

MUDr. Ariana LAJČÍKOVÁ, CSc.
Státní zdravotní ústav Praha

Přirozená a umělá ionizace vzduchu

Natural and Artificial Ionization of the Air

Recenzent
prof. Ing. Karel Hemzal, CSc.

Článek informuje o přirozené a umělé ionizaci vzduchu. K umělé ionizaci jsou používány generátory negativních iontů – ionizátory. Ionizátor může být součástí čističe vzduchu. Může být ale používán jako samostatný přístroj, který nabíjí prašné částice, urychluje jejich shlukování, sedimentaci, a tak vzduch čistí. Zvláštním typem jsou ionizátory osobní a automobilové.

Klíčová slova: ionizace vzduchu přirozená, ionizace vzduchu umělá, ionizátor

The article presents both natural and artificial ionization of the air. For artificial ionization there are used generators of negative ions – ionizers. These devices can be built-in as a part of an air cleaner. They can also be used independently for increasing sedimentation of particulates indoor air and improving indoor air quality. In the paper there is informed about both mobil and personal ionisers.

Key words: natural ionization of the air, artificial ionization of the air, ionizer

Víme, že ovzduší je na každém místě zemského povrchu ionizováno. Co to znamená? Znamená to, že obsahuje malá kvanta elektřiny ve formě vzdušných iontů. Víme také, že přirozená ionizace ovzduší se na různých místech zemského povrchu liší. A víme, že elektricky neutrální místo na zemském povrchu nenajdeme.

Je to dáno **faktory přírodními**, mezi nimiž dominuje nadmořská výška dané lokality a hlubinná geologická struktura Země. Koncentraci iontů v ovzduší daného místa ovlivňují dále mj. teplota a relativní vlhkost vzduchu, atmosférický tlak, převládající směr větrů. Koncentrace iontů v jednom místě podléhá také dennímu, měsíčnímu a ročnímu kolísání, proto je výsledek ovlivněn i dobou měření. Lehké atmosférické ionty v ovzduší vznikají díky trvalému příkonu **energie ionizujícího záření**. Tato energie přichází zčásti **ze zemského podloží**. Geologickým složením Země je ovlivněno množství přírodních radionuklidů, obsažených v zemské kůře, např. radonu a jeho rozpadových produktů, které jsou jako plyny vyneseny na zemský povrch. Jejich rozpadem vznikající záření je příčinou ionizace atomů a molekul plynů přítomných v ovzduší. Druhý přírodní zdroj ionizace směřuje směrem k povrchu zemského **z kosmu** (kosmické záření, sluneční záření). Na nadmořské výšce daného místa pak závisí, jak moc se na ionizaci vzduchu bude tato složka podílet. Oba přírodní zdroje záření jsou prakticky všudypřítomné a způsobují asi 95 % ionizace vzduchu. Zbývajících 5 % připadá na hoření, různé chemické procesy (např. také fotosyntéza rostlin je zdrojem ionizace vzduchu), prudké rozstříkávání vody v blízkosti vodopádů, sněžné, ale i písečné bouře aj.

Neméně důležité – zejména ve vnitřním prostředí našich domovů a pracovišť – jsou **umělé faktory**, ovlivňující ionizaci vzduchu. Když vyvětráme, máme uvnitř místnosti vzduch téměř shodných kvalit jako venku. Člověk dokáže svými činnostmi ve vnitřním prostředí koncentraci iontů uměle zvýšit, ale také téměř spolehlivě zlikvidovat. Ionizace vzduchu v interiérech se mírně zvyšuje v elektrických polích kolem elektricky nabitých vodičů a elektrických spotřebičů, pokud jsou v provozu. Významným zdrojem atmosférických iontů je však pouze **ionizátor**. Tyto přístroje, generátory iontů, jsou konstruovány tak, že produkují a do ovzduší šíří zejména lehké záporné ionty. I když principů ionizace je více, dnes prodávané ionizátory pracují na principu koronového výboje.

