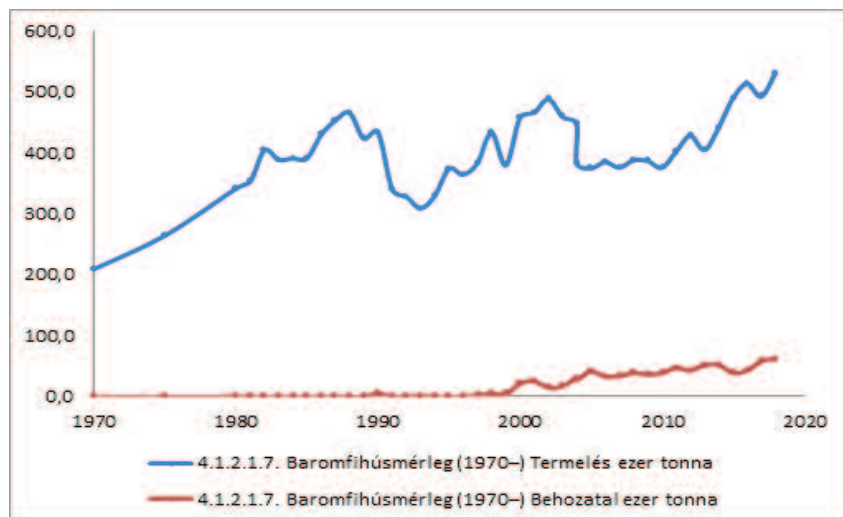


Baromfifeldolgozó üzem légtechnikai rendszerének vizsgálata

Az élelmiszer-ipari létesítmények felelőssége hatalmas. Azon túl, hogy saját dolgozóik számára magas szinten biztosítaniuk kell a megfelelő munka-, biztonsági és higiénias feltételeket, az előállított termék, az előállítási folyamat, a raktározás és szállítás megfelelő minőségéről és higiénijáról is gondoskodni szükséges. A fenti követelmények természetesnek hatnak, amikor az elvárásainkat fogalmazzuk meg egy élelmiszer-ipari gyártó felé, de feltétel nélküli megvalósításuk szakmailag nehéz és költséges feladat, amit a technológiai és épületgépészeti rendszereknek kell biztosítaniuk.

A húsfeldolgozó üzemek légtechnikai rendszereinek tervezési szempontjai

Hazánkban sertéshús és baromfihús előállítása történik a legnagyobb volumenben. A belföldön felhasznált baromfihús jelentős részét Magyarországon állítják elő. A KSH adatai alapján 2018-ban 531,7 ezer tonna baromfihúst termeltünk hazánkban. 2006 óta az előállított baromfihús mennyisége kisebb megingásokkal folyamatosan növekszik, ami a termelési kapacitás folyamatos bővítését tette szükségessé [1].



1. ábra – Baromfihús-termelés és import Magyarországon [1]

Mivel a hazai termelés növekedése mellett a behozott baromfihús mennyisége is egyenletesen növekszik, a baromfifeldolgozó üzemek fejlesztését, bővítését, építését prognosztizálhatjuk a bővülő piaci kereslet kiszolgálása érdekében.

A húsfeldolgozó üzemek légtechnikai rendszerei tervezési szempontból nagy kihívást jelentenek. A rendszerek kialakításával kapcsolatban több rendeleti előírásnak szükséges megfelelni. A gyártóegységeknek és azok alrendszereinek elsősorban a 852/2004/EK-, valamint a 853/2004/EK-rendelet előírásainak kell megfelelniük. A rendeletek a hűskészítmények gyártására vonatkozó, megfelelő higiéniai gyakorlatot írják elő. A gyártótér légtechnikai rendszerére vonatkozóan például az alábbi megállapításokat tartalmazzák.

4.1.5. Megfelelő és elégséges természetes vagy mechanikus szellőzésről kell gondoskodni. El kell kerülni, hogy a mechanikusan továbbított, szennyezett levegőt szállító légáram a tiszta levegővel ellátott részre kerüljön. A szellőző rendszert úgy kell kialakítani, hogy a szűrőket és más, időnkénti tisztítást és cserét igénylő részeket könnyen el lehessen érni.

