

NORMALIZACE

# **Zahraniční standardy pro navrhování a provoz klimatizace ve zdravotnictví**

**Foreign standards for air-conditioning design  
and operation in health service**

Autor: Ing. Stanislav TREPKA

*V článku jsou komentovány zahraniční normy (německá, rakouská a švýcarská), řešící problematiku větrání a vzduchotechniky ve zdravotnických zařízeních. Tento rozbor je předložen jako základ tvorby českého národního dokumentu pro navrhování a provoz klimatizace ve zdravotnických stavbách.*

**Klíčová slova:** vzduchotechnika ve zdravotnictví, zahraniční normy, kritický rozbor

*The article presents commentaries on foreign standards (German, Austrian and Swiss) dealing with problems of ventilation and ventilation engineering in health service facilities. This analysis is presented as the basis for the formation of the Czech national document for design and operation of air-conditioning in health service buildings.*

**Key words:** ventilation in health service, foreign standards, critical analysis

Recenzent

MUDr. Ariana Lajčíková, CSc.

Problematika hygienických předpisů v ČR je v současné době řešena vydáním zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví. V návaznosti na tento zákon bude postupně vydána řada souvisejících vyhlášek a nařízení vlády, které budou prováděcími předpisy tohoto zákona. Touto cestou budou nahrazeny dosavadní zrušené hygienické předpisy, příp. doplněny jiné právní normy.

Z předpisů, které se bezprostředně dotýkají projektové přípravy a realizace zařízení techniky prostředí, byly vydány:

- vyhláška MZ ČR č. 464/2000 Sb. ze dne 6.12.2000, kterou se stanoví hygienické požadavky na koupaliště, sauny a hygienické limity venkovních hracích ploch,
- nařízení vlády č. 502/2000 Sb. ze dne 27.11.2000 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací,
- vyhláška MZ ČR č. 107/2001 Sb. ze dne 8.3.2000 o hygienických požadavcích na stravovací služby a o zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných,
- vyhláška MZ ČR č. 108/2001 Sb. ze dne 9.3.2001, kterou se stanoví hygienické požadavky na prostory a provoz škol, předškolních zařízení a některých školských zařízení,
- nařízení vlády č. 178/2001 Sb. ze dne 18.4.2001, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci (příloha III zákoníku práce ve znění zákona č. 155/2000 Sb.).

Vydání vyhlášky MZ ČR, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí bytových místností některých staveb (pracovní název) se bohužel opozdilo, ačkoliv vyhláška svým významem převyšuje již vydané předpisy a co do parametrů mikroklimatu je jim nadřazena. Předností této vyhlášky jsou definice základních veličin používaných při definování podmínek techniky prostředí.

Přínosem této vyhlášky je m.j. příloha, věnovaná zdravotnictví, zejména operačním sálům. Svým obsahem odpovídá našim představám o stanovení základních principů návrhu klimatizace, avšak svým rozsahem nepostačuje pro komplexní řešení klimatizačních systémů zdravotnických pracovišť.

Přímým důsledkem opoždění vyhlášky o limitech vnitřního prostředí bytových místností byly závažné nedostatky ve vydaných předpisech, které vyvolaly negativní ohlas u odborníků v technice prostředí a dokonce vedly k organizování akce za revizi těchto vyhlášek a nařízení.

Předpis, kterým by se stanovily podmínky pro navrhování a provoz klimatizace resp. vzduchotechniky ve zdravotnických stavbách, by měl svým rozsahem odpovídat některé z následujících zahraničních norem v tomto oboru. Takto koncipovaný elaborát by pak ve schématu předpisů v oblasti kvality vnitřního prostředí zaujímal pozici až za vyhláškami MZ ČR resp. nařízeními vlády ČR (optimálně např. jako metodický pokyn hlavního hygienika ČR).

