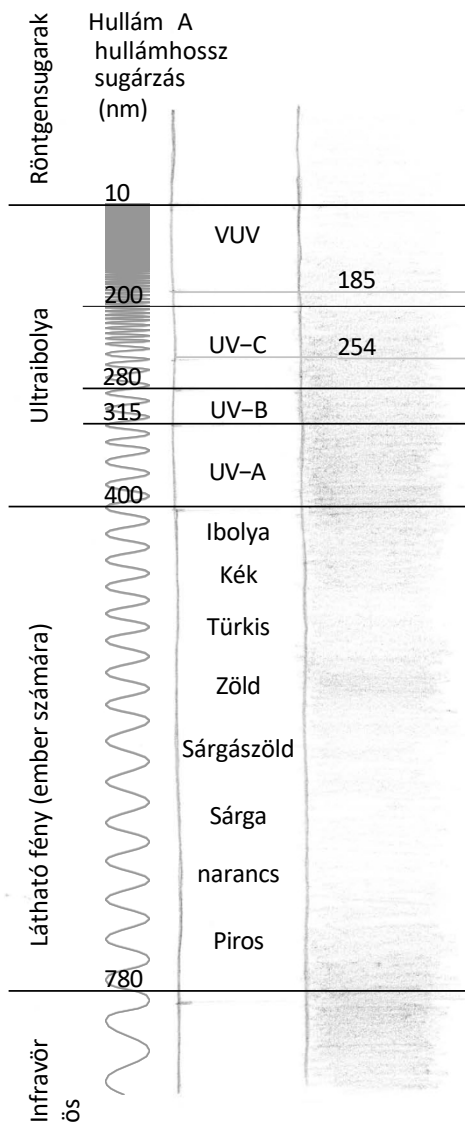
Szükségünk van tehát egy UV-C-rendszerre, amely kifejezetten az egyik feladatra lett kifejlesztve. De még akkor is kérdéses, hogy a rendszer valóban képes-e kielégítően megoldani a feladatot.

4.1. A UV-C sugárzással kapcsolatos tévhit

A lakóhelyiségek levegő tisztító berendezéseibe gyakran építenek UV-C rendszereket. A világszerte tomboló járvány miatt 2020-tól a piacot elárasztották az ilyen típusú légtisztítók. A gyártók azt ígérték a felhasználóknak, hogy ezeknek a készülékeknek az ultraibolya sugárzása képes elpusztítani a veszélyes vírusokat. De hogyan működhet ez?

Vizuálisan ezek az UV-C rendszerek a hagyományos fénycsövekre emlékeztetnek, mint amelyeket például a nagy irodák világítási rendszereiben lehet látni. Különböző méretekben kaphatók. Ha bekapcsolunk egy UV-C-csövet, az nem fehér fényben világít, mint az irodai világítás, hanem kék színben csillog, ahogyan azt a szoláriumokból ismerjük. Ez a kék fény mesterségesen előállított, rövid hullámhosszú UV-C-sugárzás, amelynek hullámhossza körülbelül 250–280 nanométer.

Elektromágneses spektrum



UV-A és UV-B

Ezek az UV-sugarak az egyetlenek, amelyek eljutnak a Földre. Az embernek szüksége van rájuk a szervezetben a D-vitamin előállításához. A bőr barnulását okozzák. Túl nagy dózisban azonban károsak, mind rövid távon (napégés veszélye), mind hosszú távon (bőrrákszerű daganatok kialakulásának veszélye).

UV-C

A sterilizáláshoz mesterségesen előállított UV-C fényt használnak, amelynek hullámhossza 250 és 280 nm-es hullámhosszon. Különösen a 254 nm-es hullámhossz ideális a mikroorganizmusok örökletes anyagának károsítására. Az UV-C sugárzás az emberre is káros.

V (vákuum) UV

Az ultraibb spektrumból mesterségesen előállított, 185 nm hullámhosszúságú fényt használnak ozonképzésre. A használat csak speciális kvarccsővekkel lehetséges.

Hullámhossz tényező

Az UV-C rendszerek esetében a sugárzás hullámhossz-tartománya fontos, mivel csak így lehet elpusztítani a baktériumokat és vírusokat, illetve megakadályozni azok további szaporodását az örökletes anyaguk károsodása révén. Ezt a tudást már régóta alkalmazzák az orvosi technológiában, például a műtéti eszközök és orvosi műszerek fertőtlenítésére. Ezek a fertőtlenítő készülékek gyakran téglalap alakú dobozok, amelyek hasonlóak a kereskedelembe kapható mikrohullámú sütőkhöz. Ezekbe a dobozokba UV-C-csővek vannak beépítve, amelyek segítségével a belső tér 250–280 nanométeres hullámhossz-tartományban sugárzható. Az ilyen ultraibolya sterilizálóba helyezett tárgyak az UV-C-sugárzás hatására fertőtlenítődnek.

A időtényező

Ezeknek az UV-C-sterilizátoroknak az adatlapjain újra és újra felhívják a figyelmet arra, hogy a teljes baktériummentesség, azaz a sterilizálás már körülbelül 30 másodperces besugárzás után elérhető.

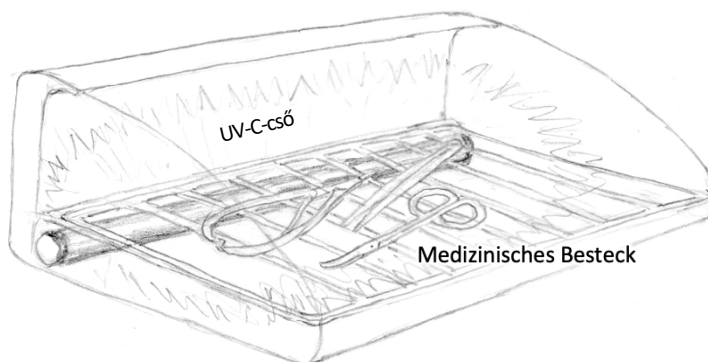
A legtöbb UV-C sterilizátoron 30 másodperctől 60 percig terjedő fertőtlenítési idő állítható be, hasonlóan a háztartási mikrohullámú sütő időbeállításához.

Hullámhossz+ Idő= Kívánt eredmény

Így meghatároztuk az első alkalmazási területet, amelyhez számos műszaki megoldás, termék és tapasztalat áll rendelkezésre: ha teljesen ártalmatlanná akarjuk tenni a vírusokat és baktériumokat olyan tárgyakon, mint ollók, kések, fogók, tűk stb., akkor mesterségesen előállított ultraibolya sugárzásra van szükségünk, amelynek hullámhossza körülbelül 250–280 nanométer. Nagyon fontos továbbá, hogy ezek a tárgyak legalább 30 másodpercig legyenek kitéve a sugárzásnak, hogy valóban sterillé váljanak. Így

Legalábbis ez az ajánlás az UV-C-sterilizátorok gyártóitól, amelyek már évek óta használatosak az orvosi technológiában.

Fertőtlenítés UV-C-sterilizátorban



Ez a modern sterilizáló két lépésben működik:

- UV-C sugárzás (254 nm) legalább 30 másodpercig, hogy elpusztítsa a mikroorganizmusok örökölhető anyagát.
- VUV-sugárzás (185 nm), hogy az ozon teljesen elpusztítsa a mikroorganizmusokat.

24. ábra

Mit kell ebből következtetnünk a szellőztetés és a levegőtisztítás tekintetében?

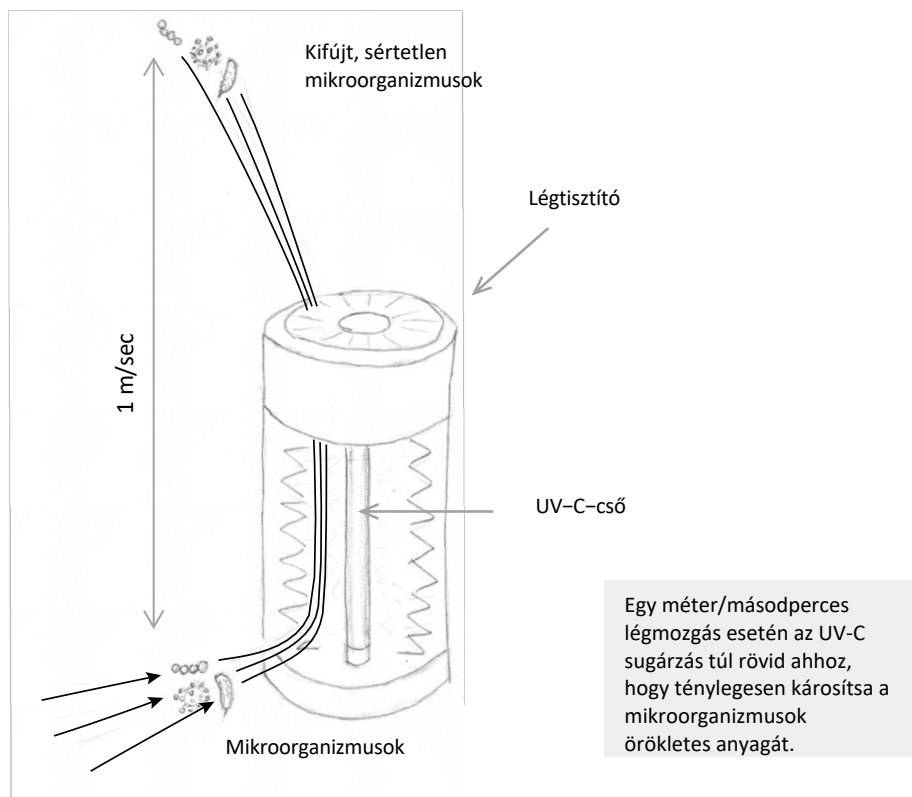
Valójában a válasz erre a kérdésre nagyon egyszerű és egyértelmű: ha baktériumokat és vírusokat akarunk elpusztítani a levegőben, akkor ugyanolyan ultraibolya sugárzásra van szükségünk, amelynek egy bizonyos ideig hatnia kell a vírusokra és baktériumokra.

Tévhit

A levegő sterilizálása ugyanúgy működik, mint a tárgyaké.

Bár ez egyszerűnek és logikusnak tűnik, a szellőztetésben itt kezdődnek a problémák. A szellőzőberendezésekben és légtisztítókban áramló levegővel van dolgunk, nem pedig tárgyakkal, amelyek a sterilizálás során fél percig mozdulatlanok maradnak. A levegő a szellőzőberendezésekben és légtisztítókban legalább egy méter/másodperc sebességgel mozog. Minden, ami ebben a légáramlatban található, így a baktériumok és vírusok is, másodpercenként legalább egy métert tesz meg. Sok berendezésben ez a távolság még nagyobb, másodpercenként két-öt méter.

A levegő útja egy másodperc alatt



25. ábra

Ez a körülmény már önmagában is problémát jelent és nagy kihívást jelent. A sterilizáló berendezések orvosi technikai leírásából megtudtuk, hogy a baktériumokat és vírusokat legalább harminc másodpercig ultraibolya sugárzásnak kell kitenni. Hogyan valósíthatjuk ezt meg egy szellőztető berendezésben?

Egy olyan elszívó rendszerben, ahol a levegő sebessége egy méter másodpercenként, egy harminc méter hosszú elszívócsőre lenne szükség UV-C-csővel. Ilyen berendezést azonban nem talál. A szellőzőberendezések és légtisztítók UV-C-csővel ritkán hosszabbak egy méternél. Így nagyon egyszerűen kiszámítható, hogy a levegővel szállított baktériumok és vírusok mennyi ideig vannak kitéve az UV-C sugárzásnak ezekben a készülékekben: a sugárzásnak ilyen rendszerekben csak egy másodperc áll rendelkezésre, hogy hatást gyakoroljon a vírusokra és baktériumokra. Ez a sterilizáláshoz túl rövid idő.

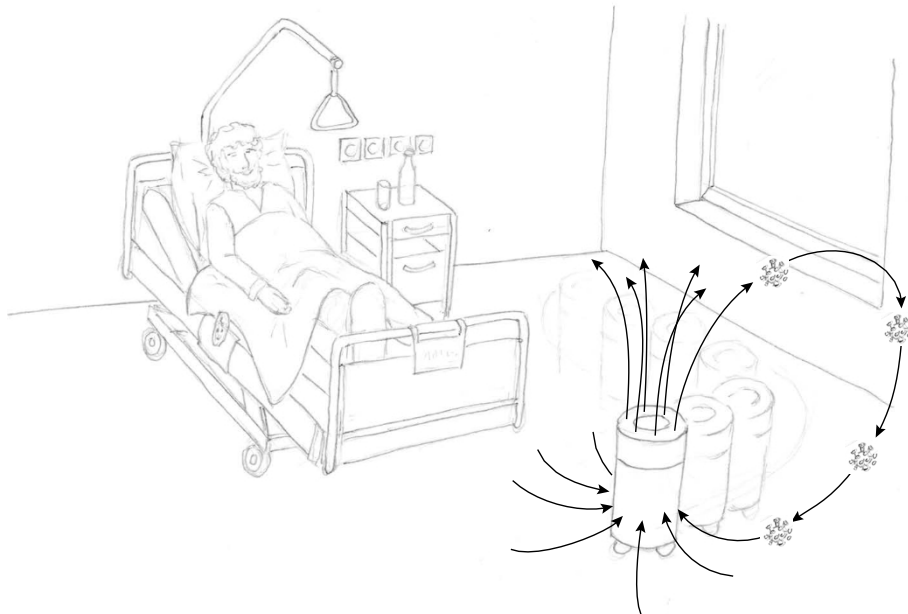
Ezért nem elegendő egyszerűen UV-C-csöveket beépíteni egy szellőzőberendezésbe vagy légtisztítóba, és ez legtöbbször nem is célszerű. Mit kell tehát tenni?

Az egyik lehetőség az lenne, hogy a levegőt legalább fél percig folyamatosan az UV-C-csövek területére vezettük, hogy megfelelően hosszú hatási időt érjünk el.

Gyakorlati példa: fertőtlenítő robotok

Pontosan ezt teszik az újonnan kifejlesztett fertőtlenítő robotok a kórházakban. Ezeket a készülékeket a pandémia idején fejlesztették ki, és kórházi szobákban használhatók. Önállóan behajtanak egy szobába, és megtisztítják a levegőt. Ehhez beszívják a levegőt, majd kifújják. Ezalatt a levegő ultraibolya sugárzásnak van kitéve. Ez a folyamat egy bizonyos ideig folyamatosan ismétlődik a szobában. Ahogy sejteni lehet, így legalább harminc másodperces hatást lehet elérni.

Fertőtlenítő robotok a kórteremben



Csak akkor lehet a fertőtlenítő roboton (egyszerűsített ábrázolás) keresztül „folyamatos ciklusban” áramoltatott levegőben található kórházi baktériumokat az UV-C sugárzással hatástalanítani.

26. ábra

Ez a folyamat azonban csak akkor lehetséges, ha rendelkezünk egy zárt térrel, ahol a robot egy bizonyos ideig folyamatosan ugyanazt a levegőt szívhatja be, sugározhatja és fújhatja ki. Ha viszont szellőző helyiségről van szó, ahová friss levegő áramlik be, és ahonnan a szennyezett, elhasznált levegő elszívódik, akkor a helyzet teljesen más.