Komplex feldolgozóüzemek esetén, ahol a feldolgozandó alapanyagot a késztermék fázisig, valamint lecsoomagolásig dolgozzák föl, a gyártási folyamatot tekintve négy egymástól eltérő igényekkel rendelkező övezetet különböztethetünk meg:

1. szennyes övezet (élőállat-fogadó, pihentető, függesztő, kábító, vágó, véreztető, forrázó, kopasztó, fejtépő, láb-vágó munkaállások),
2. átmeneti övezet (zsigerelő, testmosó munkaállások),
3. hűtő övezet (előhűtő terület),
4. tiszta övezet (daraboló, csomagoló munkaterület).

A fenti övezeti kiosztás és feladatkörök minden komplex baromfi-feldolgozó üzemben megtalálhatók. Azonban a feldolgozandó alapanyag (főleg a vízi szárnyasok feldolgozása esetén ta-

Megfelelő szellőztetésről kell gondoskodni, hogy páralecsapódás ne képződjön. A szellőzőnyílásokat szűnyoghálóval kell ellátni az állati kártevők elleni védelem céljából. A hálók legyenek könnyen eltávolíthatók, ha tisztítani kell azokat. A hálók (rácsok) korrózióknak ellenálló anyagból készüljenek. Nem megengedett a nedves vagy szennyezett területek feléi légáramlás a száraz, vagy tiszta területek felé. Meg kell akadályozni, hogy erre a területre a légáram port, szennyeződést vigyen be. A levegő áramlása ne okozzon huzatot. A légszűrő és szellőztető rendszer minden része legyen hozzáférhető tisztításhoz. A szellőző rendszerek beszívó és kivezető csoncjait el kell látni állati kártevők elleni védelmet biztosító eszközökkel. Nagykockázatú térbe szűrt levegőt kell áramoltatni.

2. ábra – Részlet az Útmutató a hűskészítmények gyártása jó higiéniai gyakorlatához című kiadványból, amely az Agrárminisztérium a 852/2004/EK- és 853/2004/EK-rendelet előírásait foglalja össze [2]

paszthalható eltérés) és a technológia gépesítési fokának függvényében az egyes feldolgozó üzemek eltérhetnek egymástól.

Az agrár-szakirodalom szerint a zsigerelés művelete már a tiszta övezetbe tartozik. Ennél a pontnál azonban eltérünk a szakirodalom által használt terminológiától, mivel az nem tekinti át a darabolás, a csomagolás

és a tárolás folyamatát. E területekre vonatkozó előírások, a tartani kívánt állapotok eltérnek a zsigereelőterület igényeitől. A fentiek alapján a zsigereelőterületet átmeneti övezetnek tekintjük.

senek, minimálisan a csirketelepeken alkalmazott, istállókomfort előállítására szükséges. A megfelelő oxigénellátás biztosítása a friss levegő kényszeráramoltatásával valósul meg. A friss levegő biztosítása mellett a megfelelő hőfok

előállítás is szükséges a fulladás megelőzése érdekében.

A nagy frisslevegő-igény miatt a csirketartó telepeken és a pihentető területeken is elterjedt hűtési eljárás az evaporatív (adiabatikus) hűtés.

Az eljárás jól illeszthető olyan félig nyitott területek hűtésére, ahol a frisslevegő-igény nagy, valamint a helyiség hűtéstechnikai szeparációja nehezen megoldható. Az evaporatív hűtési eljárás hűtési potenciálja a kültéri légállapottól függ. Mivel a levegő hűtése közvetlenül víz elpárologtatásával valósul meg, ezért a kezelt levegő egyszerre hűl és nedvesedik. Az állapotváltozás közel állandó entalpiavonal mentén jön létre.

A csirketartó telepeken elterjedt párologtató falas eljárás nehezen alkalmazható a szennyes övezet területén, mivel a levegő a nyitott ipari kapukon keresztül nagy mennyiségben áramlik be, ezáltal a párologtató paneleken átáramló levegő mennyisége drasztikusan csökken. Az élőállat-fogadó és pihentető tér esetén direkt evaporatív



3. ábra – Példa baromfi-feldolgozó létesítmény övezeti kiosztása

A tiszta övezet és az átmeneti övezet között az egyik hűtő övezet található. Az előhűtött baromfi feldolgozása a tiszta övezetben történik. E területen valósul meg a darabolás és a csomagolás művelete. Az elkészült húsipari terméket hűtőkamrában helyezik el, ahonnan hűtött járművek szállítják el kiskereskedelmi egységek számára a feldolgozott élelmiszert.