Když se vrátíme do nedávné historie, zjistíme, že snahu vytvořit hygienický předpis pro klimatizaci ve zdravotnictví mělo ministerstvo zdravotnictví již na počátku osmdesátých let. Ve Zdravoprojektu Praha byly zpracovány typizační směrnice zdravotnických staveb – nemocnic a poliklinik – a v jejich rámci typizační směrnice z oboru techniky prostředí, m.j. také typizační směrnice (TSm) pro nemocnice s poliklinikou I. a II. typu – **VI. Technická zařízení a vybavení – VZDUCHOTECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ**. Tato směrnice byla postupně několikrát přepracována – její poslední verze je z roku 1991. Ani ta se nedočkala oficiální

ního schválení, avšak několik desítek exemplářů bylo distribuováno do ČR i SR. I v této neschválené formě však tato TSm tehdy sloužila jako jediný ucelený podklad pro projektanty a hygieniky. První návrh TSm byl zpracován s obdobným institutem v tehdejší NDR, poslední znění se však již opíralo o standard SRN – DIN 1946/4.

V tomto legislativním „bezládí“ (pokud se týče předpisu pro vzduchotechniku ve zdravotnictví) byla jednak používána již zmíněná verze TSm z roku 1991 (po zrušení Zdravoprojektu obtížně dosažitelná), jednak byly používány materiály ze seminářů na toto téma, které byly pořádány zpravidla Českou vědecko-technickou společností.

Přednášky v oboru vzduchotechniky pro zdravotnictví vycházely z dosažitelných zahraničních pramenů, zejména standardů SRN, Rakouska a Švýcarska.

V tomto období se projektanti uchýlovali k používání výše uvedených podkladů za tichého souhlasu hygieniků. V jiných případech používali odbornou literaturu, např.: Máca: Klimatizace a větrání nemocnic, Recknagel-Sprenger-Schramek: Heizung + Klimatechnik apod.

Ukázalo se také, jak po roce 1990 chyběl po rozpadu Zdravoprojektu, KPÚ a PÚ VHMP specializovaný projektový ústav s dlouholetou praxí ve zdravotnictví. Tím byla také přerušena kontinuita výchovy specializovaných odborníků. Po roce 1990 ustala i tak slabá snaha ministerstva zdravotnictví ČR legalizovat zmíněnou TSm alespoň v původní podobě anebo zpracovat nový hygienický předpis odpovídající současným poznatkům. Teprve v současné době pod tlakem direktiv EU a požadavků WHO se zrodila koncepce systému zákona o ochraně veřejného zdraví a následných prováděcích předpisů a tak se vytvořila možnost připravit vhodný předpis pro klimatizaci ve zdravotnictví a určit mu náležité místo ve schématu prováděcích předpisů zákona o ochraně veřejného zdraví.

Také z tohoto důvodu je zpracován tento elaborát, který by mohl být východiskem pro vytvoření žádaného předpisu ve formě **metodického pokynu hlavního hygienika** (bude-li vůle MZ ČR! – pozn. rec.)

V první části budou analyzovány vhodné zahraniční standardy, ve druhé pak bude zpracován vlastní hygienický předpis, zatím ve formě návrhu. Tento návrh by se v podstatě z velké části ztotožňoval s použitými zahraničními prameny, oprostěnými od všeobecných zásad a některých nepraktických teoretických postupů.

Pro srovnání a analýzu byly vybrány standardy států s vyspělým zdravotnictvím:

- Německo:** DIN 1946-4 Raumlufttechnische Anlagen in Krankenhäusern (VDI – Lüftungsregeln) – vydání březen 1999
- Rakousko:** ÖNORM H 6020-1 Lüftungstechnische Anlagen in Krankenanstalten – Projektierung, Errichtung und Kontrolle – vydání září 1999
- Švýcarsko:** Richtlinien für Bau, Betrieb und Überwachung von Lufttechnischen Anlagen in Spitätern – vydání prosinec 1975.

Tyto standardy byly vybrány jednak proto, že splňují naše představy o obsahové úrovni technické normy, jednak z prozaického důvodu, že byly relativně snadno dostupné. Navíc – podle německé normy DIN

1946-4 bylo zpracováno mnoho projektů, některé nemocnice si použití této normy kladly jako podmínku, např. VFN Praha 2!

Hygieniky je tento postup tolerován, přestože patrně k této normě nemají přístup.

Z názvu i obsahu těchto předpisů je zřejmé, že nejsou určeny jen projektantům, ale i realizačním firmám a uživatelům. Podstatná jejich část je určena pro provádění, přejímku, provoz a kontrolu vzduchotechnických zařízení. Bude třeba uvážit, zda i tyto oddíly zahraničních norem by měly být součástí zamýšleného metodického pokynu hlavního hygienika.