Nincs elég idő

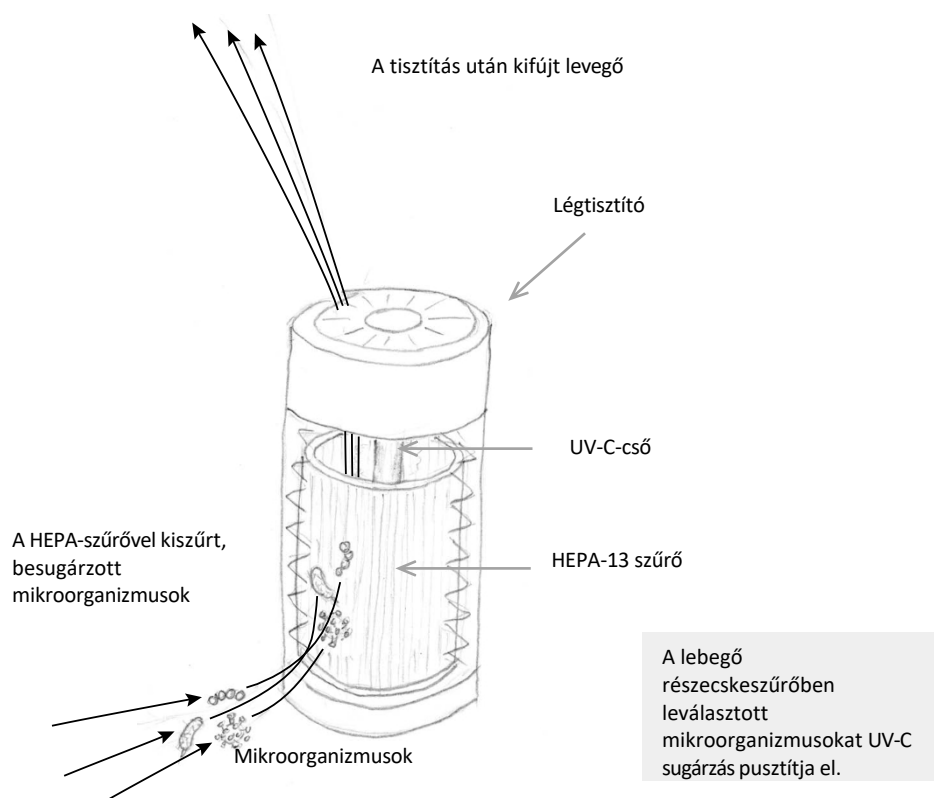
Még az egyszerű és kis méretű szobai légtisztítók esetében is alig több mint egy másodpercig tart a levegő beszívása, tisztítása és kifújása. Ezért egyértelmű, hogy ilyen kompakt

légtisztítóban semmiképpen sem lehet a levegőt csak UV-C sugárzással sterilizálni. Ehhez egyszerűen nincs elég idő.

Légszűrők használata

A kompakt helyiséglevegő-tisztítók teljesítménye szuszpendált részecskeszűrők beépítésével javítható. Ezek nagy teljesítményű szűrők, amelyek a levegőből a nagyon apró részecskéket, valamint a vírusokat és baktériumokat is kiszűrik. UV-C sugárzással kombinálva, amely elég hosszú ideig besugározza ezt a nagy teljesítményű szűrőt, a vírusok és baktériumok elpusztulnak a szűrőn.

Segédeszközök Légszűrők



27. ábra

Számos hasonló példa létezik. Végül mindig arról van szó, hogy a megfelelő ultraibolya sugárzást elég hosszú ideig kell a vírusokra és baktériumokra hatni, hogy azok génállományát kellőképpen károsítsa és megakadályozza szaporodásukat. Csak a teljes elpusztításával érhető el a valódi sterilizálás. Tudományosabb módon ezt a tényt a következőképpen lehetne összefoglalni:

A sugárzás halálos hatással van a vírusokra és baktériumokra, ha elég intenzív és elég hosszú ideig hat rájuk.

A sugárzás intenzitásának tényezője

A sugárzás intenzitása a csövektől függ, pontosabban azok teljesítményétől négyzetméterenkénti besugárzott felületre vonatkoztatva. Minél nagyobb teljesítményt használunk wattban, annál rövidebb a szükséges hatási idő. Ha alacsony teljesítményű UV-C LED-eket használunk, amelyek csak néhány watt teljesítményt nyújtanak LED-lámpaként, akkor ennek megfelelően hosszabb hatási időre van szükség. Az összefüggés viszonylag egyszerű: minél nagyobb a sugárzási teljesítmény és minél hosszabb a besugárzási idő, annál nagyobb a fertőtlenítő hatás – és fordítva.

Most térjünk rá az olajok és zsírok eltávolítására a levegőből, és arra, hogy ebben hogyan segíthet az UV-C sugárzás. Ha közelebbről megvizsgáljuk ezt a kérdést, akkor a szellőztetés és a levegőtisztítás területén az egyik legnagyobb tévhitbe ütközünk. Ez azonban inkább rejtély, mint tévhit, és a következő kérdéssel lehet leírni.

4.2. Az UV-C sugárzás képes eltávolítani az aeroszolokat?

Ha hiszünk a szellőztetés-technika számos gyártójának állításainak, akkor igen. Gyakran állítják, hogy az UV-C-csővekből származó ultraibolya sugárzás képes eltávolítani az olajokat és zsírokat a kipufogó levegőből. Ez a rejtély elsősorban a kereskedelmi konyhai szellőztetésben terjedt el. Egyes gyártók szerint nem annyira az aeroszolszeparátorok, amelyeket a második fejezetben bemutatam, hanem inkább az UV-C-rendszerek tartják a konyhai szellőzést zsír- és olajmentesen.

Mint már korábban kifejtettem, az ilyen olajok és zsírok a levegőben aeroszolok vagy elpárolgott formában lehetnek jelen.

Tévhit

Az UV-C sugárzás megtisztítja a levegőt a zsíroktól és olajoktól.

Sok gyártó állítja, hogy egy megfelelő UV-C-rendszer a konyhai elszívóberendezésben képes eltávolítani az összes zsírt és olajat a légáramból, és teljesen olaj- és zsírtalanul tartja a konyhai szellőzőrendszert.

Nagyszerűen hangzik, igaz? Sajnos ezeket a forradalmi légtisztító tulajdonságokat eddig még egyetlen esetben sem igazolták tudományos szinten.

Ma már tudjuk, milyen komplex feladat a baktériumok és vírusok megbízható eltávolítása UV-C sugárzás segítségével. Az ultraibolya sugárzás segítségével az olajokból és zsírokból származó aeroszolok és cseppek eltávolítása a levegőből azonban teljesen más dolog!

Ez már a légszennyező anyagok méretével és tulajdonságaival kezdődik: egy vírus sokszor kisebb, mint egy olajos aeroszol. Ráadásul a vírusok és baktériumok nem párolognak el egyszerűen, és más módon sem bomlanak le. Az ultraibolya sugárzás olyan mértékben károsítja a génállományukat, hogy többé nem tudnak szaporodni és elpusztulnak.

Az olajok és zsírok eltávolításával a levegőből azt állítják, hogy ezek teljesen feloldódnak és eltűnnek – legalábbis ezt ígérik a nagy szavak! Hogyan működhet ez?

Félreértés

A zsír fotolízis útján teljesen lebomlik.

A gyártók a legmerészebb állításokat teszik közzé ezzel kapcsolatban. Úgy állítják, hogy speciális UV-lámpák képesek fotolízis útján lebontani a levegőben található zsírtartalmat. Ezzel a zsírtartalom 95%-kal csökkenne, és a zsír végtermékké, oxigénné, szén-dioxiddá, vízzé és por alakú maradékanyagokká alakulna át.

Ha megkérdezzük, hogy ezeket az állításokat hogyan mérték és validálták, mindig azt a választ kapjuk: „Mi így figyeltük meg!” vagy „Már évek óta használjuk ezeket a berendezéseket, és mindig ezt figyeltük meg, nem tévedhetünk!”

A legtöbb esetben nincs semmilyen mérési technika, mérési jegyzőkönyv, és soha nem készült olyan tanulmány, amely ezeket az állításokat és megfigyeléseket akár csak részben is alátámasztaná. Az ígéreteket és vállalásokat évtizedes tapasztalattal és saját megfigyelésekkel indokolják, amelyek ilyen hosszú idő alatt nem lehetnek tévesek.

Gyakorlati példa: kipufogógáz-értékek

A VW-konzern is több évtizedes tapasztalattal rendelkezik a dízelmotorok fejlesztésében, és biztos volt abban, hogy motorjainak kipufogógáz-értékei nem lehetnek tévesek.

Honnan jön ez a túlzott lelkesedés? Miért használják ennyien ezt a technológiát a kereskedelmi konyhai szellőztetésben?

Mert ez egy rendkívül jövedelmező üzlet. A csövek beszerzése nem jelent problémát, a kipufogórendszerbe való beépítés pedig minden közepesen jártas villanyszerelő számára elvégezhető, így valóban csekély ráfordítással több ezer euróval lehet felértékelni a konyhai szellőzőrendszert!

Tévhit

A konyhai szellőzőrendszer minden esetben UV-fény a l k a l m a z á s á v a l j a v í t h a t ó .

Itt azonban felmerül a kérdés: valóban felértékelődött-e a rendszer? A zsír és az olaj 95%-ban megbízhatóan eltávolítható? Ez a további beruházás valóban tartós hozzáadott értéket jelent a felhasználó számára?

Ahhoz, hogy erre komolyan válaszolhassunk, meg kell vizsgálni a tényeket. Csak ezután merülhetünk bele a korábban feltett kérdések megválaszolásába. Ehhez felsorolunk minden alapos tény, amely ezekkel a mítoszokkal kapcsolatos:

1. Az UV-rendszernek ózont kell termelnie

Az UV-C-rendszerek csak akkor hatnak a zsírokra és olajokra a kereskedelmi konyhai elszívott levegőben, ha a megfelelő UV-C-csőveket használják. Ezeknek 200 nanométeres hullámhossz alatti ultraibolya sugárzást kell kibocsátaniuk. Ez csak a csöveknél lehetséges.

szintetikus kvarcüvegből készül. A trükk abban rejlik, hogy az ultraibolya sugárzás 185 nanométeres hullámhossz-tartományban nem szűrődik ki az üvegből, így szabadon távozni tud. Ez az ozon előállításának alapfeltétele.

2. Az ózon feladata a zsírok és olajok oxidálása.

A megfelelő csövek és a megfelelő hullámhosszúságú sugárzás használatával ózon keletkezik a szellőzőrendszerben. Az ózon fontos ahhoz, hogy egyáltalán hatást gyakoroljon az olajokra, zsírokra és sok más anyagra. Ugyanakkor nagyon erős oxidálószer. Ezért egészségre káros, sőt rákkeltő hatása is gyanított. A konyhai elszívó levegőben azonban meg lehet próbálni az olajok és zsírok oxidálását. De itt szándékosan azt mondom: MEG LEHET PRÓBÁLNI!

Kutatási jelentés az USA-ból

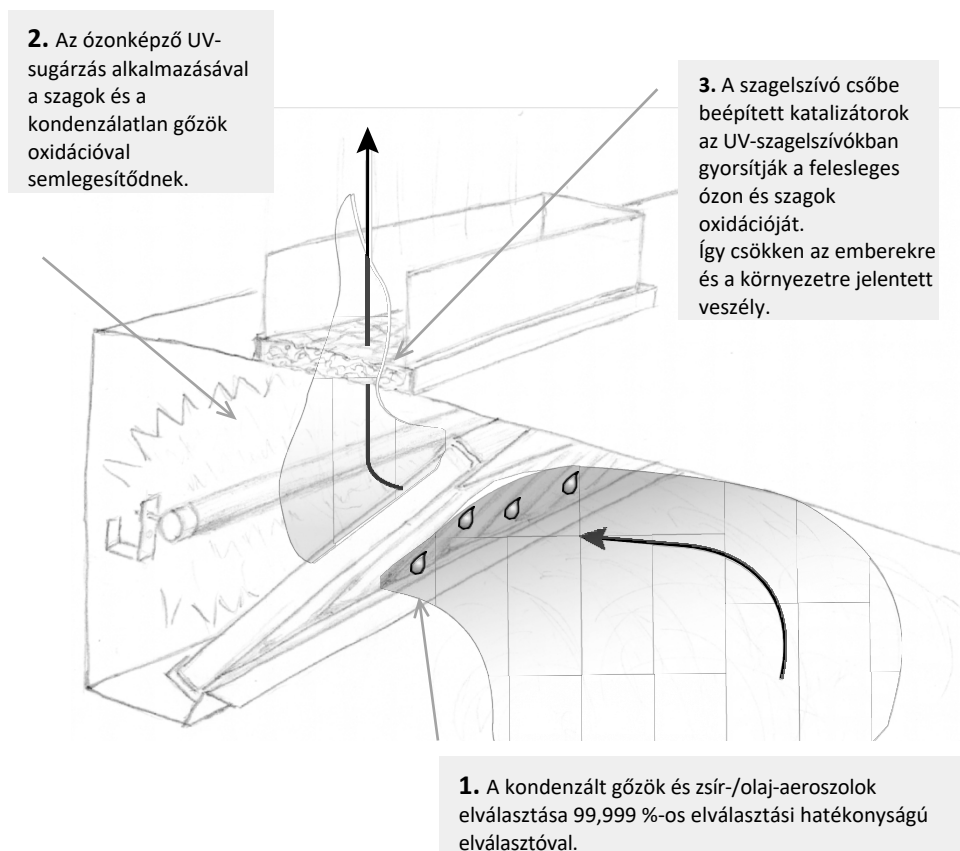
Legújabb amerikai tanulmányok bizonyítják, hogy ez az oxidáló hatás ugyan fennáll az olajokra és zsírokra, azonban nem túl hatékony. Az olajok és zsírok csak részben oxidálódnak, és ezek a tanulmányok nem támasztják alá azt az állítást, hogy az olajok és zsírok teljes mértékben eltávolíthatók. Éppen ellenkezőleg! Az ózon magas veszélyességi potenciálja miatt inkább az a kérdés merül fel, hogy az ilyen rendszerekben történő ózontermelés nem okoz-e több kárt a környezetnek, mint amennyit segít! A vonatkozó kutatási jelentést 2020-ban tette közzé az ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) „Research Project 1614 Determining the Effectiveness of UVC Systems on Commercial Cooking Effluent” címmel.

3. Hatékony zsír eltávolítás előzetesen

Az ózon olajokra és zsírokra gyakorolt csekély hatása miatt a konyhai elszívórendszerekben a fő hangsúlyt a szűrőkön és elválasztókon keresztül történő elszívásra, tisztításra és a levegő olaj- és zsírtartalmának a lehető legnagyobb mértékű eltávolítására kell helyezni. Ha a levegő emellett erős szagú, az elpárolgott olajok és zsírok miatt lehet.

olajok és zsírok párolgásával. Ezért – és csakis ezért – korlátozott mértékben alkalmazható egy ózont termelő UV-C-rendszer. Ennek során azonban nem szabad figyelmen kívül hagyni az ilyen rendszerek veszélyességét.