A szennyes övezet (élőállat-fogadó, pihentető, függesztő munkaterület) légtechnikai rendszerének sajátosságai

A szennyes övezeten belül az élőállat-fogadó, pihentető és függesztő munkaterület légtechnikai rendszere jelentősen eltér a többitől, így azt külön tárgyaljuk.

A baromfikat szállító teherautó a szennyes övezethez tartozó élőállat-fogadó térbe hajt be. A csirkeketrecek lepakolása után az állatok pihentetése is ezen a területen történik. A területen a legfőbb feladat az élő állat megfelelő komfortjának biztosítása a ketrecekben. Ahhoz, hogy a beérkező egyedek megfelelő körülmények között pihenhes-

Külső hőmérséklet °C	Légcsere igény (m ³ /óra/kg)				
	50	60	70	80	90
	% relatív páratartalom esetén				
16	2,27	2,72	3,17	3,63	4,08
17	2,33	2,80	3,27	3,73	4,20
18	2,40	2,88	3,36	3,84	4,32
19	2,47	2,96	3,45	3,95	4,44
20	2,53	3,04	3,55	4,05	4,56
21	2,60	3,12	3,64	4,16	4,68
22	2,66	3,20	3,73	4,26	4,80
23	2,73	3,28	3,83	4,37	4,92
24	2,80	3,36	3,92	4,48	5,03
25	2,86	3,44	4,01	4,58	5,15
26	2,93	3,52	4,11	4,69	5,27
27	3,00	3,59	4,19	4,79	5,39
28	3,06	3,67	4,28	4,90	5,51
29	3,13	3,75	4,37	5,00	5,63
30	3,19	3,83	4,47	5,11	5,75
31	3,20	3,91	4,56	5,22	5,87
32	3,33	3,99	4,65	5,32	5,99
33	3,39	4,07	4,75	5,43	6,11
34	3,46	4,15	4,84	5,53	6,23
35	3,53	4,23	4,93	5,64	6,35

4. ábra – A baromfi frisslevegő-igénye [3]

légűtő vagy adiabatikus nedvesítő-kamrával ellátott légkezelő berendezés alkalmazása javasolható.

A tér kezelésénél figyelmet kell fordítani arra, hogy a helyiségben kialakuló relatív nedvességtartalom ne haladja meg a 70-75%-os szintet, a munkaterületen dolgozó emberek fülledtségerzetének elkerülése érdekében. A pihentető területen a hűtőhatás tovább fokozható a mozgó légtömeg megfelelő irányításával. A csirkék komfortérzete jelentősen javítható a relatív légsebesség növelésével [3].

A szennyes övezeten belül a függesztő munkaállomás a pihentető- és fogadóterétől nincs elkülönítve, azok egy légtérben foglalnak helyet. A függesztőállásoknál azon túl, hogy legalább a minimálisan elvárható komfortkövetelményeket biztosítani szükséges a könnyű, közepesen nehéz fizikai munkát végző dolgozók számára, külön figyelmet kell fordítani a függesztőállások szennyezőanyag-terhelésére. A csirkék tollazata poros, szennyezett, így a ketrecből való kiemelésük során jelentős mennyiségű „csirkepor” szabadul fel, ami erősen allergén hatású. A fentiek miatt a függesztőterületen célunk a munkahelyek munkavédelmi követelmények minimális szintjéről szóló 3/2002 (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet [6] elvárásának betartása, valamint a porkoncentráció csökkentése. Ennek érdekében gondoskodni kell a terület mikroklíma jellegű kezeléséről, valamint a technológiai elszívásról.

A szennyes övezet eddig tárgyalt területei félig nyitott munkatérnek tekinthetők. A területek hűtéséről, fűtéséről javarészt a légtechnikai rendszer gondoskodik.

A szennyes övezet további része, az átmeneti övezet és a tiszta övezet független légtechnikai rendszereinek közös jellemzői

Zárt térben helyet foglaló munkaállomások esetén a légtechnikai rendszer elsődleges feladata a nedvességterhelés kezelése, valamint a felületi kondenzáció elleni védekezés. Felmerülhet a kérdés, hogy miért szükséges ezt a kérdést különválasztani? Miért nem

elegendő a nedvességterhelésre való megfelelő méretezés?