Pro předávání vzduchotechnického zařízení do provozu byla před časem zpracována metodická příručka – Ing. Stanislav Toman: Předávání klimatizačních a větracích zařízení do provozu (Společnost pro techniku prostředí – OS 1 – Klimatizace a větrání – Praha 1994) a pro provoz a servis pak byla v roce 1979 vydána obdobná příručka – Ing. Frýba, Ing. Novotný, Ing. Poledna: Provoz a údržba klimatizačních zařízení (ČSVTS – komitét pro techniku prostředí).

Hlavní zásady těchto prací by měly být vtěleny do metodického pokynu hlavního hygienika (nebo jiného vhodného dokumentu – pozn. rec.) alespoň jako příloha.

Při porovnání výše uvedených zahraničních standardů je zřejmé, že nároky na parametry mikroklimatu jsou v podstatě shodné. V některých bodech se však liší zásadně, např. kladou důraz na některé specifické požadavky – jak se ukáže v následující analýze.

V části určené projektantům se tyto normy shodně dělí na tyto části:

- fyziologicko – hygienické požadavky
- technicko – hygienické požadavky
- tabulka parametrů mikroklimatu.

V prvních dvou částech jsou zahrnuty požadavky, které jsou specifické pro zdravotnictví, v tabulce parametrů jsou pak zahrnuta běžná i specializovaná zdravotnická pracoviště. Pracoviště, která se v tomto přehledu nevyskytují (např. nově vznikající lékařské obory), se posuzují podle nároků na obdobné provozy, nebo je parametry nutno projednat s provozovatelem a hygienikem.

Německá norma **DIN 1946-4 Raumluftechnische Anlagen in Krankenhäusern (VDI – Lüftungsregeln)** (Vzduchotechnická zařízení v nemocnicích) – vydání z roku 1999 – nahrazuje vydání z roku 1989.

Této normě je věnována větší pozornost, protože je našemu pojetí závazného normativu nejbližší. Je to velice praktický předpis, který umožňuje rychlé a úplné zvládnutí dané problematiky při respektování přísných hygienických požadavků.

## A. ROZSAH POUŽITÍ

Do normy nespádají objekty hospodářské (např. kuchyně, prádelny), administrativní a provozní a další prostory, které nemají přímou vazbu na zdravotnictví. Norma se vztahuje jen na prostory uvedené v tabulce požadavků na parametry mikroklimatu.

## B. VŠEOBECNĚ

Zde se zdůrazňuje, že kromě dobrého stavebního a technického řešení je nutné i dobré zaškolení, organizace a disciplína zdravotního a technického personálu.

Zkušenost ze staveb ukázala, že je vhodné projekt i realizaci konzultovat s hygienikem.

Každá odchylka od této normy musí být projednána s uživatelem, projektantem, hygienikem a příp. i se stavebním úřadem.

## C. ÚKOLY VZDUCHOTECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ

Tento odstavec obsahuje obecná zjištění, jak důležitá je vzduchotechnika ve zdravotnictví. Zdůrazňuje vnitřní tepelné a hygienické zátěže místností (tepelná zátěž od přístrojů zdravotnické techniky, zátěž od narkotizačních plynů a par z desinfekčních prostředků a také ze zapáchajících látek a jako problém zdůrazňuje také vyrovnávání vzduchové bilance mezi větranými a nevětranými úseky.

## D. FYZIOLOGICKO – HYGIENICKÉ POŽADAVKY

Pohoda prostředí se zajišťuje podle všeobecně platných zásad – viz také DIN 1946 část 2. Závisí na teplotě vzduchu, jeho proudění v místnosti a na jeho relativní vlhkosti.

### Teplota vzduchu

Požadované teploty jsou vyznačeny v tabulce požadavků tak, že jsou uvedeny nejnižší a nejvyšší přípustné teploty aniž by se rozlišovala období (zimní, letní). Pokud není v tabulce uvedena žádná teplota, platí hodnoty z normy DIN 1946-2 Raumluftechnik – Gesundheitstechnische Anforderungen. Tato norma pracuje s tzv. operativními teplotami, které jsou odvislé od venkovních teplot. Od venkovních teplot od 0 až 26 °C jsou vnitřní teploty v rozmezí 22 až 26 °C. Od venkovních teplot 26 až 32 °C jsou vnitřní teploty v rozmezí 24 až 27 °C – závislosti jsou lineární. V zimě je vnitřní teplota standardně  $t_z = 22$  °C, ve výši 0,1 m nad podlahou musí být teplota nejméně  $t_z = 21$  °C.