Az UV-sugárzás ésszerű alkalmazása konyhai elszívókban



28. ábra

4. Az ózon potenciálisan rákkeltő.

Az UV-C berendezések, amelyek sugárzásukkal ózont termelnek, nagy veszélyt jelentenek, amire a kereskedelmi konyhákban dolgozókat túl ritkán figyelmeztetik, nemhogy részletesen oktatnák őket az egészségügyi kockázatok elkerüléséről. Mint már korábban említettük, ez a sugárzás károsíthatja a vírusok és baktériumok örökölhető génállományát. Az örökölhető génállományra gyakorolt káros hatás azonban nem korlátozódik a vírusokra és baktériumokra. Azok az emberek is érintettek, akik ennek a sugárzásnak ki vannak téve. A keletkező ózon egészségre káros gáz, és rákkeltő hatása is gyanított.

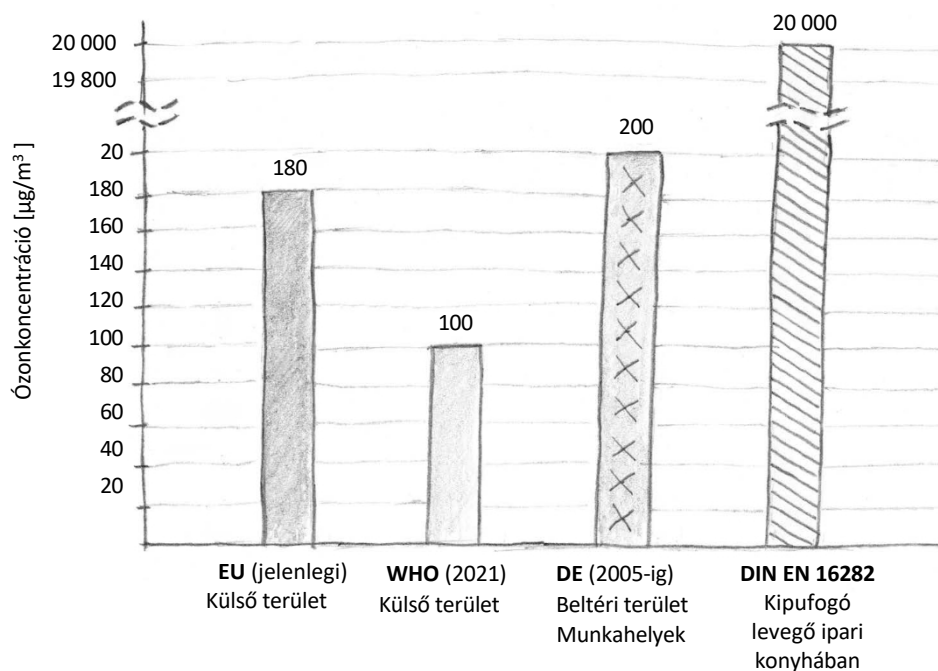
Ezért Németországban mára minden beltéri ózonhatárértéket eltöröltek. A városokban még ózonriadó is van, ha a külső ózonértékek túl magasak. Magas értékek esetén a lakosságot arra kérik, hogy ne sportoljon a szabadban, és ha lehet, maradjon otthon. A szellőztetés és a légtisztítás területén azonban számos műszaki megoldás éppen olyan sugárzást alkalmaz, amely ilyen veszélyes gázokat termel.

Gyakorlati példa: konyhai szellőzés

Már többször is tapasztaltam, hogy a szakácsok a konyhai elszívók szűrői mögötti fénycsövekről beszéltek, és nem voltak biztosak abban, hogy azok még működnek-e. Amikor elmondtam nekik és a konyhai személyzetnek, hogy ezek nem fénycsövek, hanem UV-C-rendszerek, amelyek veszélyes sugárzást bocsátanak ki és egészségre káros gázokat bocsátanak ki, nem egyszer láttam nagyon megdöbbent arcokat.

Ennyit a tényekről, amelyek nem teljesek, és biztosan még néhány ponttal kiegészülhetnének.

Ózon határértékek



EU: maximális expozíciós érték egy óra alatt naponta (1 órás átlagérték), e határérték túllépése esetén a lakosságot tájékoztatni kell



WHO: maximális expozíciós érték nyolc óra alatt (8 órás átlagérték)



DE (2005-ig érvényes): napi MAK (maximális munkahelyi koncentráció). Azóta Németországban nincsenek ózon határértékek beltéri munkahelyekre, mivel az ózon rákkeltő hatással bírhat az emberre.

Svájcban továbbra is a 200 μg -os MAK-érték érvényes.



A **DIN EN 16282** szabvány szerint 20 000 μg az ózon legmagasabb határértéke a konyhai elszívóban. Ez a németországi munkahelyi érték 100-szorosának felel meg (2005-ig érvényes)! Vagy a WHO által a kültéri levegőre vonatkozóan meghatározott 8 órás átlagérték 200-szorosának!

A mérési technika például egy másik szempont. El sem tudják képzelni, hány gyártó forgalmaz ózontermelő rendszereket, de nem rendelkezik megfelelő mérési technikával a veszélyes ózongáz koncentrációjának meghatározásához.

Félreértés

Az olajok és zsírok feloldódtak, mert (bizonyos technikákkal) nem lehetett őket mérni.

Vannak olyan gyártók is, akik megfelelő részecskemérő technikával állítólagosan ellenőrizhető bizonyítékot nyújtanak az összes olaj és zsír eltávolításáról. Ezekben az esetekben gyakran csak egy egyszerű hőmérsékletmérés lenne tanácsos. Miért? Egyes rendszerekben több tucat UV-C-cső van felszerelve a kipufogócsatornában vagy a konyhai elszívóban. Ezek működés közben nagyon felforrósodnak, és így az egész környező helyiséget felmelegítik. Ezáltal sok olaj és zsír elpárolog.

5. Hogyan lehet láthatóvá tenni a légáramlásokat?



A pandémia kezdetén, 2020-ban „izgalmas” tendenciát figyelhattunk meg Németországban. Nemcsak a kompakt szobai légtisztítók kínálata robbant meg hirtelen, hanem egyszerre több száz szellőztési szakértő és aerodinamikus jelent meg Németországban. Több ezer grafikus ábra készült a nagy irodákban vagy tantermekben áramló levegőről, amelyeket mindenhol bemutatnak. Mi volt a közös ezekben az ábrákban? Szépek és színesek voltak, és sok nyíl volt rajtuk. Ezek többnyire egy légtisztítóra mutattak, amelyet a szoba sarkában helyeztek el, hogy megtisztítsa a levegőt a vírusoktól és a káros anyagoktól.

Az 1. fejezetből már tudjuk, hogy rendkívül bonyolult dolog valamit beszívni – , ezért már most egyértelműnek kell lennie, hogy egy sarokban álló légtisztító nem képes beszívni egy osztályterem vagy egy nagy iroda teljes levegőjét. Akármennyi színes nyíl mutat is a légtisztítóra, a levegő nem fog oda áramlani (lásd 5. ábra)!

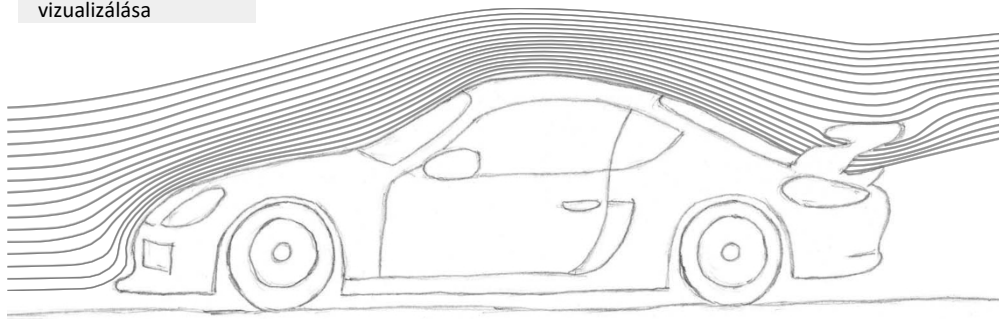
A legtöbb színes ábra tehát egyszerűen csak kitalált légáramlásokat ábrázol, amelyeknek semmi köze a valósághoz. De hogyan lehet megállapítani és láthatóvá tenni a légáramlások tényleges irányát?

Alap kutatás a légáramlások elemzéséhez

A Berlieni Műszaki Egyetem Hermann-Rietschel Intézete kiterjedt alap kutatásokat végez ebben a témában. Az intézet képviselői a légáramlások és a szellőztési intézkedések hatékonyságának elemzéséről a következőket mondják: „A légcserélés és a szennyező anyagok eltávolításának hatékonyságát a helyiségben és részletesen minden helyiségpontban az úgynevezett szellőztési hatékonysággal értékeljük. Ez numerikus áramlási szimulációkkal és/vagy mérési módszerekkel határozható meg. Minden projektünkben ezeket a módszereket alkalmazzuk a helyiségek légáramlásainak értékelésére és új, hatékony szellőztési formák kifejlesztésére.”

Légáramlások vizualizálása

Egy versenyautó
aerodinamikájának
vizualizálása



A repülőgép- és versenyautó-gyártásban az áramlási szimuláció már régóta ismert. Ma már a légáramlás számítását és vizualizálását a helyiség- és légtechnika optimalizálására is alkalmazzák.

30. ábra

Mit jelent ez számunkra? Szükségünk van tehát egy áramlási szimulációra és a megfelelő mérési technikára. Pontosan erről volt szó az előző fejezetekben, például az aeroszolfiltrálás vagy az UV-C technológia kapcsán. Hogyan valósítható meg ez a folyamat a légáramlás esetében?

5.1. A színes képek okozta félreértés a légáramlásról

A sok nyíllal ellátott színes képek nem numerikus áramlási szimulációt ábrázolnak, és nem is alapulnak egy bonyolult mérési sorozat mérési értékein. A legtöbb esetben ezek a légáramlás szabadon kitalált ábrázolásai, amelyeknek semmi közük a valós körülményekhez. Szó szerint a levegőből vannak kiragadva, és a valóságot még csak meg sem közelítik!

Félreértés

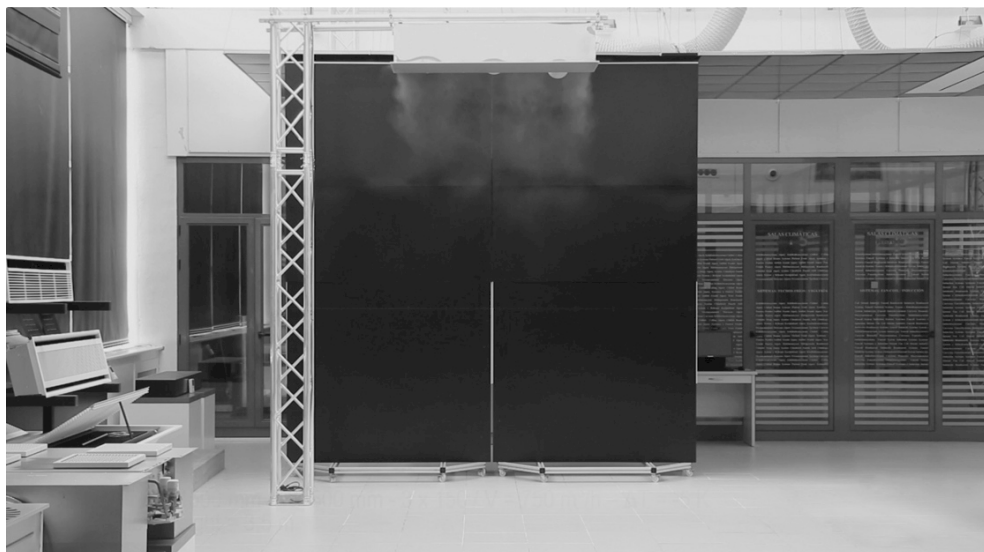
A légáramlás iránya előre jelezhető.

A szellőztetés területén elterjedt tévhit, hogy előre lehet tudni, hogyan fog viselkedni a levegő. A 2. fejezetben bemutattuk, milyen téves értelmezésekhez és következtetésekhez vezethet ez a termékfejlesztés során. Hiszen mi is elkövettük ezt a hibát a csapatunkban, amikor a X-CYCLONE® technológiát fejlesztettük- .

A SCHAKO CFD kompetenciaközpont

A SCHAKO vállalatcsoportban egy külön csapat foglalkozik áramlási szimulációkkal és mérési technikával. A spanyolországi SCHAKO IBERIA-nál CFD-kompetenciaközpontot hoztunk létre. Ez a csapat elsősorban azzal a feladattal foglalkozik, amelyet a berlini Műszaki Egyetem Hermann-Rietschel-Intézete olyan találóan fogalmazott meg! CFD kompetenciaközpontunkban numerikus áramlási szimulációk és megfelelő mérőműszerek segítségével láthatóvá tesszük a légáramlásokat.

A SCHAKO laboratórium működés közben



Bepillantás a beszívott levegő áramlásának vizualizálására szolgáló vizsgálati berendezésbe

31. ábra

Félreértés

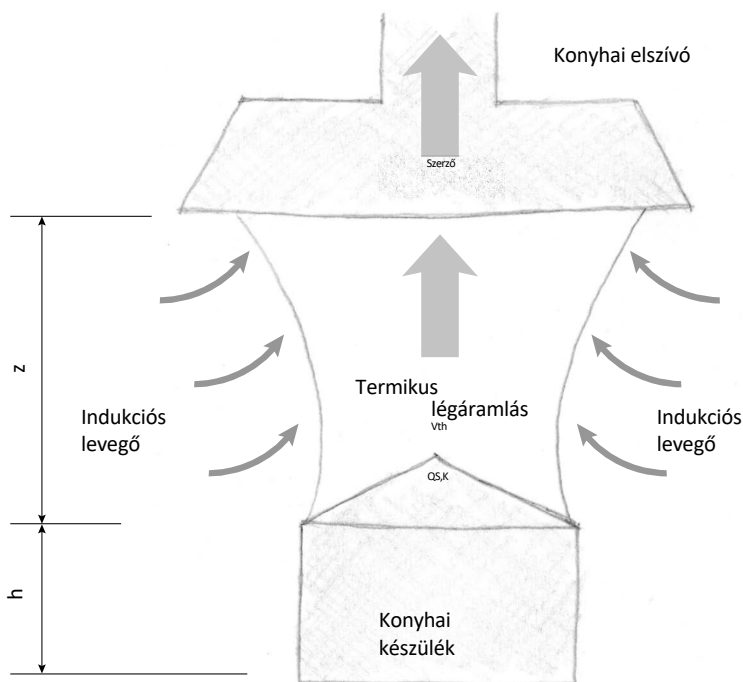
A vizualizációs modellek megfelelnek a valóságnak.

A szabványok és irányelvek is gyakran ugyanazon a téves elképzelésen alapulnak, mint a „színes képeken” látható ábrázolások. A kereskedelmi konyhai szellőztetésre vonatkozó irányelvek, mint például a VDI 2052 és az egész Európában érvényes nemzetközi szabványok, mint például a DIN EN 16282, szintén tartalmaznak színes nyilakkal ellátott ábrázolásokat. A képek egy konyha főzőberendezését és a főzőberendezésből a konyhai elszívóba áramló levegőt ábrázolják. A helyiségbe mutató további nyilak a friss levegő áramlását jelzik a konyhába. Ezeket többnyire egyenes, függőleges vagy vízszintes nyilakkal ábrázolják, amelyek élesen elhatárolt áramlást sugallnak.