Z hlediska vlivu na zdraví jsou důležitou skupinou ty faktory, které koncentraci iontů v ovzduší snižují, neboť představují pro přirozené vzdušné ionty určité riziko. K takovým faktorům patří úprava vzduchu klimatizací [3], kdy je venkovní čerstvý vzduch filtrován, ohříván, event. vlhčen a dopravován potrubím na značné vzdálenosti. Pokles iontů ve vzduchu způsobují také veškeré prašné operace v interiéru, zejména kouření. Cigaretový dým ionty v prostředí v celém rozsahu spolehlivě zničí. Je známo, že mikroskopické

ké kapičky dehtu v dýmu obsažené mají mimořádnou schopnost pohlcovat lehké záporné ionty, které z ovzduší prakticky odstraní. Protože je přímá závislost mezi koncentrací lehkých iontů v ovzduší a obsahem polétavého prašného aerosolu, je už změření koncentrace iontů orientačním ukazatelem čistoty ovzduší. U nás Spurný [1] vypracoval metodu integrálního hodnocení kvality ovzduší. Touto metodou lze z koncentrace lehkých iontů vypočítat koncentraci prachu v ovzduší daného místa. K výpočtu je třeba pouze změřit celkový příkon energie ionizujícího záření mikrodozimetrem a koncentraci lehkých iontů iontometrem. Velmi stručně lze tuto metodu shrnout takto: **čím více iontů, tím méně prachu**. Kuřácké prostředí je proto vždy více znečištěné polétavým prachem než nekuřácký interiér.

Toto tvrzení jsme v minulosti experimentálně ověřili při zkoumání vlivu umělé ionizace na prašnost [2]. Zvýšenou koncentraci lehkých iontů jsme vyrobili ionizátorem, který byl běžně v ČR prodáván. Konstatovali jsme, že mechanismus čištění vzduchu ionizací spočívá v tom, že rozptýlené částice prašného aerosolu se nabíjejí ionty, tvoří kondenzační jádra, která v důsledku větší hmotnosti a vlivem tíže rychleji sedimentují. Kromě toho se vytvářejí elektrostatické síly mezi elektrodou, produkující ionty a stejně nabitými částicemi aerosolu a tím se částice navzájem odpuzují, až dorazí k nějaké okolní ploše (podlaze, stěně, stropu) a tam se usadí. Zde dojde k neutralizaci náboje. Takové plochy je však třeba častěji omývat a čistit. Takto působí lehké ionty nejen na částice minerálního prachu, ale i na mikroorganismy (bakterie, viry) a biologický prach (zbytky těl roztočů, zvířecích exkrementů, spóry plísní aj.). Všechny tyto znečišťující polutanty mohou být příčinou alergií nebo zhoršení jejich příznaků.

Působením uměle generovaných lehkých iontů lze vzduch s vysokou účinností vyčistit. Pokud nemá ionizátor zabudovaný ventilátor, který urychlí proudění vzduchu v místnosti, čistí zpravidla jakousi „bulblinu“ vzduchu ve svém okolí. Tento prostor se zvětšuje v závislosti na délce času používání ionizátoru. Pokud není ionizátor v provozu trvale – a to bývá zřídka – doporučujeme jeho umístění do blízkosti místa nejčastějšího pobytu lidí. Optimální vzdálenost pro pobyt od přístroje udává obvykle výrobce. Spotřeba elektrické energie na provoz ionizátoru je zpravidla velmi malá. Je výhodou, když je ionizátor konstruován tak, aby shlukované nečistoty nejen odpuzoval na blízké povrchy, ale také zachycoval. To umožňují některé typy nových ionizátorů, které jsme ve Státním zdravotním ústavu z funkčního hlediska hodnotili [6]. Tyto přístroje buď obsahovaly vnitřní ionizátor a omyvatelné sběrací desky s elektrostatickým nábojem (kolektory), nebo přitahovaly nabitě prašné částice přímo na svůj omyvatelný povrch.