Teploty v požadovaném rozsahu musí být podle potřeby nastavitelné celoročně.

### Proudění vzduchu

Pro rychlosti vzduchu platí norma DIN 1946-2, vychází se z aktivity I a středního oblečení – pokud nejsou uživatelem stanoveny jiné požadavky.

Vyšší rychlosti jsou přípustné jen u místností, resp. prostorů s uspořádaným prouděním (Verdrängungsströmung).

### Relativní vlhkost

Platí hodnoty stanovené normou DIN 1946-2, pokud nejsou v tabulce uvedeny hodnoty jiné. Zpravidla jde o rozmezí 35 až 65 %.

### Kvalita vzduchu – třídy prostorů

Z hygienicko – mikrobiologických důvodů se podle požadavků na čistotu prostředí rozlišují 2 třídy:

- třída I (Raumklasse I) – vysoké, resp. velmi vysoké požadavky na nízký počet zárodků v jednotce prostoru
- třída II (Raumklasse II) – běžné požadavky na nízký počet zárodků.

Toto je velice závažný odstavec, protože neuvádí třídění prostorů podle počtu částic dle FS 209E, které je z hlediska projektování zavádějící. Pozoruhodné je, že každá větraná místnost je zařazena alespoň do třídy II, tj. musí mít dvoustupňovou filtraci.

### Čištění vzduchu

Ve vzduchotechnických zařízeních se používá zásadně dvou- nebo třístupňová filtrace vzduchu s filtry tříd dle DIN EN 779, resp. podle DIN 1822-1:

1. stupeň nejméně F5
2. stupeň nejméně F7
3. stupeň nejméně H13.

Tedy: pro prostory tř. I = F5 + F7 + H13  
pro prostory tř. II = F5 + F7

Osazení filtrů: F5 – nejbliže sání venkovního vzduchu  
F7 – na výtlačnou stranu jednotky na začátek potrubí  
H13 – co nejbliže k větranému prostoru – u operačních sálů na konec potrubí.

### Průtok venkovního a přiváděného vzduchu

Při provozu vzduchotechnického zařízení musí být dodržen minimální průtok venkovního vzduchu, stanovený v tabulce požadavků. Pro snížení počtu zárodků v prostoru nebo s ohledem na tepelnou bilanci místnosti je možno průtok vzduchu zvýšit podle potřeby. Pro operační sály platí zvláštní ustanovení.

### Cirkulace vzduchu

Cirkulace vzduchu je možná za těchto předpokladů:

- smí se používat jen vzduch odváděný z téhož prostoru nebo ze stejné skupiny místností – např. funkční jednotka operačních sálů
- cirkulační vzduch musí procházet stejnými filtry jako vzduch venkovní.
- cirkulaci nelze použít tam, kde vzniknou hygienicko – toxikologické pochybnosti o znečištění odváděného vzduchu škodlivými plyny (např. narkotizačními).

### Proudění vzduchu mezi místnostmi

Z hygienických důvodů smí docházet k proudění vzduchu mezi místnostmi obecně jen směrem z prostor s vyššími požadavky na počet zárodků do prostor s požadavky nižšími. Směry proudění jsou vyznačeny v tabulce č. 1 – Směr proudění v operačních odděleních. V této tabulce je šipkami vyznačeno vzájemné proudění mezi 24mi místnostmi. Šipky tedy současně vyznačují přetlak mezi sousedními místnostmi.

Proudění (přetlak) je vytvářeno různými dimenzováním průtoků přiváděného a odváděného vzduchu. Rozdíl průtoku musí být umožněn předem stanovenými otvory nebo netěsnostmi.

Pro oddělení místností s různými třídami čistoty je v některých případech výhodné použití vzduchové propusti (Luftschleuse). Tyto vzduchové propustě se zřizují např. pro oddělení operačního traktu od komunikací. Dveře propustí musí být vzájemně elektricky blokovány.

### Hladina hluku

Hladiny hluku šířené konstrukcí a vzduchovody nesmí překročit hodnoty uvedené v tabulce požadavků.