Ideális esetben a tervezésnél megfelelő adatok állnak rendelkezésre a technológiai folyamatokról és a munkavégzés körülményeiről ahhoz, hogy a nedvességterhelés becslése helyesen történjen meg. Azonban a valóságban a helyiségekben felhasznált víz mennyisége és hőfoka nagymértékben eltérhet a technológiai szempontból optimális szinttől. Különösen igaz ez azon üzemek esetén, amelyek kevésbé gépesített technológiákkal működnek.

Ha feltételezzük, hogy az átlagos nedvességterhelést sikerült helyesen megbecsülni, akkor is előfordulhat olyan lokális kigőzölgés a technológiából, ami olyan mikroklímát eredményez a területen, hogy felületi kondenzáció alakulhat ki, ami „higiéniai KO-pontnak” minősül, így nem megengedhető.

A felületi kondenzáció elleni védekezés elsődleges módja a nedvességterhelés helyes becslése és az arra méretezett szárítókapacitás kiépítése. Azonban jelentősen javíthatjuk a rendszer „ellenállóságát” a felületi kondenzáció kialakulásával szemben a légvezetési rendszer és a befúvási hőfok helyes megválasztásával.

Amennyiben érintőlegesen légvezetési rendszert alkalmazunk a helyiségben, az általunk kezelt, szárított levegő közvetlenül érintkezik a határoló szerkezetekkel. A falsugárban áramló légsugár kis indukciós értékkel rendelkezik, így

a felület mentén olyan mikroklíma jön létre, amelynek harmatponti hőmérséklete lényegesen alacsonyabb a terem átlagánál.

Tovább fokozható a hatás, ha a kezelt, szárított befújt levegő hőfoka magasabb a helyiség kívánt hőmérsékletétől.

A fenti légvezetési rendszer alkalmazása mellett a számított beltéri nedvességterheléstől jelentősen eltérő munkakörülmények mellett is sikeresen meggátolható a felületi kondenzáció létrejötte.

A fenti elvek általánosan igazak az alcímekben felsorolt övezetek légtechnikai rendszereire, azonban a helyiségek kívánt hőfokai jelentősen eltérhetnek egymástól. Ez a körülmény leginkább a szárítás módjában jelenthet markáns különbséget. Általános esetben a légkezelő berendezések hűtéssel érik el a megfelelő harmatponti hőmérsékletig szárított, majd a befúvási hőfokig felmelegített légállapotot.

Egyes üzemek a daraboló-, csomagolóteret esetén a technológiai igények és vevőauditorok kérése miatt a helyiség hőfokát 5 °C körül kívánják tartani. Ebben az esetben a hűtéssel való szárítás nem hatékony, a deresedési jelenség kezelése érdekében a kaloriferek duplikálására lehet szükség. A megrendelői igények megfelelő kiszolgálása érdekében ilyenkor adszorpciós szárító alkalmazása javasolható.

A fentiek alapján láthattuk, hogy elő-



1. kép – Felületi kondenzáció a baromfi-feldolgozó hűtött munkaterében

fordulhatnak lokálisan nagyobb nedvességterhelésnek kitett munkaterületek a helyiségen belül, így a felületi kondenzáció elkerülése érdekében további extra intézkedéseket lehet és érdemes tenni. Az 1. képen jól látható, hogy amennyiben a felületi hőmérséklet a kondenzációs hőfok alá esik, a nedvesség a felületen kicsapódik, és víz-cseppek formájában megjelenik. Ez az ételmisszeriparban „higiéniái KO-pontnak” minősül. A víz táptalajt képez a baktériumok számára, illetve a cseppek kontrollálatlanul csepegnek le, így minőségbiztosítási és higiéniai szempontból problémát jelentenek.

Képpünkön azonban az is jól látható, hogy a lámpatest környezetében nincs felületi kondenzáció, mivel a sugárzóhő-terhelés hatására a felületi hőmérséklet a kondenzációs hőmérséklet fölé emelkedik. A 852/2004/EK, valamint a 853/2004/EK rendelet alapján javasolható megoldások között szerepel a helyi melegítés, aminek hatékonyságát a lámpatest esetében láthatjuk is.