A főzőberendezésből függőlegesen felfelé irányuló nyíl, amely eléri a konyhai elszívót, a közvetlenül és azonnal elszívott levegőt jelképezi – itt felmerül a kérdés, hogy ez mennyire felel meg a valóságnak? A tényleges légáramlással mindenesetre alig van köze. Ez egy modell, amely a főzőberendezés feletti termikeket hivatott ábrázolni. Ez a termika felfelé irányuló légáramlást eredményez. Ezt a konyhai elszívó a főzőberendezés felett fogja fel és szívja el. Ez a VDI 2052 irányelv modellje. Kétségtelen, hogy ez egy modell, amelyből sok következtetést lehet levonni. Például ezen a modellen alapulnak a szükséges elszívott levegő mennyiségének meghatározására szolgáló tervezési és számítási eljárások. Ezeknek a modelleknek a segítségével lehet kiszámítani, hogy egy konyhai elszívó a használt főzőberendezésektől függően legalább mennyi elszívott levegőt igényel.

Eddig rendben. Azonban gyakran félreértésekhez és félreértelmezésekhez vezet az a feltételezés, hogy egy ilyen áramlási modell megfelel a valóságnak. Sajnos ez legtöbbször nem így van.

Egyszerű áramlási modell egy konyhai szellőzőrendszerben



A VDI 2052 irányelv áramlási modelljének utánpótlásos ábrázolása:

A nyílak ábrázolása és iránya nem mond semmit az egyes légáramok tényleges viselkedéséről vagy valós irányáról.

32. ábra

A légáramlatok tényleges irányvonala és jelentése

Mint már megtudtuk, a hagyományos konyhai és elszívó burkolatok csak nagyon korlátozott mértékben képesek közvetlenül elszívni a felfelé áramló főzőgőzöket. Ezek nagyon gyakran felhalmozódnak a hagyományos elszívó burkolatokban, anélkül, hogy azonnal elszívódnának. Így az először elszívott gőzök akár visszaszívároghatnak a konyhai burkolatból.

Az említett irányelvben szereplő áramlási modell tehát csak nagyon korlátozott mértékben tükrözi a légáramlások tényleges viselkedését. Ez vonatkozik más irányelvekben és szabványokban szereplő modellekre is. Mint minden természettudományos modell esetében, itt is fontos lenne pontosan meghatározni a modell kereteit, azaz pontosan meghatározni annak érvényességi területét. Ha a modellt általánosan érvényesnek tekintik és a tényleges viszonyok ábrázolásaként értelmezik, az alapvető félreértésekhez vezet! Ezek legkésőbb egy szakszerű és megfelelő CFD-szimuláció során válnak láthatóvá.

5.2. A CFD-szimulációk láthatóvá teszik a légáramlásokat!

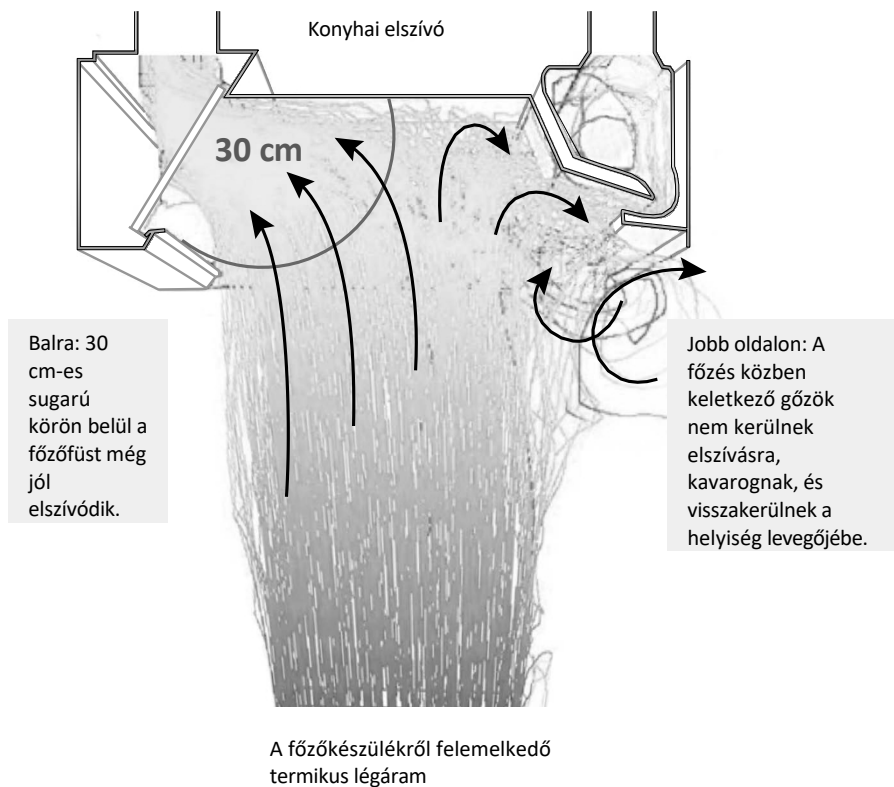
A jól elkészített CFD-szimulációk az egész területen megmutatják a légáramlás összes fizikai nagyságrendjét. Így a szellőzőrendszer működése és hatékonysága is bemutatatható és igazolható. Az 1. fejezetben már részletesen bemutattuk, hogy a hagyományos érzékelő burkolatok csak a beszívási pont körül egy szűk területen képesek közvetlenül elszívni a felfelé áramló gőzöket. Már 50 centiméterre a szűrőktől és a beszívási ponttól mérési eszközökkel nem tudunk elszívást kimutatni. Ez CFD-szimulációval nagyon könnyen látható, és a légáramlatok alapján megállapítható, hogy a gőzök visszaszivárognak a konyhai elszívóból. Azaz a konyhai elszívóban először befogott gőzök és légáramlatok visszaszivárognak, és nem kerülnek elszívásra!

Tévhit

A konyhai elszívóban az összes felemelkedő gőz elszívásra kerül.

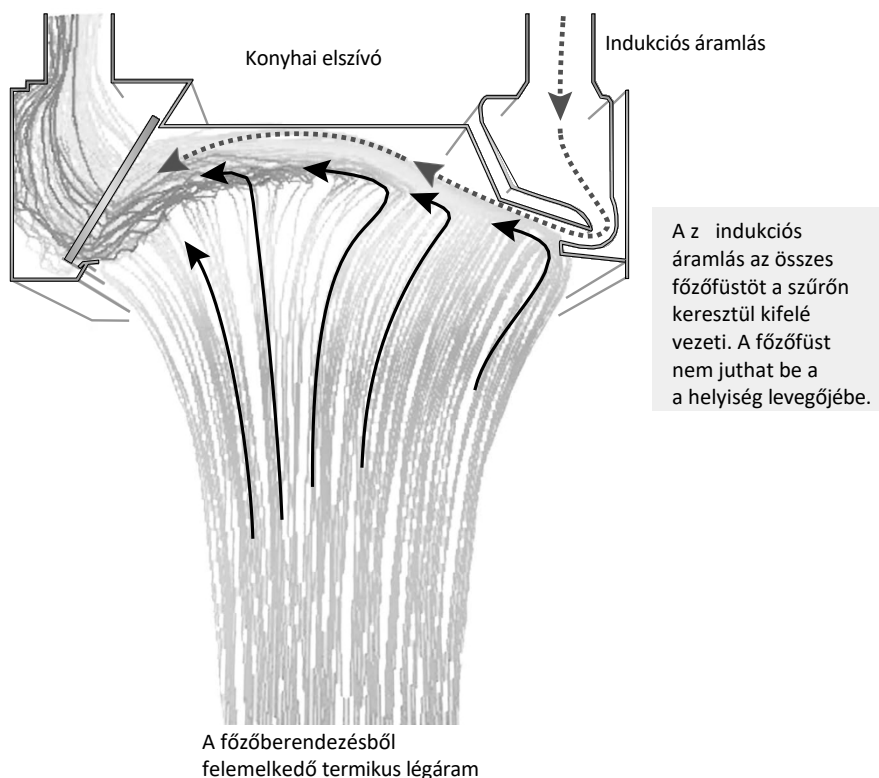
Ez a megfigyelés cáfolja a modell azon feltételezését, hogy az összes levegő, amely a főzőfelület felől felfelé áramlik a burkolatba, ott azonnal elszívódik. A korábbi fejezetekben már megismertük, hogyan lehet reagálni erre a problémára, és milyen termékfejlesztésekre van szükség ezeknek az eredményeknek a fényében.

CFD áramlási kép egy indukciós áramlás nélküli konyhai elszívó burkolatról



Ezen a CFD-szimuláción, amely a levegő áramlását mutatja egyik konyhai elszívónkban, jól látható, hogy erős főzés közben a főzőfüst az elszívási sugárhatáron kívül kavarg, majd visszakerül a helyiség levegőjébe.

CFD áramlási kép egy konyhai elszívó burkolatról indukciós áramlással



A CFD-szimuláció az indukciós áram hatékonyságát mutatja.

34. ábra

Ebben a fejezetben is láthatjuk tehát, hogy jelenleg mennyi félreértés létezik a szellőztetés és a légtisztítás területén. Már korábban is említettem, hogy a REVEN GmbH-nál is voltak ilyen félreértések a múltban. A sorozat befejezéséhez még egy példa:

Az iparban nem ritka, hogy úgynevezett forráslevegő-technikát alkalmaznak a friss levegő helyiségekbe juttatására. Ez egy alacsony intenzitású friss levegő bejuttatás. Ez azt jelenti, hogy a friss levegő általában finom lyukacsos lemezeken keresztül, alacsony áramlási sebességgel áramlik a helyiségbe. Az ilyen forráslevegő-rendszerek ideálisak olyan helyiségekben, ahol a legmagasabb kényelmi követelményeknek kell megfelelni, mivel az alacsony légsebesség csendes és huzatmentes friss levegő bejuttatását biztosítja. Ideális esetben ez úgynevezett rétegáramlást eredményez. A friss levegő nem keveredik intenzíven a helyiségben lévő levegővel, hanem ez az ügyes bevezetésnek köszönhetően rétegek alakulnak ki a helyiség levegőjében, friss, fel nem használt levegőből, valamint felhasznált vagy szennyezett levegőből. Ideális esetben ezek a különböző légrétegek a lehető legkevésbé befolyásolják és zavarják egymást. Hogyan lehet ezt a gyakorlatban megvalósítani? Sok gyártó a problémát szép „színes képekkel” oldja meg, sok nyíllal, hasonlóan a VDI-irányelv modelljéhez.

Mi is, a REVEN-nél, körülbelül 20 évvel ezelőtt bedőltünk ennek a modellnek a tévhitének. Új beszívott levegő termékeket terveztünk, amelyekbe több rétegű lemezeket integráltunk. Ezek lyukacsos lemezek voltak, vagyis lemezek, amelyeken több ezer apró lyuk volt. Ezeknek a levegőáramlás kiegyenlítésére szolgálnak.

Véleményünk szerint a friss levegő áramlását szépen el kell osztani, hogy egyenletesen és lassan „szivárogon” a helyiségbe. Ez hasonlóan képzelhető el, mint egy zuhanyfejnél. Ott egy erős, koncentrált vízszög egyenletesen oszlik el a vízvezetékéből, és nagy nyomás nélkül lép ki a zuhanyfejből.

Gyakorlati példa: forráslevegő-rendszerek – feltételezésünk

Ezen elv alapján fejlesztettük ki körülbelül 20 évvel ezelőtt a REVEN® forráslevegő-rendszereket, mert csapatunk 100%-ig biztos volt abban, hogy ilyen rendszerekből csak nagyon finoman elosztott friss levegő „csordulna” a helyiségbe, ott pedig egy jól elkülöníthető rétegáramlás alakulna ki a használt levegővel, és hogy ez a két légáramlás semmilyen módon nem befolyásolná egymást. Pontosan úgy, mint a fent említett számos

Modellekkel vázlatosan ábrázolva: Szép kék nyilak jelzik, hogy a beszívott levegő egyenes vonalban áramlik a helyiségbe, és ott friss levegőréteget képez, anélkül, hogy zavarná a piros nyilakkal jelzett elszívott levegőt, így az zavartalanul áramolhat a befogó burkolatba, ahol közvetlenül befogásra és elszívásra kerül.

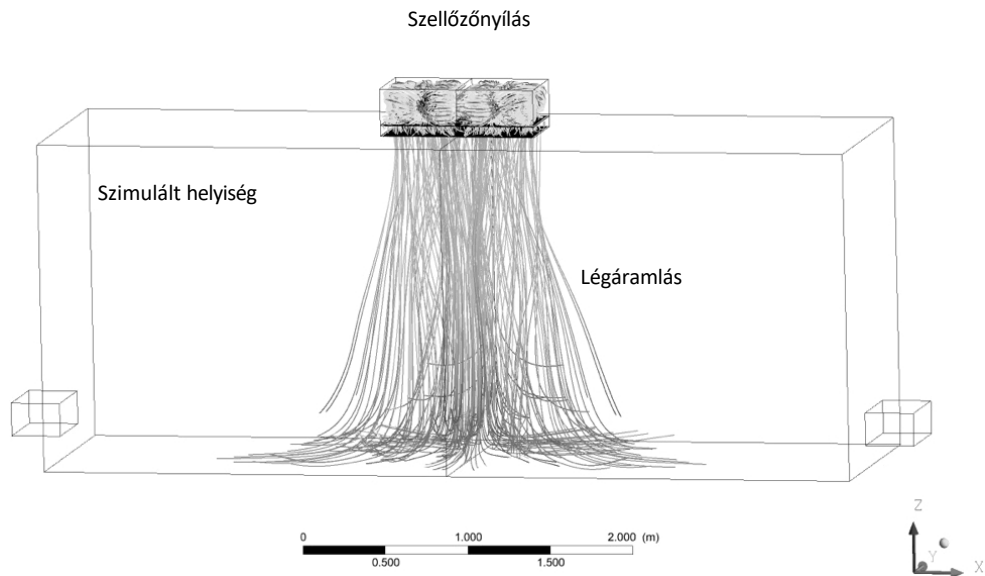
Gyakorlati példa: forráslevegő-rendszerek – kétségek

Még emlékszem, amikor 2017-ben bemutattam a spanyol SCHAKO CFD-csapat egyik szakértőjének a forráslevegő-termékeinket. Számos színes, nyilakkal ellátott képpel mutattam meg neki, mire képesek a beszívott levegő termékeink. Amikor azonban alaposan megnézte a konstrukciónkat és elemezte a vonatkozó tervrajzokat, kétségei támadtak, amelyek gyorsan eloszlatták optimizmusomat. „Sven, ezt szimulálnunk és mérni kell, mert kétségeim vannak, hogy minden úgy működik-e, ahogy te elmagyaráztad.” És mit mondhatnék? Igaza volt!

Gyakorlati példa: forráslevegő-rendszerek – a valóság

Amikor a technikus megmutatta nekem az első CFD-elemzéseket, szinte megdöbbentem. Röviddel az utolsó perforált lemez áthaladása után a beáramló friss levegő szétterült, és pontosan az ellenkezőjét képezte annak a élesen elhatárolt rétegnek, amely közvetlenül a mennyezetről a padló felé áramlott. Alig hittem a szememnek, amit a CFD-elemzésen láttam. Ezután a technikus megvizsgálta a régi beszívott levegő kivezetőnyílását az áramlási laboratóriumban, és ködgenerátorok segítségével láthatóvá tette a légáramlásokat. Ez a vizsgálat ugyanazt az eredményt hozta, mint a CFD-elemzés. Ekkor már nekem is világossá vált, hogy a REVEN-nél hatalmas hibát követtünk el!