## E. TECHNICKO – HYGIENICKÉ POŽADAVKY

### Otvory pro nasávání venkovního vzduchu

Otvory musí být umístěny nejméně 1 m nad terémem, popř. i jinak podle meteorologických poměrů, respektujících emitující zdroje: kouřové plyny, zápachy apod. Musí zohlednit i budoucí zástavbu. Nesmí být přístupné nepovolaným osobám (!)

### Odpadní vzduch

Odpadní vzduch se může odvádět na střechu, nesmí obtěžovat okolí a to i vlivem větru.

### Potrubí

Potrubí musí mít hladký povrch – vyhovuje pozinkovaný plech. Ohebné potrubí se může použít jen pro připojení výdechových elementů a výustek a to do délky 2 m.

Potrubí za 3. stupněm filtrace musí být čistitelné a musí umožnit vytírání desinfekčním prostředkem.

Uvnitř potrubí nesmí být vedeny žádné instalace, kabely apod.

U klapek a regulátorů průtoku musí být osazena revizní víka.

Stavební šachty nesmí být používány pro přívod nebo odvod vzduchu.

Před montáží se musí potrubí vytřít a po skončení pracovní doby při montáži se otvory v potrubí musí překrýt fólií.

Vzduchovody přiváděného vzduchu: pro skupinu tř.l musí být co nejkratší – těsnost tohoto potrubí musí mít třídu III dle DIN 24194-2. U filtrů 3. stupně musí být osazena hrdla pro vpouštění zkušební aerosolu.

Potrubí odváděného vzduchu musí mít třídu těsnosti II dle DIN 24194-2. Vzduch z izotopových oddělení se musí vést samostatným potrubím do atmosféry bez filtrace, pokud ji nepředeepisují předpisy o ochraně před zářením.

### Uzavírací klapky

Klapky na přívodu i odvodu vzduchu musí být motoricky ovládané s pružinou pro uzavření při výpadku energie. U těsných klapek je max. průnik 10 m<sup>3</sup>/h vzduchu na 1 m<sup>2</sup> průřezu při přetlaku 100 Pa. Norma stanovuje, kde všude musí být těsné klapky, aby nedošlo k proudění vzduchu mezi prostory s různou třídou čistoty.

Před každým filtrem 3. stupně musí být těsná klapka pro umožnění výměny filtru. Běžné klapky je možno umístit před 2. stupeň filtrace a na odvodu.

### Potrubí pro odvod kouře a požární klapky

Požární klapky za 3. stupněm filtrace jsou nepřípustné. Požární klapky na přívodu pro místnosti tř. I musí být spřaženy s odtahovým ventilátorem tak, že ten se odstaví při uzavření klapky. Kouřové potrubí nesmí umožnit samovolné proudění vzduchu, nevhodné podle hygienických hledisek.

### Prvky vzduchotechnických jednotek

*Filtry* – filtrační materiál 3. stupně nesmí být hydrofobní. Tyto filtry musí být trvale těsné a těsnost musí být měřitelná. Musí být zabráněno podkročení rosného bodu.

U každého filtru musí být připevněno označení filtru, jeho charakteristika a musí být zajištěno měření tlakové ztráty.



*Ventilátor* – musí být zařazen mezi 1. a 2. stupeň filtrace.

*Zvlhčovač* – se zařazuje před 2. stupeň filtrace. Pára nesmí obsahovat chemické látky, škodlivé zdraví. DIN připouští vodní pračky při použití pitné vody. Volba typu vlhčení závisí i na stanovisku hygienika. Vodu je třeba upravovat, např. použitím UV zářičů (?). Při chemické úpravě vody musí být zachována toxikologická nezávadnost. (Použití vody k vlhčení vzduchu kupodivu připouští i rakouská a švýcarská norma).

*Chladič vzduchu a odlučovač kapek* se umísťují před 2. stupeň filtrace. Přímé připojení kondenzátu na kanalizační síť je nepřipustné. Je třeba zabránit pronikání škodlivin ze syfonů do jednotek při odstávkách – je třeba zajistit zaplavování syfonů.

*Zařízení pro zpětné získávání tepla* – zařazuje se mezi 1. a 2. stupeň filtrace. Deskové nebo trubkové výměníky se mohou používat bez souhlasu hygienika. Rotační rekuperátory se mohou použít pouze po splnění několika průkazných zkoušek, aby bylo zabráněno možnosti přenosu choroboplodných zárodků.