Potřeba čištění vzduchu, zejména s ohledem na zdraví alergických jedinců, je ve vnitřním prostředí trvalá. Člověk sám prostředí neustále značně

Tab. 1. Počet částic prachu o velikosti 5 mikrometrů (respirabilní, tj. vdechovatelná složka) – měřeno u osob v oděvech pro čisté provozy

Činnost	Počet částic prachu uvolněných za 1 minutu
Stání bez pohybu	100 000
Sezení bez pohybu	500 000
Sezení s pomalým pohybem hlavy nebo ruky	1 000 000
Sezení s mírným pohybem těla a končetin	2 000 000
Povstání s pohybem těla	5 000 000
Pomalá chůze	100 000

Tab. 2 Počet mikroorganismů uvolněných s pevným aerosolem do ovzduší při činnosti člověka

Činnost	Počet mikroorganismů
Naprostý klid bez pohybu	10
Lehké pohyby rukou, hlavou, tělem vstojе nebo vsedě	50
Usednutí na židli nebo podobná činnost	100
Pomalá chůze – 3,5 km/h	500
Rychlá chůze – 6 km/h	750
Chůze po schodech	1000
Cvičení nebo pohybové hry	1500 až 3000

znečišťuje, drobné částice se uvolňují z jeho pokožky i oděvu (tab. 1 a 2). Svými experimenty jsme již před mnoha lety prokázali, že pokles početních koncentrací prachu závisí nejenom na době ionizace, ale i na velikosti částic: pokles je tím rychlejší a vliv ionizace účinnější, čím jsou částice aerosolu větší. Koncentrace částic velikosti 1 μm a větších klesly už po 20 minutách umělé ionizace na nejnižší hodnoty, na méně než 20 % výchozí hodnoty. Menší částice sedimentovaly pomaleji a k jejich odstranění je třeba asi jedna hodina [2]. To jsou však experimenty a umělé zásahy do přirozené ionizace ovzduší. Přirozená ionizace ovzduší se pohybuje na zemském povrchu v rozmezí jednoho, mimořádně dvou řádů (koncentrace ve stovkách, výjimečně v tisících lehkých záporných iontů v centimetru kubickém). Jsou výjimečné lokality s vyšším příkonem ionizační energie, je jimž působením se koncentrace lehkých iontů pohybují v několika tisících až desetitisících v centimetru kubickém. K těmto výjimečným lokalitám patří díky svému podloží např. lázeňské město Jáchymov [4], [5]. Ze známých závislostí mezi koncentrací iontů a prašností lze vyvodit, že vysoká ionizace ovzduší je příčinou čistoty zdejšího ovzduší a jeho příznivého vlivu na zdraví lidí. Podobně je tomu v lázních Jeseník, zdejší lokalita je také jako klimatické lázně využívána. Stálá vysoká čistota vzduchu je díky vysoké ionizaci vzduchu také v jeskyních, využívaných ke speleoterapii.

Dosud jsme hovořili jen o vlivu vzdušných iontů na čistotu vzduchu. Citliví jedinci, soudí se, že jich je asi 30 % (jsou to ti, kteří cítí blížící se změny počasí a reagují bolestí hlavy, kloubů, jizev nebo změnou nálad), vnímají obsah iontů v ovzduší přímo. Člověk sice vzdušné ionty nevnímá žádným čidlem, přesto se citliví lidé v elektricky neutrálním



Obr. 2 Ionizátor do automobilu – přístroj A

Tab. 3 Koncentrace lehkých záporných iontů produkovaných dvěma ionizátory určenými do automobilu

Vzdálenost od emitoru iontů v m	Koncentrace lehkých záporných iontů (v cm ⁻³)	
	přístroj A	přístroj B
0,5	9,2 . 10 ³	2,7 . 10 ⁴
1,0	9,0 . 10 ³	1,3 . 10 ³
1,5	6,5 . 10 ²	8,0 . 10 ²
2,0	3,6 . 10 ²	6,0 . 10 ²
2,5	3,9 . 10 ²	5,5 . 10 ²
3,0	2,9 . 10 ²	5,2 . 10 ²
3,5	2,4 . 10 ²	4,5 . 10 ²
Na předním sedadle auta bez ionizátoru	2,3 . 10 ² (n . 10 ²)	

Tab. 4 Produkce lehkých záporných iontů osobním ionizátorem

Vzdálenost od emitoru v ion v cm	Koncentrace lehkých záporných iontů v cm ³
5	6,0 . 10 ⁵
10	4,5 . 10 ⁵
15	3,0 . 10 ⁵
20	1,5 . 10 ⁵
25	7,0 . 10 ⁴
30	2,2 . 10 ³

ovzduší necítí dobře. Někteří živočišné dokonce v elektricky neutrálním prostředí nemohou žít. Dříve se dělal při výuce fyziologie na lékařské fakultě k tomuto důkazu pokus s žábou, která uhynula po umístění do elektricky neutrální, odstíněné Faradayovy klece. Dnes by ekologičtí aktivisté takový experiment pro potřeby studentů nedovolili. Elektricky neutrální nebo jen málo ionizované ovzduší poznají spolehlivě rostliny. Zatímco v ionizovaném ovzduší čile rostou, v klimatizovaných interiérech s extrémně nízkou ionizací vzduchu postupně hynou a musí být často měněny či nahrazovány umělými květinami.