CFD-elemzés a forráskivezetésünkről



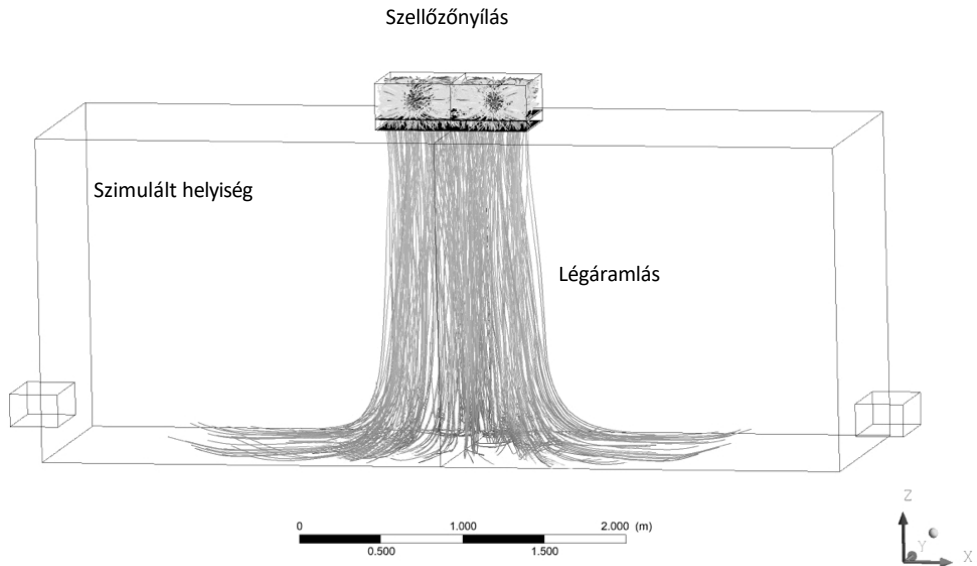
A CFD-szimuláció a mennyezetről beáramló levegő szétterjedését mutatja.

35. ábra

Gyakorlati példa: forráslevegő-rendszerek – optimalizálás CFD segítségével

A „veszélyt felismerni, veszélyt elhárítani” mottóhoz híven 2017-ben elkezdtük pontosan azt tenni, amit már az elejétől kezdve kellett volna. CFD-szimulációk és mérési technikák segítségével optimalizáltuk beszívott levegő termékeink hatékonyságát, és ezzel olyan hatékonyságot értünk el, amely nagyon közel áll a színes képen látható, a mennyezetről a padló felé mutató kék nyílhoz.

A forráskivezetés optimalizálása

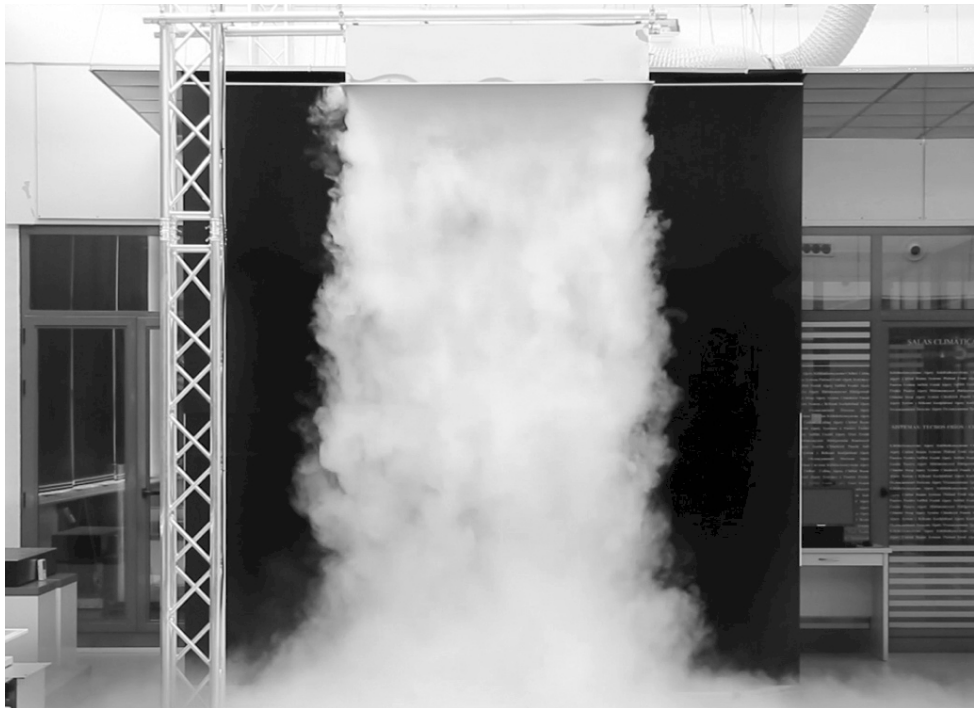


A CFD-szimuláció azt mutatja, hogy a beszívott levegő egyenes vonalban áramlik a mennyezettől a padlóig.

36. ábra

De ahhoz, hogy ezt az áramlási folyamatot elérjük, körülbelül 12 hónapos munka, számos CFD-elemzés és áramlási szimuláció volt szükséges. Az eredmény végül egy igazán hatékony beszívott levegő rendszer lett, mindenféle félreértés nélkül. Nagy köszönet a SCHAKO CFD-csapatnak!

Egy hatékony beszívott levegő rendszer láthatóvá tett légáramlásának ábrázolása



A SCHAKO laboratóriumában a befűvott levegőt ködgéppel láthatóvá teszik. Látható, hogy a befűvott levegő finoman lefelé áramlik.
A CFD-elemzés segítségével elért forráskivezetés optimalizálása megérte a fáradságot.

6. Hogyan mérhető a levegőszennyezés? mérhető?



Évek óta egyetértés van abban, hogy a szennyezett levegő nem egészséges. A világjárvány során megtanultuk, hogy a vírusokkal terhelt levegő milyen veszélyes lehet egészségünkre. Ezért itt szeretném felsorolni, mi szennyezheti a levegőt. A levegőszennyezés okai többek között a következők:

1. vírusok és baktériumok

2. finom por, gombaspórák és pollen

3. gázok és gőzök

részecskék és aeroszolok

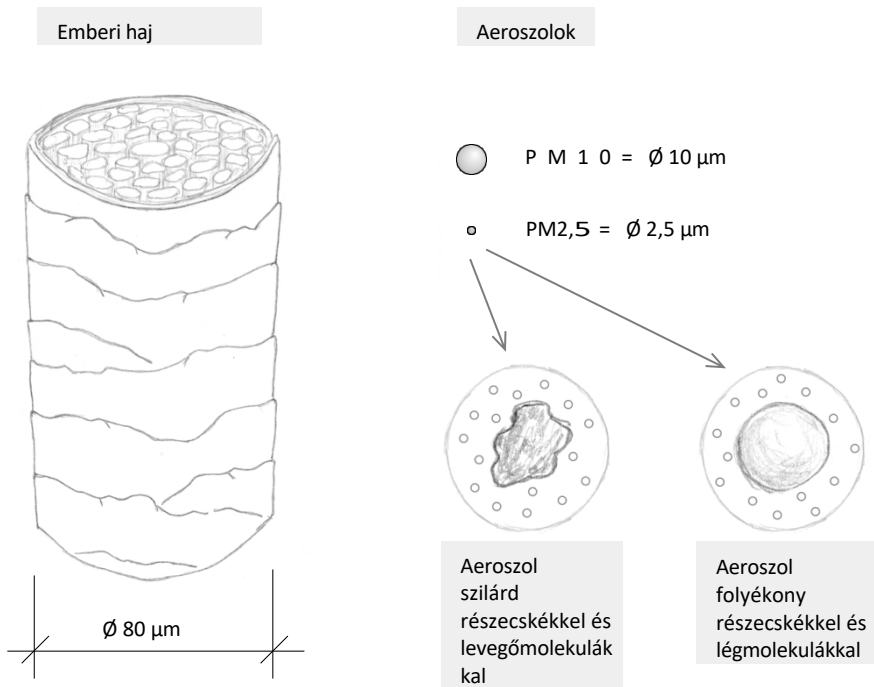
A Világ Egészségügyi Szervezet (WHO) információi szerint a légszennyezésnek van a legnagyobb negatív hatása az emberi egészségre világszerte. Ezért 1987-ben az Egyesült Államokban meghatározták az úgynevezett PM-szabványt. A PM a Particulate Matter (részecskés anyag) rövidítése, és a levegőben található szilárd vagy folyékony részecskék arányát jelenti. Ezek a szilárd vagy folyékony részecskék gyakran aeroszolok alkotóelemei. Az aeroszolok tehát levegő és részecskék keveréke. Ezzel kapcsolatban is gyakran vannak félreértések, és a fogalmakat összekeverik.

Tévhit

Az aeroszol a részecske másik neve.

A levegőben lebegő részecskék önmagukban még nem alkotnak aeroszolt, ez csak a környező levegővel kombinálva jön létre. A PM10 kifejezés tehát a levegőben előforduló, 10 mikrométer (0,01 milliméter) átmérőjű vagy annál kisebb méretű apró részecskék mennyiségét jelöli. Ehhez képest egy emberi hajszál átmérője körülbelül 50–80 mikrométer (0,05–0,08 mm). Meg kell jegyezni, hogy ezek a lebegő PM10-részecskék szilárd porrészecskékből és kis folyékony olajcseppekből is állhatnak. Egyszerűen fogalmazva: az aeroszol mindig gázból, többnyire levegőből, és a levegőben lebegő szilárd vagy folyékony részecskékből áll.

Az aeroszol mérete és összetétele



38. ábra

A PM10 vagy PM2,5 megjelölés a részecskék méretére utal. A szám a mikrométerben megadott átmérőt jelöli. Itt is ügyelni kell, hogy ne legyenek félreértések!

Félreértés

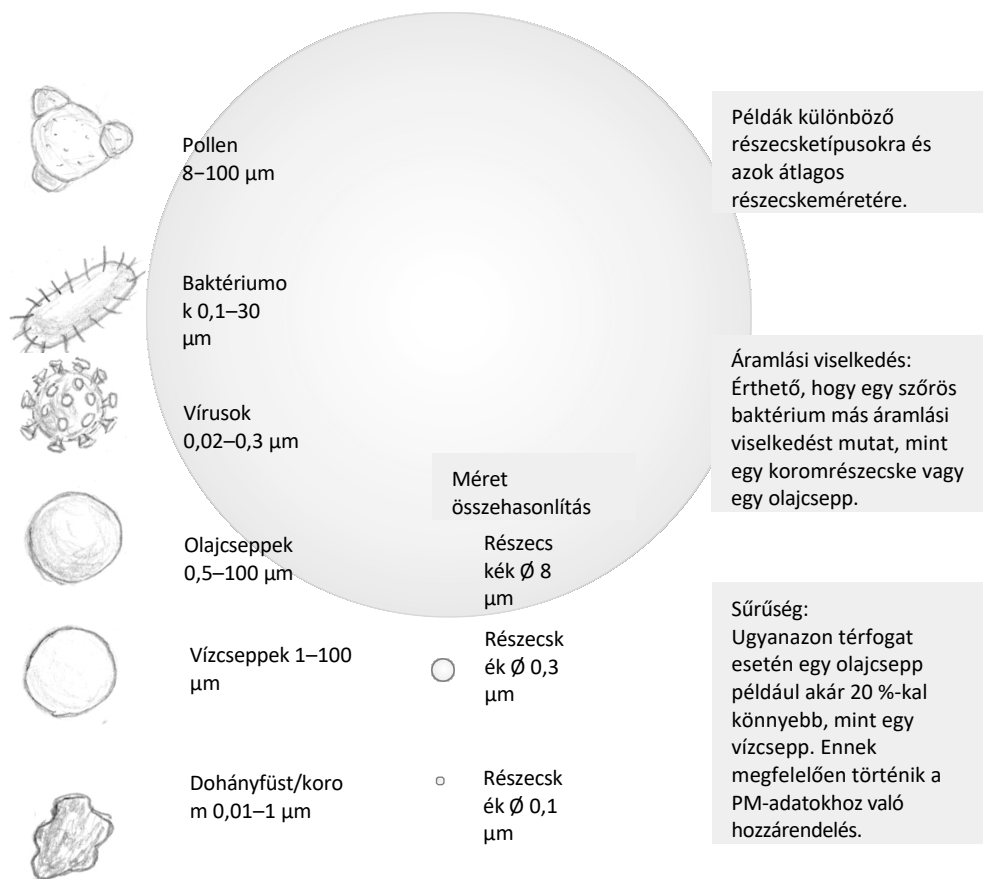
A PM-adatok alapján következtetni lehet a részecskék tényleges alakjára és méretére.

Az átmérő megadása valójában egy gömb geometriáját feltételezi. De hogyan lehetséges ez? A porrészecskék, homokszemcsék, vírusok és minden egyéb légszennyező anyag mindig gömb alakúak? Természetesen nem! Ezek a részecskék gyakran teljesen más alakúak!

A PM-értékek hozzárendelése az egyes részecskékhez

De akkor hogyan lehet mindezeket a részecskéket PM₁₀, PM_{2,5} vagy PM₁ átmérővel meghatározni? Ez egy trükkel lehetséges: egyszerűen összehasonlítjuk a valós részecskéket, amelyek tetszőleges geometriájúak, olyan részecskékkel, amelyek gömb alakúak és a levegőben ugyanúgy viselkednek, mint a valós részecskék. Ehhez figyelembe vesszük például az áramlási viselkedést, de a diffúziós viselkedést és a részecskék sűrűségét is. Megnézzük, melyik geometriailag gömb alakú részecske mutatja ugyanazt a viselkedést, mint a tényleges részecskék. A gömb alakú részecskék, amelyeknek áramlási és diffúziós viselkedése megegyezik, így PM₁₀, PM_{2,5} vagy PM₁-ként definiálhatók. Az így meghatározott átmérőt a tudományban aerodinamikai átmérőnek is nevezik.