*Tlumiče hluku* – povrch tlumičů musí být odolný proti oděru a musí odpuzovat vodu. Zařazují se za 1. stupeň filtrace (?) před ventilátor, měly by být zařazeny před 2. stupeň filtrace a podle potřeby ještě před 3. stupeň filtrace.

*Vyústky* – odtahové vyústky v místnostech, ve kterých se z textilií uvolňují vlákna, mají být opatřeny filtry. V operačních sálech se odvádí nejméně 1 200 m<sup>3</sup>/h od podlahy.

Vyústky mají být několik cm nad podlahou. Spodní část má být sešikmená (?).

### **Vzduchotechnická zařízení pro operační sály**

Tato kapitola normy je velmi významná a zcela mění ustálené přístupy ke klimatizaci těchto prostor. Velice usnadňuje práci projektantům jednoduchým stanovením vzduchového výkonu. Nicméně se nepodařilo autorům zabránit uvedení čistě teoretických výpočtů výkonu, založených na hypotetických údajích, jako jsou: „stupeň kontaminace v chráněné oblasti“, „střední kontaminace zárodků ve vzduchu“, a „střední (referenční) koncentrace zárodků ve vzduchu“.

Tyto údaje až na žádanou výslednou koncentraci zárodků nelze žádným vhodným způsobem zjistit předem.

Pro praktické účely zcela vyhovují hodnoty průtoku vzduchu:

Pro *operační sály typu A* se zvláště vysokými požadavky na nízký počet zárodků (např. pro transplantace, srdeční operace, kloubovou protetiku, alloplastiku apod.)

$$V = 3\,600 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Pro *operační sály typu B* s vysokými požadavky na nízký počet zárodků (běžné operační sály)

$$V = 2\,400 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Zařazení operačních sálů podle typu stanoví hygienik.

Proudění vzduchu v operačních sálech:

- pro sály typu A se vyžaduje uspořádané proudění vzduchu, tzv. „laminární proudění“ v chráněné oblasti (operační pole);
- pro sály typu B se připoustí turbulentní proudění.

U stropního přívodu vzduchu, zpravidla u operačních sálů typu A, je třeba volit i vhodný typ operační lampy, který by nesnižoval účinnost proudění vzduchu. V cestě proudění nemají stát ani jiné překážky jako obrazovka, rtg přístroj apod.

Podíl venkovního vzduchu – při třístupňové filtraci se předpokládá, že koncentrace zárodků ve vzduchu je zanedbatelně nízká i pokud je i v přiváděném vzduchu obsažen i cirkulační vzduch. Protože se narkotizační plyny a páry desinfekčních prostředků na filtrech nezachytí, je pro snížení koncentrace plynů v pobytové oblasti účinný jen podíl venkovního vzduchu. Minimální průtok venkovního vzduchu musí být  $V_v = 1\ 200\ \text{m}^3/\text{h}$ , aby se u běžného proudění udržela koncentrace narkotizačních plynů v oblasti pobytu anesteziologů pod toxikologicky přípustnou hranicí. Pro snížení emisí se počítá a odsáváním narkotizačních plynů, které však z technických a funkčních důvodů není dokonalé.

Pokud není z technických důvodů odsávání narkotizačních plynů možné, určí hygienik zda tyto plyny nejsou škodlivé a v opačném případě nepřipustí cirkulaci vzduchu.

Vzduch použitý pro cirkulaci se odvádí pod stropem operačního sálu. Odpadní vzduch, odváděný u podlahy, se vede mimo objekt.

#### **Provoz vzduchotechnického zařízení ve zvláštních případech**

*Provoz v mimopracovní době* – takový provoz se zajišťuje pouze u operačních sálů, aby nemohlo dojít ke kontaminaci operačního oddělení. Přivádí se jen tolik vzduchu, aby byl zajištěn přetlak v čistých prostorech, rychlost proudění v potrubí nemá klesnout pod 2 m/s. Přitom musí být všechny stavební otvory (dveře, okna) uzavřeny. Zvlhčování a chlazení může být odstaveno. Doba čištění a údržby v operačních sálech patří k provozní době.