Obr. 1. Osobní ionizátor pro alergické děti



Obr. 3 Ionizátor do automobilu – přístroj B



Ionizace vzduchu je tedy jedním z faktorů, který je nezbytný pro zdraví a pohodu ve vnitřním prostředí. Člověk je na určité kvantum iontů v ovzduší adaptován. Proto jsou konstruovány i ionizátory k méně běžnému užití. Pro alergiky jsou určeny bateriové přístroje k zavěšení na krk – částice záporně nabitého prachu v dýchací zóně se navzájem odpuzují a člověk dýchá čistší vzduch. Takový přístroj může užívat i malé dítě (obr. 1).

Jsou vyráběny i ionizátory, určené k provozu v automobilu (obr. 2 a 3). Ty jsou napájeny 12 V z autobaterie. V laboratorním měření (tab. 3) jsou výkonnými ionizátory. V jedoucím plně obsazeném autě lze předpokládat větší znečištění vzduchu, jeho rychlejší pohyb a tím nižší ionizační efekt přístroje. Prach z ovzduší je i tady odpuzen na nejbližší povrchy. Jeho odstranění v interiéru automobilu, zejména z čalounění, může být obtížné. Riziko vyššího znečištění interiéru musí každý uživatel sám zvážit. Při hodnocení těchto přístrojů měříme i produkci ozónu a oxidů dusíku, které jsou nežádoucím průvodním jevem každé ionizace, způsobené koronovým (vysokonapěťovým) výbojem. Každý, kdo se rozhodne ionizátor k čištění vzduchu užívat, by se měl zajímat, jaká je produkce těchto nežádoucích meziodproduktů, aby nakonec „nevyháněl čerta ďáblem“.

Použité zdroje:

- [1] Spurný, Z.: Metoda integrálního hodnocení kvality ovzduší. *Ochrana ovzduší*, 16, 1984, č. 4, s. 51–55.
- [2] Šimeček, J., Lajčíková, A.: Vliv umělé ionizace vzduchu na prašnost. *Pracovní lékařství*, 40, 1988, č.5, s. 205–212.
- [3] Fletcher, L.A., Noakes, C.J., Sleigh, P.A., Beggs, C.B.: Air Ion Behavior in Ventilated Rooms. *Indoore Built Environ*, 17, 2008, č. 2, s. 173–182.
- [4] Lajčíková, A.: Mimořádná ionizace ovzduší v léčebných lázních Jáchymov. *Vytápění, větrání, instalace*, 8, 1999, č. 1, s. 40–42.
- [5] Lajčíková, A., Šimek, J.: Ionizace vzduchu v léčebných lázních Jáchymov. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 6, 1999, č. 2, s. 49–52.
- [6] Šimeček, J. a kol.: Charakteristika přístrojů pro čištění a úpravu vzduchu – 1. část. *Vytápění, větrání, instalace*, 1993, roč. 2, č. 3, s. 2–7.
- [7] Charakteristika přístrojů pro čištění a úpravu vzduchu – 2. část, *VVI*, 1993, roč. 2, č. 4, s. 6–9
- [8] Šimeček, J. a kol.: Charakteristika přístrojů pro čištění a úpravu vzduchu – 3. část, *VVI*, 1994, roč. 3, č. 4, s. 2–5
- [9] Šimeček, J. a kol.: Charakteristika přístrojů pro čištění a úpravu vzduchu – 4. část, *VVI*, 1994, roč. 3, č. 2, s. 2–4
- [10] Šimeček, J. a kol.: Charakteristika přístrojů pro čištění a úpravu vzduchu – 5. část, *VVI*, 1995, roč. 4, č. 4, s. 186–188
- [11] Šimeček, J. a kol.: Charakteristika přístrojů pro čištění a úpravu vzduchu – 6. část, *VVI*, 1996, roč. 5, č. 2, s. 122–124
- [12] Šimeček, J. a kol.: Charakteristika přístrojů pro čištění a úpravu vzduchu – 7. část, *VVI*, 1998, roč. 7, č. 1, s. 4–6
- [13] Šimeček, J. a kol.: Charakteristika přístrojů pro čištění a úpravu vzduchu – 8. část, *VVI*, 1999, roč. 8, č. 4, s. 172–174
- [14] Lajčíková, A., Hollerová, J., Mathauserová, Z., Jandák, Z., Kužel, J.: Charakteristika přístrojů pro čištění a úpravu vzduchu, 9. část. *VVI*, 2007, roč. 16, č. 4, s. 203–204. ■