A részecskék típusai, formái és méretei



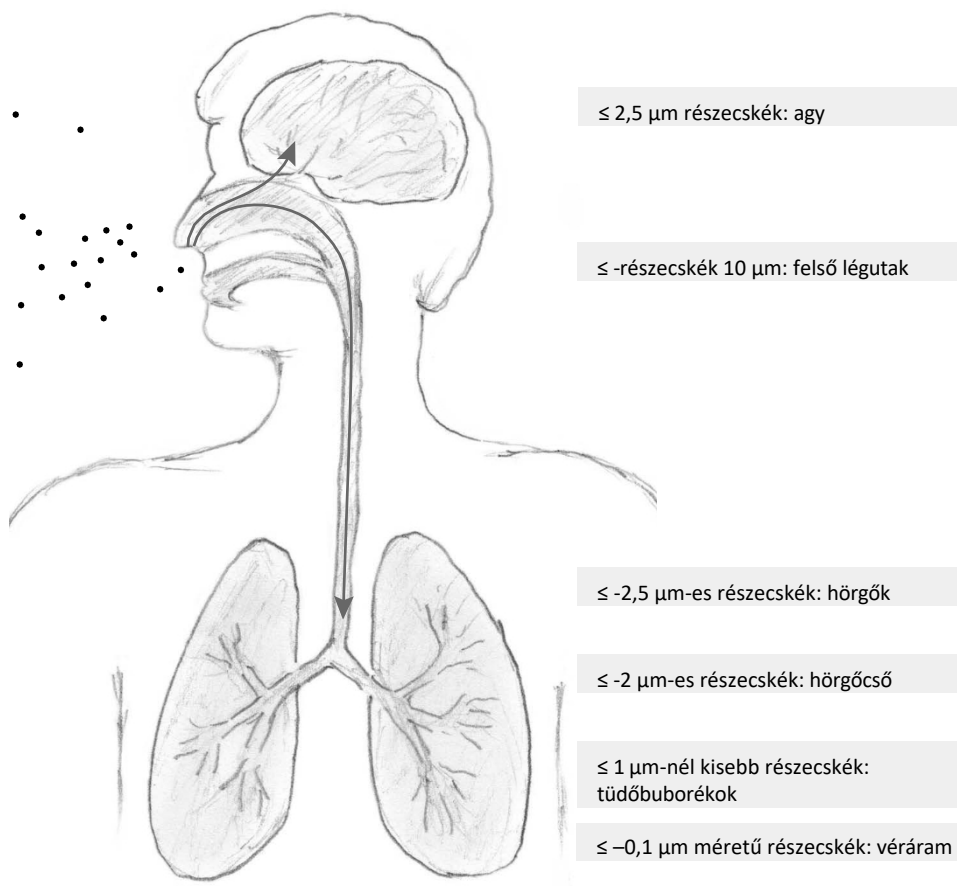
A PM10 részecskék belélegezhetők.

Amikor 1987-ben az Egyesült Államokban meghatározásra kerültek a légszennyezésre vonatkozó szabványok, először a PM10 tartományba tartozó légszennyező anyagokat, azaz a 10 mikrométer átmérőjű és annál kisebb részecskéket kezdték vizsgálni. Miért éppen ebben a mérettartományban? Mert az ilyen méretű részecskék belélegzéskor már nem szűrődnek ki és nem válnak le a szájban és az orrban. Eljutnak a tüdőbe.

A PM2,5 részecskék eljutnak az alveolusokba

Időközben ezt a tartományt tovább szűkítették PM2,5-re. Itt is a egészségvédelem játszott döntő szerepet: a 2,5 mikrométernél kisebb részecskék bejuthatnak a tüdő alveolusokba. Ha a légszennyezés bejuthat a testünk legbelsőbb részeibe, elképzelhető, milyen negatív hatással lehet az egészségünkre.

Részecskék belégzéssel történő felvétele



Mára már jól bizonyított, hogy a PM₁₀ részecskék a felső légutakban, a PM_{2,5} részecskék pedig az alsó légutakban károsíthatják az egészséget. A legújabb tanulmányok szerint a $2,5 \mu\text{m}$ -nél kisebb részecskék közvetlenül az orrnyálkahártyán vagy a véráramon keresztül jutnak az agyba, ahol rontják a teljesítőképességet. A $2,5 \mu\text{m}$ -nél kisebb részecskék közvetlenül az orrnyergén vagy a véráramon keresztül bejuthatnak az agyba, és ott ronthatják a teljesítőképességet.

Nemrég az egyik interjúalanyom a „Luftpost” című új podcastomban így fogalmazott:

„Amit beltéri termelési helyiségekben belélegzünk, gyakran olyan anyagok, amelyek nem tartoznak a testünkhöz, és nem is szabad, hogy a testünkbe kerüljenek!”

De itt is nagy félreértések vannak a szellőztetés és a levegőtisztítás terén!

6.1. A beltéri levegőminőséget övező tévhitek

Több mint két évtizedes tapasztalattal a szakmában még mindig rejtély számomra, hogy miért vannak ilyen súlyos tévhitek a beltéri levegőminőséggel kapcsolatban. Megmagyarázhatatlan okokból az emberek mindig azt feltételezik, hogy a beltéri levegő minősége elfogadható és nincs benne jelentős szennyeződés.

Tévhit

A beltéri levegő minősége általában nem jelent veszélyt.

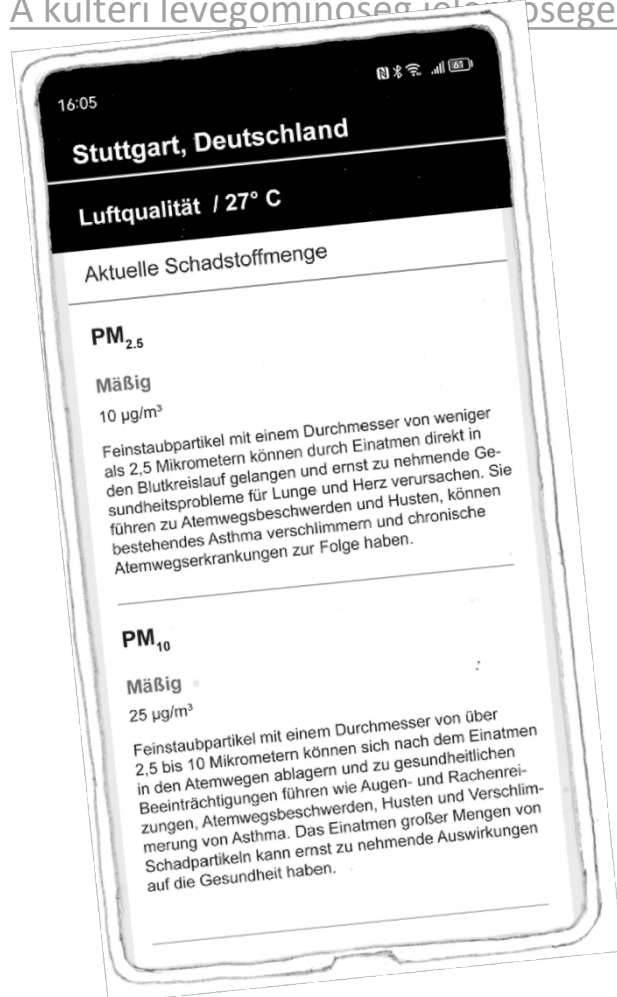
Több mint egy évtizede foglalkozunk ennek a témának a népszerűsítésével, de alig hallgatnak ránk. Gyakran látunk megdöbbszent arcokat, amelyek elárulják, hogy nem igazán hisznek nekünk! Miért van ez így? Miről szeretnénk felvilágosítani? Alapvetően egy nagyon egyszerű dologról van szó, nevezetesen a német nagyvárosokban a levegőszennyezés kezeléséről, összehasonlítva a beltéri levegőszennyezés kezelésével.

Finom por mérés nagyvárosokban

Nagyvárosainkban a légszennyezésről beszélünk, és közlekedési tilalmak bevezetésén gondolkodunk, ha a PM10-finom porrészecskék határértéke hosszabb ideig meghaladja az 50-et. Az értékek meghatározásához a városban egy mérőponton megméri, hogy egy köbméter levegőben hány PM10-finom porrészecske található.

Egyszerűen magyarázva: van egy köbméter városi levegő, és megfelelő mérőműszerek segítségével meg lehet mérni, hogy hány 10 mikrométer átmérőjű vagy annál kisebb finom porrészecske található ebben a köbméter városi levegőben. A részecske átmérőjéből kiszámítható a térfogata, a sűrűség segítségével meghatározható a tömege, és a mért szám alapján kiszámítható a káros anyagok teljes tömege egy köbméter városi levegőben. Ezt a teljes tömeget mikrogrammban fejezik ki.

A kültéri levegőminőség jelentősége



A levegőminőség növekvő jelentőségét a mai időjárás-alkalmazásokban található részletes szennyezőanyag-listák is jól mutatják. Megjelennek a megadott város aktuális értékei, valamint a szennyező anyagok hatásának magyarázata.

Példa: Stuttgart,
2023. július 14.
16:05 órakor

PM10: 25 µg/m³

PM2,5: 10 µg/m³

41. ábra

Aktuális határértékek a kültéri levegőszennyezés tekintetében

Ha például a teljes súly 20 mikrogramm, akkor a WHO-szabványok szerint ez alacsony légszennyezésnek minősül, és így a levegő minősége elfogadható. Az EU finompor-irányelve például előírja, hogy a PM10-finompor napi átlagértéke nem haladhatja meg az 50 mikrogrammot köbméter városi levegőben, és ezt az értéket évente legfeljebb 35 napon haladhatja meg.

Világszintű erőfeszítések a határértékek csökkentése érdekében

Jelenleg világszerte folynak a tárgyalások és erőfeszítések a határértékek további csökkentése érdekében, például 40 mikrogramm finom porra köbméterenként. A PM10-részecskék helyett a PM2,5-részecskék szigorúbb vizsgálata is egyre nagyobb figyelmet kap világszerte. Ennyit a nagyvárosok helyzetéről.

Légszennyezés beltéri terekben

Hogyan alakul ez a helyzet beltéri terekben? Például olyan helyiségekben, ahol főznek, vagy modern szerszámgépek fém alkatrészeket megmunkálnak.

Gyakorlati példa: beltéri mérések

A REVEN GmbH rendszeresen méri a beltéri levegő szennyezettségét. Hogyan tesszük ezt? Pontosan ugyanazzal a mérési technikával és eljárással, amelyet korábban a belvárosi méréseknél leírtunk. Megmérjük a káros anyagok részecskéinek számát egy köbméternyi beltéri levegőben, például egy gyártóüzemben vagy egy nagy szállodai konyhában.

Az így kapott eredmény egy levegőminőségi indexet ad, például 10 000, 50 000 vagy 100 000. Ez teljesen más nagyságrend, mint a városokban! Még 500 000-es mérési eredményt is kellett már bemutatnunk ügyfeleinknek! Ez azt jelenti, hogy egy köbméter levegőben akár 500 000 mikrogramm káros anyag részecske is lehet! És ez gyártócsarnokokban valóban nem ritkaság!

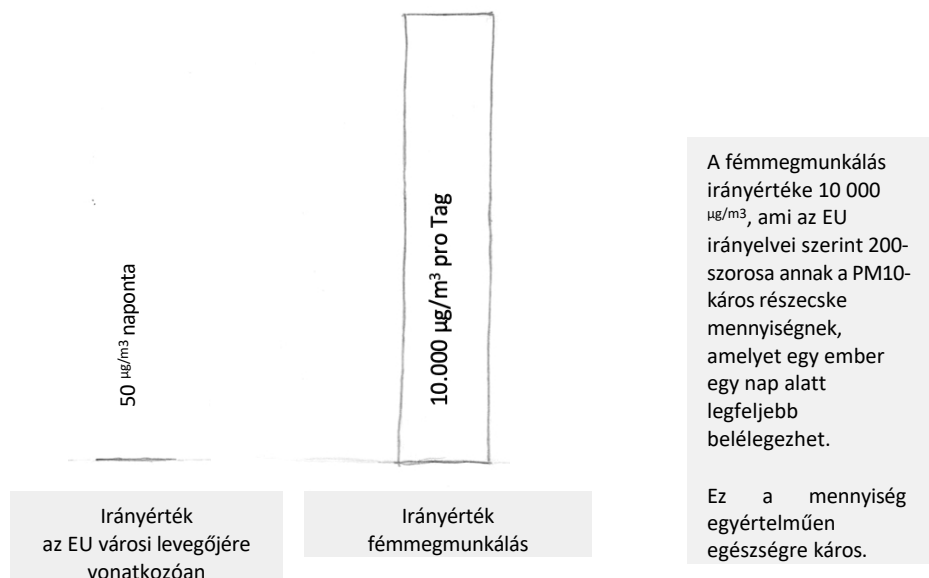
Hivatalos határérték-ajánlások a gépgyártás számára

A vonatkozó irányelvek és szabványok áttekintése során is világossá válik, hogy ilyen magas szennyezőanyag-terhelés nem ritka. A gépgyártásra vonatkozó hivatalos irányelvekben a következő ajánlás szerepel:

A fémmegmunkálás, valamint az üveg- és kerámiamegmunkálás során használt vízzel keverhető hűtő- és kenőanyagok esetében a határérték 10 milligramm ilyen anyag egy köbméter levegőben, ugyanúgy, mint a 100 Celsius-fok alatti lobbaspontú, vízzel nem keverhető hűtő- és kenőanyagok esetében.

Ez a 10 milligramm nagyvárosokban 10 000-es levegőminőségi indexnek felel meg! Ha egy ilyen érték egy héten át mérhető lenne Stuttgart belvárosában, akkor napközben egyetlen autó sem közlekedhetne ott, és az összes média országszerte erről számolna be.

Összehasonlító határértékek szennyező részecskék (PM10)



42. ábra

Ha viszont egy gépgyárban vagy egy szállodai konyhában mérik meg az ilyen légszennyezést, szinte senkit sem érdekel. Még az érintett iparágak képviselői sem fordítanak túl nagy figyelmet a témára. Éppen ellenkezőleg–, jobb tudásuk ellenére elhallgatják ezeket a körülményeket, mert a megszüntetésük pénzbe kerülne.

A mérési eredmények jelentősége a munkavállalók számára

Emlékeztetőül: az EU finompor-irányelvei előírják, hogy a PM10 finompor napi átlagértéke nem haladhatja meg a 50 mikrogrammot köbméter városi levegőben, és ezt az értéket évente legfeljebb 35 napon haladhatja meg.

Ha egy gépgyártó üzemben a fenti 10 milligrammot mérik, ez azt jelenti, hogy az ott dolgozók évente körülbelül 200 munkanapon maximum 10 000 mikrogramm szennyezőanyag-terhelés mellett kell dolgozniuk.

A gyakorlatból levont következtetés

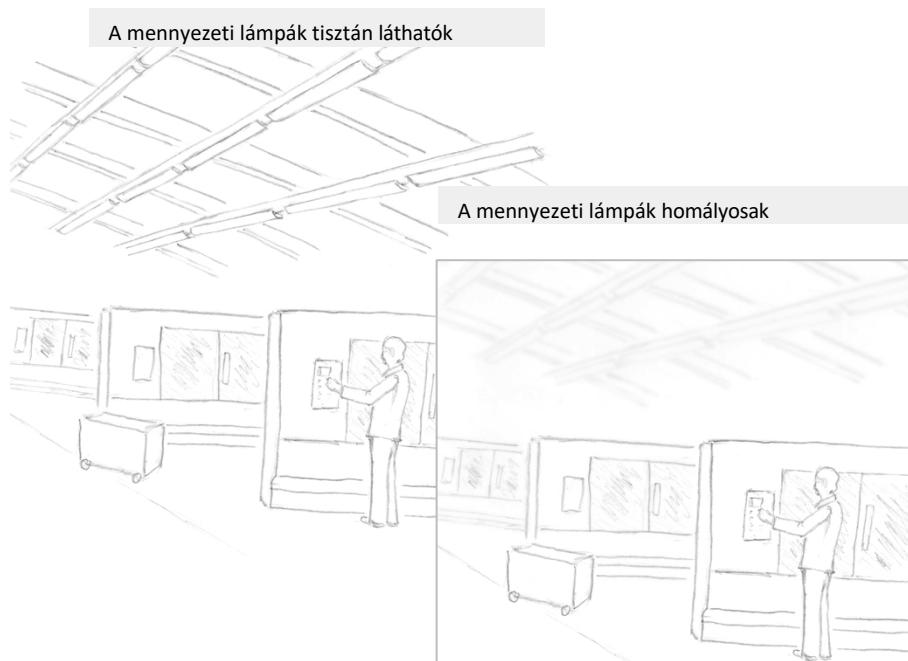
Az elmúlt 20 évben több ezer beltéri légszennyezésmérést végeztünk szerte a világon. Munkánk során mindenféle gyártóüzembe eljutottunk, ahol a legkülönbözőbb termékeket állítják elő a legváltozatosabb anyagokból. Minden mérésünk során azonban mindig ugyanazt tapasztaltuk:

Amikor a levegő látható volt, egy köbméter beltéri levegőben több mint 10 000 mikrogramm légszennyező anyagot mértünk.