Ugyanakkor a magasabb befűvási hőfok nemcsak megengedett, hanem javasolt a felületi kondenzáció elleni védekezés érdekében. Ha a valós üzemi nedvességterhelés nagyságrenddel eltér a tervezettől, a szárított levegő befűvási hőfokának emelésével a rendszer továbbra is képes elsődleges feladatát megfelelően ellátni.

Tehát a légtechnikai rendszer alapfeladatának (nedvességterhelés kezelése, felületi kondenzáció elleni védekezés) ellátása okán további hőterhelés jelentkezik a munkatér szempontjából, amit a csarnokba telepített hűtőegységekkel kell ellensúlyozni. A légtechnikai rendszer okozta többlethőterhelést a hűtőtechnikai méretezésnél figyelembe kell venni, és számolni kell vele.

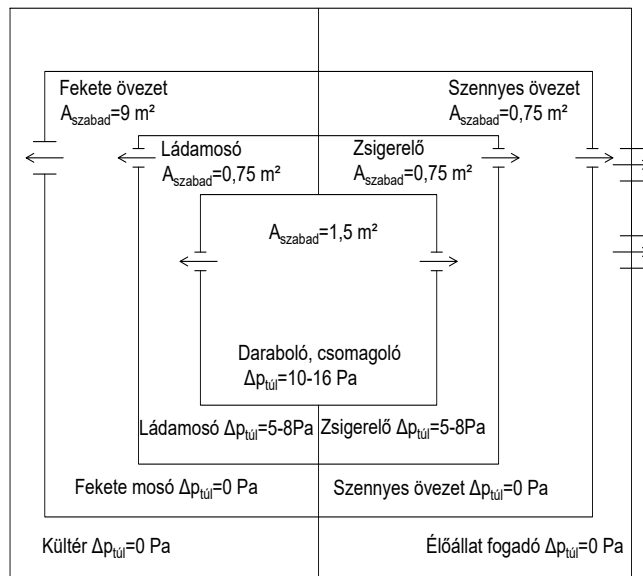
A munkaterületek nyomásvizonyainak rendezése

A helyiségek kialakítása nem teszi lehetővé a tiszta tér követelményeinek teljesítését, az egyes helyiségek kölcsönhatása nem hárítható el a nyitott felületek (pl.: konvektor átvezető szabad felületei) miatt, így ezt a kölcsönhatást kontrollálni kell. A feldolgozási folyamat

a daraboló- és csomagolóterületen fejeződik be. E csarnokrész védelme elsődleges fontosságú, mivel ételmisszeripari szempontból magas kockázatú helyiségeknek minősül.

A légtechnikai rendszerek kialakításánál törekedni kell arra, hogy a magas kockázatú helyiségek felől a periféria felé történjen az átáramlás és ne fordítva. Ennek érdekében a magasabb kockázatú területeken túlnyomást kell kialakítani, ami az élőállat-fogadó területén egyenlítődik ki a kültéri nyomásszinttel.

A tisztatér-rendszerű nyomásszint-tartás feltételei nincsenek meg, így például egy ajtó nyitva felejtése is jelentősen rontja a rendszer vezérelhetőségét (a túlnyomás szintjét közel 0 Pa-ra redukálja). Mivel hasonló üzemeltetési jelenségeket nem lehet megelőzni építészeti beavatkozások nélkül, a nyomáskülönbségre való szabályzás nem vagy csak igen nehezen lehetséges (a rendszer könnyen lengésbe hozható). Így amíg a tiszta tér megfelelő kialakításához szükséges egyéb körülmények nem állnak rendelkezésre, addig a nyo-



5. ábra – Példa feldolgozóüzem nyomásvizonyaira. A megadott A_{szabad} értékek a kültérbe, illetve a más helyiségekbe nyíló szabad felületek nagyságát jelentik

Mivel az egyes munkaterületek között a konvektorsorok számára kialakított nyitott áttörések találhatóak, a tisztaterekre vonatkozó nyomásszint tartása és az arra való szabályzás nehezen megvalósítható. A nyomáskülönbség szinten tartása a nagy, nyitott felületek miatt lényegesen nagyobb átáramló térfogatáramot eredményez, mint egy hagyományos tisztatér kialakítása esetén.