* Dům = elektrárna

„Chceme, aby každý dům byl elektrárnou“, prohlásil vedoucí fy. *Schüco International* D. U. Hindrichs při příležitosti návštěvy firmy Arnoldem Schwarzeneggrem, guvernerem státu Kalifornie, jinak známým rakouským hercem. Oba se dohodli, že již brzy si bude každý dům vyrábět energii. Host, který se silně angažuje v oblasti úspor energie a ochrany životního prostředí se u hostitele informoval o jeho záměrech.

Firma *Schüco* zaznamenává zvýšenou poptávku amerického trhu po okenních a solárních systémech a dohodla se rozšířit v Kalifornii svoji aktivitu.

Zajištění správného klima s přístrojem testo 435

Testo 435 nabízí možnost analyzovat okolní vzduch. To slouží na jedné straně jako indikátor dobrého zdravotního stavu zaměstnanců na jejich pracovištích a na straně druhé jako určující a důležitý faktor při výrobních a skladovacích procesech.

Kromě toho, kvalita okolního vzduchu signalizuje, zda bylo vzduchotechnické zařízení při provozu energeticky optimalizováno a nebo jestli je třeba jej pomocí přístroje testo 435 seřídit.

Pro posouzení kvality vzduchu jsou k dispozici parametry CO₂, relativní vlhkost a teplota okolního vzduchu. Navíc je možno určit absolutní tlak, stupeň turbulence, intenzitu osvětlení a povrchovou teplotu.

Pro určení objemového průtoku jsou k dispozici veškeré možnosti měření proudění - jak termické sondy, vrtulkové sondy tak i Pitotovy trubice.

Vedle klasických sond s kabelem je možné využít bezdrátové spojení sond s přístrojem až do vzdálenosti 20 m. Je tak vyloučeno poškození kabelu nebo omezení v manipulaci. Testo 435 pojme a zobrazí maximálně tři rádiové sondy. Rádiové sondy jsou k dispozici pro teplotu a podle typu přístroje pro vlhkost. Pro rádiový modul je možno se kdykoliv rozhodnout a přístroj jím jednoduše dovybavit.

■ ŠIROKÁ PALETA SOND

- sonda IAQ pro zjišťování kvality okolního vzduchu pomocí CO₂, teploty vzduchu, vlhkosti vzduchu v místnosti a absolutního tlaku
- termické sondy s integrovaným měřením teploty a vlhkosti vzduchu
- vrtulková sonda a sonda se žhaveným drátkem
- rádiová sonda pro teplotu

■ JEDNODUCHÁ OBSLUHA UŽIVATELSKÝMI PROFILY

■ TISK POMOCÍ TISKÁRNY PROTOKOLŮ TESTO

■ INTEGROVANÉ MĚŘENÍ DIFERENČNÍHO TLAKU

- pro měření proudění
- pro kontrolu filtrů

■ ROZŠÍŘENÁ FUNKCE PŘÍSTROJE

- paměť přístroje pro 10.000 naměřených hodnot
- PC-software pro analýzy, archivování a dokumentaci naměřených hodnot
- vlhkostní sonda v rádiovém nebo kabelovém provedení
- možnost připojení sondy pro měření intenzity osvětlení
- možnost připojení sondy pro určení stupně turbulence



Testo s.r.o.

Jinonická 80, 158 00 Praha 5, tel.: 257 290 205, fax: 257 290 410,
e-mail: info@testo.cz www.testo.cz