Egy egyszerű módszer a levegőminőség értékelésére

A levegő minőségét a jövőben talán Ön is értékelheti! Ha egy termelési helyiségben tartózkodik – legyen az egy szállodai konyha, élelmiszeripari vagy gépgyártó üzem –, és azt veszi észre, hogy a levegő már nem tűnik tiszta, hanem inkább az őszi ködre emlékeztet, akkor a levegő szennyezettsége legalább 10 000 mikrogramm/köbméter. A legegyszerűbben ezt úgy állapíthatja meg, ha a helyiség világítására néz! Ha a lámpa világosan és tisztán látható, és a lámpa körüli levegő láthatatlan, akkor minden rendben van. Ha azonban a lámpa már nem látható tisztán, mert a lámpa körül diffúz köd képződik, akkor biztos lehet benne, hogy a levegőminőségi index ebben a helyiségben 10 000 körül van!

A levegőminőség egyszerű értékelése



Ha a mennyezeti lámpák egy helyiségben nem láthatók tisztán, a levegő szennyezettségi foka nagyon magas, körülbelül $10\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$.

43. ábra

Különbőség a kültéri és beltéri levegőminőség értékelése között

Ez a összehasonlítás a német belvárosokban hevesen vitatott légszennyezéssel azt az eltérést mutatja, amely megdöbbenést és értetlenséget vált ki, amikor a beltéri levegőről van szó. Gyakran kérdezik tőlünk, hogy hogyan magyarázhatóak ezek a különbségek.

Véleményünk szerint ezek nem elfogadhatók. A felelősök minden magyarázata csak gyenge kifogás, hogy elkerüljék a sürgősen szükséges beruházásokat.

Egyszerűen senki sem veszi figyelembe, hogy ez milyen kockázatokat jelent minden érintett számára. A kültéren súlyos egészségkárosító hatással bíró mikroszkopikus részecskék koncentrációja beltérben 200-szoros mennyiségben még elfogadhatónak minősül? Ki viseli a felelősséget ezért a veszélyért a jövőben?

A szellőztetőberendezés-gyártóknak is át kell gondolniuk a dolgokat

Mi, a szellőztetőberendezések és légtisztítók gyártói is szembesülnünk kell ezzel a problémával! Miért? Mert a mi iparágunkban is több száz gyártó állít elő szellőztetőberendezéseket ipari konyhákhoz vagy gépgyártó üzemekhez, akik nem rendelkeznek a legalapvetőbb mérőtechnikával sem, hogy ezeket a légszennyezéseket akár csak megközelítőleg is mérni és elemezni tudják.

Ugyanakkor légtisztító termékeket kínálnak, amelyeknek feladata a helyiségek szellőztetése és a levegő szennyező anyagoktól való megtisztítása.

A konyhai szellőztetés szabványa DIN EN 16282

A kereskedelmi célra használt konyhai szellőztető berendezésekre ma már létezik egy „konyhai szellőztető berendezésekre vonatkozó szabvány”, a DIN EN 16282, amely szinte egész Európában érvényes. Ez előírja, hogy a nagykonyhákban minden káros anyagot fel kell gyűjteni, el kell szívni, majd el kell választani a kipufogott levegőtől, ahogy azt az előző fejezetekben tanultuk.

Ha mindkét feladat, azaz a káros anyagok összegyűjtése és elszívása, valamint a káros anyagok leválasztása a levegőáramból sikerül, akkor

- a) egy igazán jó, modern és hatékony szellőzőrendszer, és
- b) jó levegőminőséget biztosít, nagyon alacsony szennyezőanyag-terheléssel a helyiségekben.

A végrehajtás ellenőrzésének hiánya

Most pedig a kérdésem: Ön szerint hány újonnan beépített ipari konyhában ellenőrzik a szabványnak való megfelelést az üzembe helyezéskor? Körülbelül olyan gyakran, mint az új járművek esetében a megadott üzemanyag-fogyasztást? Vagy olyan gyakran, mint az új hőszivattyúk áramfogyasztását?

1000 újonnan telepített ipari konyhai szellőzőberendezés közül kevesebb mint tíznél ellenőrzik ezt!

Gyakorlati példa

Már többször előfordult, hogy versenytársaink fordultak hozzánk, amikor egy építetű ragaszkodott ehhez a vizsgálathoz, és megkértek minket, hogy végezzük el a méréseket helyettük, mivel ők maguk nem rendelkeznek a szükséges mérőműszerekkel!

Ózon – példa a gázok okozta légszennyezésre

A gázok okozta légszennyezés esetében nagyon hasonló helyzet áll fenn, és itt is ugyanazt a jelenséget figyelhetjük meg. Ezt az ózon példáján szeretném szemléltetni. Az ózon veszélyességéről már a 4. fejezetben beszámoltunk. Az ózon határértéke beltéri levegőben számos európai országban továbbra is 200 mikrogramm/köbméter. Ez volt a határérték Németországban is, de mára már eltörölték. Svájcban azonban még mindig érvényben van. A Német Kutatási Társaság (DFG) rákkeltő anyagok osztályozási kritériumai szerint az ózon még nem kellően kutatott anyag, de gyanúja merül fel, hogy rákot okozhat az emberben.

Időjárás-alkalmazás magas külső ózonterheléssel



Az időjárás-alkalmazás a legmagasabb szennyezőanyag-értékeket jeleníti meg első helyen. Az első helyen az ózon áll, 104 µg/m³ értékkel. Ez a koncentráció meghaladja a WHO által ajánlott 8 órás átlagértéket (lásd 29. ábra).

Példa: Hoyerswerda, 2023. augusztus 20. 9:55

o₃: 104 µg/m³

44. ábra

Ózon – határértékek a kültéri levegőben

A kültéri határértékekről és az egészségügyi kockázatokról a Szövetségi Környezetvédelmi Hivatal tájékoztat. A hivatal arra figyelmeztet, hogy a levegőben található ózon csökkentheti a tüdőfunkciót, gyulladásos reakciókat és légúti panaszokat okozhat. A következő szabályok érvényesek

180 mikrogramm ózon/köbméter városi levegő határérték. Ezt az értéket információs küszöbértéknek nevezik. Ha a koncentráció meghaladja ezt az értéket, a lakosságot a médián keresztül viselkedési ajánlásokkal és figyelmeztetésekkel tájékoztatják. 240 mikrogramm ózon/köbméter városi levegő koncentráció esetén a riasztási küszöbértéket túllépik, és riasztás lép életbe. Kiegészítésként meg kell jegyezni, hogy a kültéri ózonértékek legfeljebb 25 naptári napon haladhatják meg a 120 mikrogramm/köbméter városi levegő átlagos értéket nyolc órán keresztül.

Ózon – határértékek a konyhai szellőzés területén

Jelenleg azonban a konyhai szellőzés területén jártas szakértők még mindig 20 000 mikrogramm ózon/köbméter levegő megengedett határértéket adnak meg. Ez az információ szintén az európai DIN EN 16282 szabványból származik, amelynek kidolgozásában számos nemzeti ipari szövetség is részt vett. Rosszindulatúak csak a rosszindulatúak!

Ebben a szabványban olvasható, hogy az ipari konyhák levegőjében az ózon koncentrációja nem haladhatja meg a 10 ppm-et. 1013 hektopascal légnyomás és 20 Celsius-fok hőmérséklet mellett a megadott 10 ppm ózonérték meglehetősen pontosan megfelel a 20 000 mikrogramm ózon/köbméter levegő határértéknek (lásd 29. ábra).

Ózon – önmagukért beszélő ellentmondások

Úgy gondolom, hogy a beltéri és kültéri levegőminőség értékelésében mutatkozó, ebben a példában bemutatott eltérések magukért beszélnek, és nem igényelnek további magyarázatot. Valójában ebben az esetben is mindenkinek egyértelműnek kell lennie, hogy mit kell tenni, nevezetesen teljes mértékben el kell kerülni az ózonképződést, függetlenül attól, hogy beltéri vagy kültéri területről van szó!

Ennek a célnak az eléréséhez azonban a légszennyezést mérési módszerekkel kell rögzíteni és elemezni. Hogy ez hogyan valósítható meg, arról hamarosan többet.

6.2. A részecskemérések láthatóvá teszik a légszennyezést!

Milyen mérési technikával lehet mérni a levegőben lévő szennyező anyagokat? Milyen mérési technikával lehet igazolni egy szellőztető rendszer hatékonyságát? Alapvetően ez nem bonyolult, és már a 3. fejezetben leírtuk. A levegő szennyezettségének pontos meghatározásához a következőket ajánljuk

- a) részecske- és aeroszolmérési technika, valamint
- b) egy lángionizációs detektor (FID)

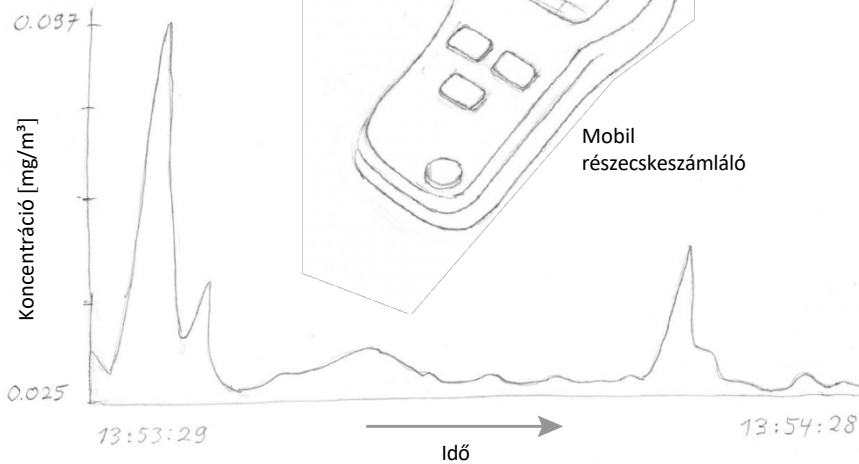
A FID mérőműszereket már részletesen leírtuk a 3. fejezetben. A részecske- és aeroszolmérő műszerek már régóta a tiszta helyiségek technikai színvonalát jelentik. Már évtizedek óta nincs olyan kórházi műtő vagy mikroprocesszorok gyártására szolgáló termelőhelyiség, ahol a szellőzőrendszer üzembe helyezésakor ne használnának részecskeszámlálót a rendszer működésének ellenőrzésére. Ezzel egyszerűen és egyértelműen igazolható, hogy az ilyen tisztatér levegője valóban tiszta és mentes a legkisebb részecskéktől is. Erre szolgál a részecskeszámláló.

Hogyan mérik a részecskéket?

A részecskeszámlálók komplex optikai rendszer és lézersugarak segítségével képesek elemezni, hogy a levegőben vannak-e apró részecskék. Ezzel meghatározzák a részecskék számát és méretét, azaz aerodinamikai átmérőjüket.

Mobil részecskeszámláló

Mobil, akkumulátorral működő részecskeszámláló szórt fényméréssel és adatnaplózással az aeroszol tömegek valós idejű méréséhez



45. ábra

A részecskemérési technika a helyzethez kell igazodjon.

A tisztaterekhez hasonlóan a gyártóüzemekben, ipari konyhákban vagy gépgyárakban is elemezhető a levegő minősége és meghatározható a részecskék előfordulása. Elvileg pontosan ugyanaz a módszer, azonban egy nagy és fontos különbséggel:

a részecskék száma a tisztaszobákhoz képest hatalmas! Míg a tisztaszobákban azt vizsgálják, hogy egyáltalán vannak-e PM10-részecskék a levegőben, addig a konyhákban vagy gyártóüzemekben megméri a levegőben található részecskék számát egy köbméter levegőben.

Ez gyakran a

Tízezer vagy még több, mint a tisztatérben! A részecskeszámlálóknak ezekhez a feltételekhez kell igazodniuk, illetve a megfelelő mérési technikát kell kiválasztani.

Gyakorlati példa: részecskemérés levegőhígítással

Amikor 25 évvel ezelőtt elvégeztük az első részecskeméréseket ilyen erősen szennyezett helyiségekben, megpróbáltuk a hagyományos részecskemérőket használni, mivel akkoriban alig volt alkalmasabb mérési technika. Ahogy el lehet képzelni, ezek az első mérések gyakran nem voltak validálhatók, nem voltak nyomon követhetők és nagyon alacsony minőségűek voltak, mivel a részecskeszámlálók teljesen túlterheltek voltak a magas részecskekoncentrációk miatt. Az első javítási kísérlet az volt, hogy a vizsgálandó levegőt meghatározott mértékben hígítottuk. Ez azt jelentette, hogy a vizsgálandó levegőt megfelelő hígítási fokozatokban, például 1000-szeresére hígítottuk tiszta, részecskementes levegővel. Ezt a hígított levegőt hagyományos részecskeszámlálókkal mértük, és az eredményt 1000-szeresére számítottuk. A részecskeszámlálók egyidejű továbbfejlesztése biztosította, hogy a készülékek később kevésbé legyenek érzékenyek a nagyon magas részecskekoncentrációkra, és a mérési eredmények egyre pontosabbak legyenek.

A modern készülékek pontos méréseket biztosítanak

A mai részecskeszámlálók még a nagyon szennyezett beltéri levegőt is ugyanolyan pontossággal tudják elemezni, mint amilyenhez évtizedek óta hozzászoktunk a tisztaszobákban. Az iparágnak egyszerűen csak el kell döntenie, hogy valóban szüksége van-e erre a pontos mérésre, és hajlandó-e befektetni a modern mérési technológiába.

Túl kevés mérést végeznek

Jelenleg a német nyelvterületen alig van egy maroknyi gyártó, amely ilyen mérési technikát alkalmaz az új szellőzőberendezések üzembe helyezésekor.

Sajnos ez nem félreértés!

A szellőztető berendezések optimális működését egyszerűen feltételezik, mérési bizonyítékok nélkül.

A szellőzőrendszer hibátlan működése, a szennyező anyagok hatékony felvétele és elszívása, valamint a légáramból való kiválasztása és szűrése mind olyan dolgok, amelyeket csendben feltételezünk és adottnak veszünk. Az a mottó, hogy majd valahogy rendben lesz. A legtöbb esetben nem akarjuk tudni, hogy valóban így van-e, és még kevésbé szeretnénk átláthatóságot elemzések és dokumentáció formájában.