Pro případ *výpadku elektrické energie* musí být klimatizační zařízení operačních sálů napojena na náhradní zdroj a výjimkou chlazení a zvlhčování. To platí i pro ostatní zařízení hygienické třídy I.

### **F. POŽADAVKY NA PARAMETRY MIKROKLIMATU**

Tato kapitola je nejzávažnější částí normy. Obsahuje všechny údaje potřebné pro výpočet vzduchového průtoku, energetických potřeb pro pohon jednotek, ohřev vzduchu a chlazení a pro vlhčení. Další údaje jsou určující pro sestavu celého vzduchotechnického systému. V tabulce jsou parametry stanoveny pro 56 pracovišť.

Zcela zásadní jsou údaje pro výpočet průtoku vzduchu – specifické dávky venkovního vzduchu, vztažené na  $1\ \text{m}^2$  podlahové plochy.

### **G. POKYNY PRO PŘEDENÍ STAVBY**

Tyto pokyny jsou určeny stavebním projektantům a realizátorům stavby. Týkají se záležitostí, souvisejících s dobrou funkcí vzduchotechniky, jako je požadavek na těsnost oken a dveří, typy dveří, jejich vzájemné blokování, zřízení vzduchových propustí apod.

## H. ČIŠTĚNÍ A DESINFEKCE VZDUCHOTECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ

Potrubi mezi 2. a 3. stupněm filtrace není prakticky možné čistit. Zato potrubí za 3. stupněm filtrace je nutno čistit a desinfikovat zejména po odstávkách a po výměně filtrů.

Norma DIN 1946-4 dále pokračuje kapitolou **Přejímací zkoušky**, která stanoví technické a hygienické zkoušky. Další kapitola je **Údržba a kontrola VZT zařízení po uvedení do provozu**, která stanoví požadavky na údržbu, technické a hygienické zkoušky, je obdoba našich provozních předpisů – včetně tabulového přehledu prací.

Na konci normy je mimo seznam souvisejících předpisů připojen oddíl **Vysvětlivky**, který doplňuje některé kapitoly podrobnějším způsobem a také zdůvodňuje změny oproti předešlému vydání, jako je snížení počtu hygienických tříd a to, že pro snížení průtoku v operačních sálech stačí množství menší než původních 50 % a že chodby, delší než 25 m mají být nuceně větrány.

Rakouská norma **ÖNORM H 6020-1 Lüftungstechnische Anlagen in Krankenanstalten – Projektierung, Errichtung und Kontrolle** (Vzduchotechnická zařízení v nemocnicích – projektování, zřizování a kontrola) – vydání z roku 1999 – Österreichisches Normungsinstitut, A-1021 Wien. Nahrazuje vydání z roku 1989.

Struktura ÖNORM silně připomíná DIN 1946-4 a to jak v části určené projektantům a hygienikům, tak i v části pro uživatele a investory. Nicméně zachovává sestavu z vydání z roku 1989, jen v některých partiích došlo ke změnám, které odrážejí technický pokrok i vliv praktických zkušeností z realizací vzduchotechnických zařízení podle předchozího znění normy.

Požadavky ÖNORM jsou vesměs shodné s požadavky DIN 1946-4, kromě několika výrazně odlišných nároků nebo metodik:

**větrané prostory se dělí na 4 třídy** podle nároku na čistotu vzduchu:

- třída I: prostory s velmi vysokými nároky na nízký počet choroboplodných zárodků: 10 zárodků tvořících kolonie v 1 m<sup>3</sup> – 10 KBE/ m<sup>3</sup> (Kolonien bildende Einheiten)
- třída II: prostory s vysokými nároky na nízký počet zárodků: do 200 KBE/ m<sup>3</sup>
- třída III: prostory bez zvláštních nároků na nízký počet zárodků
- třída IV: místnosti s mikrobiálně nebo jinak kontaminovaným vzduchem. Takovou třídu DIN 1946-4 nemá.

(V češtině je běžně užívána zkratka **KTJ** pro **kolonie tvořící jednotky** – pozn. rec.).

V přehledné tabulce nároků na vzduchotechnické zařízení jsou místnosti řazeny do skupin podle tříd čistoty. Zařazeny byly jen prostory pro léčebné a diagnostické účely a to podle požadavků specializovaných hygieniků.