Fontos kiemelni, hogy a tiszta tér feltételei építészeti hiányosságok miatt nem valósíthatók meg (pl. szabad átáramlási felületek, zsilipelvő ajtók hiánya stb.). A tiszta tér rendszer megoldások alkalmazását nem írja elő hatályos rendelet vagy jogszabály, de alkalmazásukkal a rendszer üzemeltetése és szabályozása jelentősen javítható lenne.

másszintre való vezérlés helyett a nyomásszint figyelése és naplózása oldható meg üzembiztosan. Ebben az esetben a befűvás mértékét a technológiai elszívás és a számított átáramlási légmennyiség figyelembevételével kell az automatikai rendszernek változtatnia. A jelentős átáramló légmennyiséget a helyiségek légtechnikai rendszerének méretezésekor figyelembe kell venni. Mivel a magas kockázatú helyiségek felől a periféria felé haladva egyre melegebb munkaterületekkel találkozunk, az átáramló levegő általában alacsonyabb nedvességtartalmú és hidegebb az alacsonyabb preferenciájú területen uralkodó légállapothoz képest. Ezzel számolnunk kell az egyes területeket kiszolgáló légtechnikai és hűtési rendszerek méretezésekor.



Hámori Sándor

Okleveles épületgépész mérnök, a Debreceni Egyetem Műszaki Karán az Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék mesteroktatója. A Magyar Mérnöki Kamara Épületgépészeti Tagozatának elnökségi tagja. Vállalkozása, a Hámori-terv Bt. ügyvezető igazgatója.



Kostyák Attila

Okleveles létesítménymérnök, a Debreceni Egyetem Műszaki Karán, az Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék tanszéki mérnöke. Oktatói munkája mellett épületgépészeti tervezési, kivitelezési, és épületüzemeltetési munkákat végez.

Anyaghasználatra vonatkozó követelmények, javaslatok

A 852/2004/EK, valamint a 853/2004/EK rendelet alapján a tisztíthatóságra, valamint a korrózióállóságra a légtechnika rendszer esetén kiemelt figyelmet kell szentelni. A tapasztalat azt mutatja, hogy a klasszikus festett anemosztátok és rácsok rendkívül rövid idő alatt nagy állagromlást szenvednek el. Ezt a folyamatos gőzterhelés, a bomlástermékek savgőze, valamint a tisztítási ciklusokban alkalmazott erős tisztítószeres együttes hatása eredményezi.

A tapasztalatok alapján a beltérrel érintkező elemek (anemosztátok, rá-

cok, beltérben vezetett légtechnikai csövek, idomok), valamint a szerkezetbe beépített elemek (anemosztátdobozok, fali és földemben lévő átvezető elemek) saválló anyagból való kiírása, beépítése javasolt.

A légkezelő berendezések esetén javasolt saválló kivitelű, megfelelő felületi védelemmel ellátott belső elemek (pl. epoxibevonatú kaloriferek) előírása.

A tervezésnél figyelembe kell venni a magas kockázatú helyiségek védelmét és az onnan a perifériák felé átáramló levegő hatását.

Kostyák Attila, Hámori Sándor

Hivatkozások, felhasznált irodalom

[1] KSH adatsor www.ksh.hu (2020. 07. 10.)

[2] Útmutató a húskészítmények gyártása jó higiéniai gyakorlatához; az Agrárminisztérium megbízásából Campden BRI Magyarország Non-profit Kft. 2019; <https://elelmiszerlanc.kormany.hu/jo-higieniai-gyakorlat-utmutatok> (2020. 05. 15.)

[3] Bogenfürst Ferenc, Horn Péter, Sütő Zoltán, Kovácsné Gaál Katalin, Kovács Gellért; Baromfitenyésztés; Digitális Tankönyvtár; (2020. 05. 15.) https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0059_baromfitenyesztas/ch07s02.html

[4] Marcsó Sándor; Légtechnikai segédlet II. Klímaberendezések; Debrecen, 2010.

[5] Univerza-Légtechnika Kft; www.univerza.hu (2020. 07. 10.)

[6] 3/2002 (II.8.) SzCsM-EüM együttes rendelet; A munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről (net.jogtar.hu; 2020. 05. 15.)

[7] Matuz Géza; Speciális szárítási feladatmegoldások; Rosenberg Hungária Lég- és klimatechnikai Kft.; előadásanyag