Az optimális levegőminőség eléréséhez a mérési technika elengedhetetlen

A szellőztetésben végzett feladatok, mint például a mérése és elszívása, a szűrése és leválasztása, valamint a friss levegővel való ellátás, valójában milyen összetettek, azt a korábbi fejezetekben már részletesen elmagyaráztuk. Ezen okok miatt a mérési technika elengedhetetlen ahhoz, hogy igazolni lehessen, hogy a beltéri levegő valóban mentes a káros anyagoktól. Nincs mentség arra, hogy ezt a mérési technikát ne alkalmazzák rendszeresen.

Hiányzó mérési bizonyítékok az ózon-légtisztítók esetében

Megfelelő mérőberendezésekkel veszélyes gázok, például az ózon is mérhető. De ebben az esetben is ugyanaz a hozzáállás érvényesül, mint a fent leírt részecskemérési technika esetében: az ózon-légtisztítók több ezer gyártója közül aligha talál olyan gyártót, aki megfelelő mérőeszközökkel bizonyítani tudná, hogy termékei az általuk termelt ózon révén nem okoznak több kárt, mint hasznot.

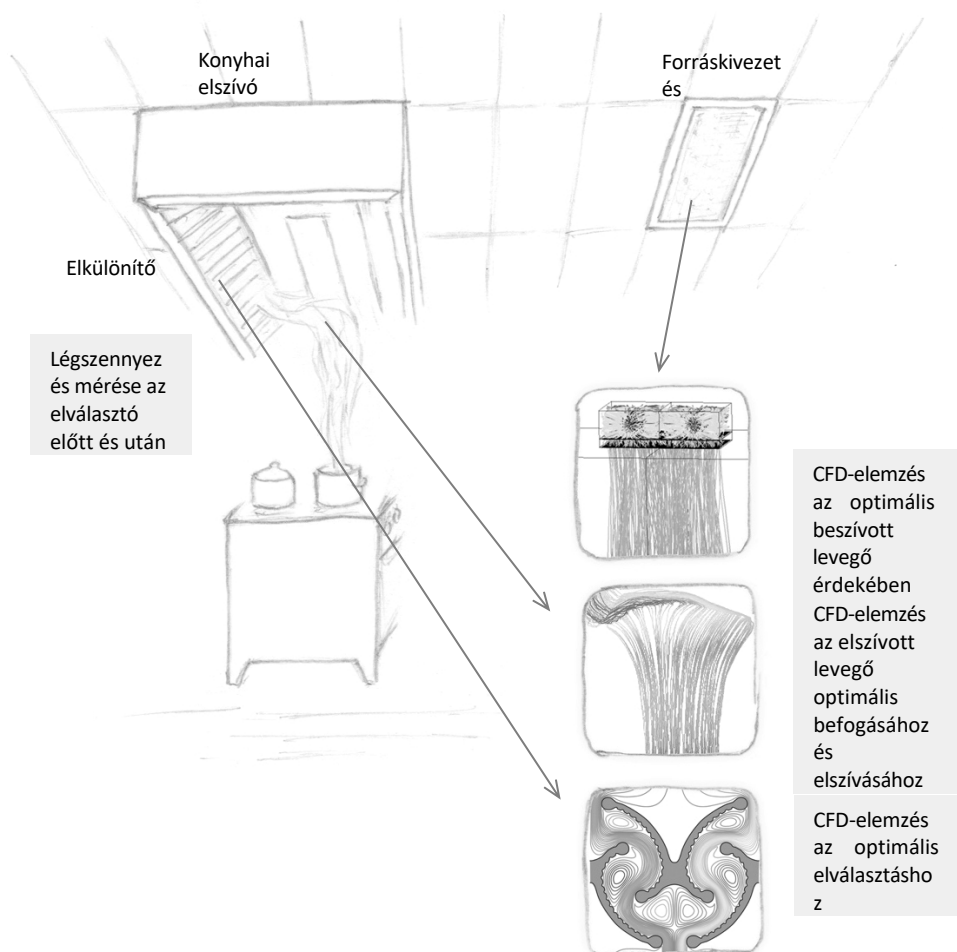
A komoly szellőztetés-technika tudományosan megalapozott

Az eddigi fejezetekben már láthattuk, hogy a szellőztetés-technika és a légtisztítás területén a komoly termékfejlesztés tudományosan megalapozott megközelítést igényel. A vonzóan megtervezett reklámprospektusokban szereplő nagy ígéretnek azonban gyakran másra engednek következtetni. Legyen óvatos, és mindig kérdőjelezze meg az ilyen ígéreteket.

Következtetés

Remélem, hogy információimmal felhívtam figyelmét erre a témára, és néhány érdekes információval tudtam szolgálni. Ezzel bezárult a kör: az 1. fejezetben a hatékonyságról és elszívásról, a 6. fejezetben pedig a szellőztetés és a légtisztítás hatékonyságának meghatározásához szükséges mérési technikákról beszéltünk.

Tudományosan megalapozott szellőztetés



A konyhai szellőztető technika működését a Rentschler REVEN tudományosan megalapozott módszerekkel ellenőrzi és optimalizálja.

Zárószó

Most már elolvasta a könyv összes fejezetét, amelyek eredetileg a podcastunkból származnak.

„Tévhitek a szellőztetés és a légtisztítás területén”. Remélem, hogy ezzel néhány ötletet adtam Önnek. Egy piaci versenytárs nemrég kritizálta a podcast tartalmát. Szerinte az egész túl felületes, és többet várt tőlem. Mint már máshol is említettem, célom az volt, hogy a szellőztetés-technika és a levegőtisztítás témáit könnyen érthetővé tegyem, és minél szórakoztatóbbá. Nem akartam tudományos értekezést írni. A szellőztetéssel foglalkozó iparágunk témái inkább niche témák, amelyek a nagyközönséget nem érdeklik. Ezért fontos volt számomra, hogy a szakmán kívüliek számára is egyszerűen és érthetően elmagyarázzam a félreértéseket. Remélem, ez sikerült.

Ezen a podcaston alapulva írtuk meg ezt a könyvet. Kiegészítésképpen számos érdekes illusztrációt is tartalmaz, amelyek vizuálisan alátámasztják az egyes információkat.

Fontos számomra, hogy iparágunkat vonzóvá tegyük a fiatalok számára, mert a levegőminőség megóvása fontos kérdés, és az is marad a jövőben. Ezért kell gondosan és felelősségteljesen foglalkozni ezzel a témával.

Értékesítési munkatársaim a jövőben magukkal fogják vinni ezt a könyvet, és szívesen adnak belőle egy példányt Önnek a különböző témák tisztázása érdekében, ha új projektekről, új folyamatokról és új tervekről tárgyal velük. Mert szeretnénk, hogy megértsék technológiáinkat és termékeinket!

Hálánk jeléül podcastunk hallgatóinak ingyenesen ajánljuk az újonnan megjelent könyvet.

A könyvprojektünkkel párhuzamosan egy új podcast is indult. Címe: „Luftpost” (Légiposta).



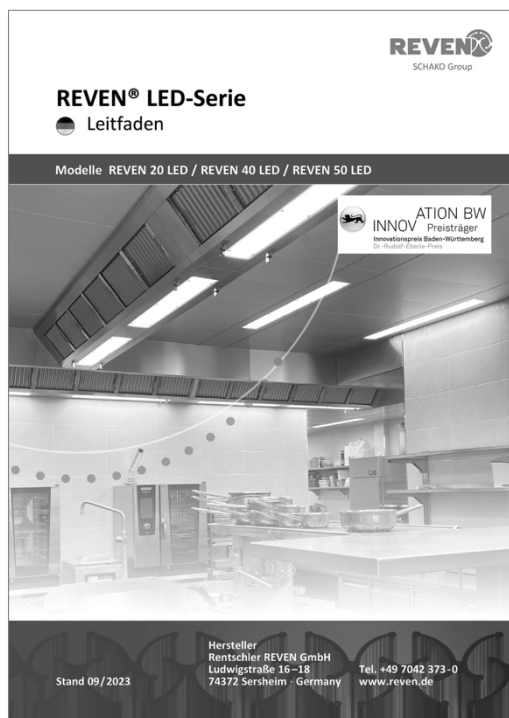
Ez az új podcast-sorozat az egészséges levegőről szól. Olyan embereket és vállalatokat mutat be, akik a levegőtisztítással és a szellőztetés-technikával foglalkoznak. Interjúkat készítünk a legkülönbözőbb iparágak szereplőivel, és technológiákat mutatunk be. A cím miatt döntöttem így, mert ez a kifejezés asszociációkat ébreszt bennem. Régen a híreket és közleményeket gyakran légipostával küldték. A „Luftpost” podcastomban aktuális híreket szeretnék közvetíteni a tiszta levegő és az egészséges környezet témájában.

A podcast a **reven.news/luftpost** linken található, az első epizódok már online elérhetők.

Ha Ön is a szellőztetés vagy a légtisztítás iparágában dolgozik, szívesen készítenék Önnel egy podcast-epizódot. Szívesen el is megyek Önhöz. Kérjük, vegye fel velem a kapcsolatot **amarketing@reven.de** címen.

Érdekes információk a REVEN-től

Útmutató a LED-lámpákhoz

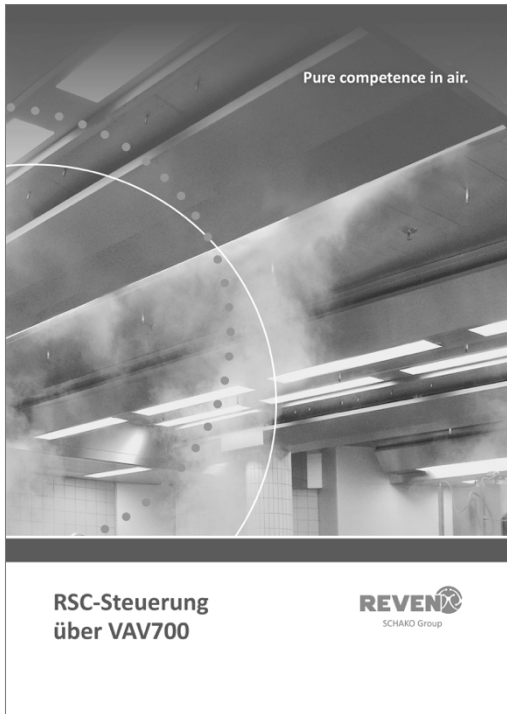


Gyakran alábecsülik, hogy a jó világítás milyen fontos egy helyiség használata szempontjából.

Különösen a kereskedelmi konyhákban nagyon fontos a megfelelő világítás. Ezért a tervezés során figyelembe kell venni és figyelembe kell venni olyan szempontokat, mint a fényerő, a kontraszt és a színek. Itt kínál nagy előnyöket világításirányítási rendszerünk.

Ebben a LED-útmutatóban elmagyarázzuk, mely tényezők fontosak a jó világításhoz, és hogy a REVEN® LED-lámpák hogyan felelnek meg ezeknek a követelményeknek.

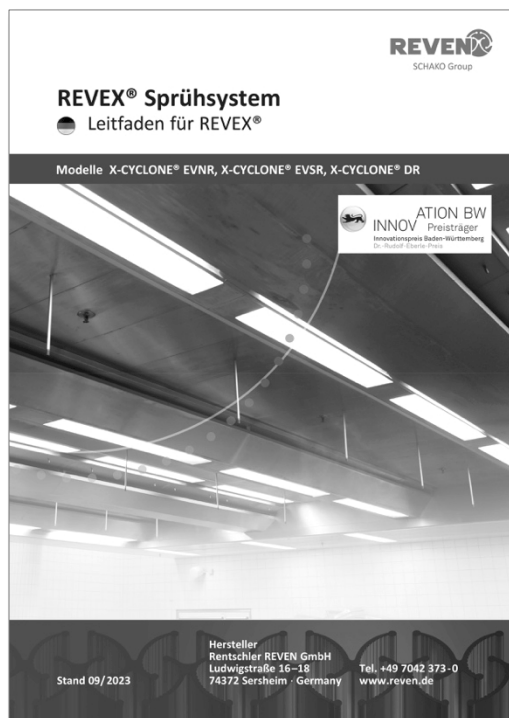
A RSC-vezérlésről szóló brosúra



A nagy konyhák szellőzőberendezéseinek gazdaságosságának javítása érdekében a Rentschler REVEN intelligens RSC szabályozó automatikát kínál. A rendszer a be- és elszívott levegő mennyiségét fokozatmentesen igazítja a főzési tevékenységekhez, teljes mértékben megfelelve az innovatív Ipar 4.0 szabványnak.

Brosúránkban megtalálja az RSC vezérlés beépítésekor figyelembe veendő műszaki részleteket.

Útmutató a REVEX® permetező rendszerhez



A „konyhai szellőzőberendezések tisztítása” témája a múltban gyakran nem kapott megfelelő figyelmet.

A kereskedelmi konyhák szellőzőberendezéseinek rendszeres, szakszerű és megfelelő tisztítása biztosítja a berendezés kifogástalan működését, csökkenti a tűzveszélyt és megakadályozza a mikroorganizmusok szaporodását a berendezés belsejében. Ezenkívül védi a konyhai személyzet egészségét is.

Tévhitek a szellőztetés és a levegőtisztítás területén

A könyv

A podcast olyan nagy visszhangot váltott ki, hogy szinte magától értetődő volt, hogy könyvet készítsünk belőle. A visszajelzések magukért beszélnek:

„... a légáramlásról szóló podcast felkeltette az érdeklődésem, többet szeretnék tudni erről a témáról ...”

„... gratulálok az érdekes podcast
„Tévhitek a szellőztetés és a légtisztítás területén”
című podcastjához, és köszönöm az információkat...”

„... köszönöm a nagyon érdekes podcastot. Örömmel venném, ha folytatnák. Több mint 20 éve vagyok projektvezető a szellőztetés-technika területén, és sok hasznos információt szereztem a gyakorlatba és további projektekhez. Örölnék, ha Önnel együtt építhetném a következő konyhai berendezést ...”

„... Gratulálok a podcast-hoz. A téma olyanok számára is nagyon érthető, akik nem annyira jártasak a témában, mint én ...”

„... mint podcastjuk figyelmes hallgatója, szeretném megragadni az alkalmat, és megrendelni a 2023-ra bejelentett szakkönyvet. Remélem, hogy lesznek további epizódok a levegő témájában – a legértékesebb ételünkben ...”

A szerző

Dipl. Ing. Sven Rentschler a Rentschler Reven GmbH ügyvezetője, egy közepes méretű légtisztító berendezések gyártója. Vállalkozóként célul tűzte ki, hogy világszerte javítsa a légtisztítás megítélését az iparban és a kereskedelemben. Két nemzetközi szabadalom és a Baden-Württemberg tartomány innovációs díja az elkötelezett munkájának eredménye. Sven Rentschler emellett blogger és előadó a levegőtisztítás témájában.

Célközönség

Mindenki, akit érdekel, mire kell figyelni az optimális szellőzés és légtisztítás során. Kezdők, frissítő tanfolyamra jelentkezők és szakemberek a klíma- és szellőztetés-iparból, valamint más, kapcsolódó szakmákból átlépők, különösen szellőztetés-tervezők a gépgyártásban és az élelmiszeriparban, kivitelező cégek, szakértők, üzemeltetők és tervezők nagykonyhákban.

• LÜFTUNG • KLIMA • HÜTÉS

Első kiadás 2023 cci-
dialog.de

A cci könyv a cci Dialog GmbH védjegye. E-
könyvként is kapható.

ISBN 978-3-922420-74-3



9 783922 420743

€ 47,00 (D)