Pro dodržení čistoty vzduchu v prostorech I. a II. třídy jsou směrné údaje z přílohy A1, jejichž docílení je možné jen se zřetelem na filtraci a proudění vzduchu (dle FS 209E resp. GMP).

Jako **všeobecné zásady** pro vzduchotechniku v nemocnicích platí:

- pro prostory I. a II. třídy je nutná třístupňová filtrace přiváděného vzduchu,
- výdechové elementy musí být u těchto tříd opatřeny filtrem H13

- u prostorů třídy I a II musí být stropní konstrukce (podhledy) vzduchotěsné, čistitelné a desinfikovatelné,
- pro prostory třídy III a IV je požadována dvoustupňová filtrace přiváděného vzduchu. U prostorů třídy IV musí být filtrován i odváděný vzduch,
- vzduchovody musí být tak krátké, jak jen je možné.

### Výpočet vzduchového výkonu vzduchotechniky

- pro provoz je požadován minimální přívod venkovního vzduchu podle tabulky přehledu požadavků,
- větší množství venkovního vzduchu je možné na základě tepelné bilance nebo při znečištění prostorů škodlivými látkami nebo pachy a nebo z důvodu bezpečnosti práce (velká vnější nebo vnitřní tepelná zátěž, vyšší koncentrace narkotizačních plynů apod.)
- pokud vypočtené množství vzduchu převyší minimální hygienicky požadované množství venkovního vzduchu, může být tento podíl vzduchu použit jako **oběhový vzduch**. Nesmí to však být vzduch z prostor s vývinem škodlivin (prosektura, infekční odd., kuchyně, izotopové odd.).
- pokud bude oběhový vzduch směřován s venkovním vzduchem, musí být veden přes filtr H13 (Schwebstofffilter) a to pro prostory všech tříd. Do potrubí oběhového vzduchu je nutno vsadit požární klapku, ovládanou kouřovým čidlem. Požadavek filtru H13 se neuplatňuje u cirkulačních chladičích jednotek.

### Proudění vzduchu v místnostech

Pro dodržení vypočtených průtoků vzduchu je třeba instalovat regulátory průtoku do potrubí nebo regulátory otáček elektromotorů ventilátorů pro eliminaci vlivu zanášení filtrů.

V prostorech I. a II. třídy čistoty se musí odvádět 75 % vzduchu těsně nad podlahou a 25 % stropem.

### Filtrace

Elektrofiltry lze pro větrání lékařských pracovišť použít pouze jako 1. stupeň. Filtry H13 se instalují jako koncový element. Pokud jsou vřazeny do potrubí, pak nejdále 500 mm od výdechu. Chladiče a zvlhčovače je třeba řadit tak, aby nedošlo k provlhání filtrů.

Systémy odvodu vzduchu musí být chráněny před znečištěním. Nechrání jen ventilátory nebo zařízení pro zpětné získávání tepla (rekuperační nebo regenerační výměníky), ale i regulační orgány a odtahové potrubí.

Na odtahové vyústky se osazují filtry tam, kde se do prostorů dostávají textilní vlákna (operační sály, ošetřovací jednotky), v kuchyních, kuřárnách a ve speciálních laboratořích. Podle potřeby se do odtahů instalují také sorpční filtry.

### Proudění vzduchu mezi prostory

Pro oddělení sousedních prostorů přetlakem vzduchu se zřizují vzduchové propustě, aby se zabránilo přenosu choroboplodných zárodků.

O jejich zřízení rozhodne příslušný hygienik. Propustě se vybavují automaticky ovládanými dveřmi tak, aby se neotevíraly současně.

### Tlumený provoz vzduchotechniky

*Zařízení pro prostory I. a II. třídy:* mimo provozní dobu je možno tato zařízení vypnout. Uvedení do chodu je nutné nejméně 30 minut před zahájením provozu.

*Zařízení pro prostory třídy III:* musí se provozovat trvale. Vypnout je možno jen tehdy, pokud větrané prostory nejsou vůbec používány. Výjimku tvoří místnosti s vývinem pachů: WC, místnost pro vymývání ložních mís apod. Pokud nejsou používány, lze výkon snížit na 50 %.

U ostatních místností třídy III:

- lůžkové pokoje: výkon je možno snížit za předpokladů, že budou zachovány parametry mikroklimatu (teplota, relativní vlhkost), nesmí být průtok snížen pod hodnotu 40 m<sup>3</sup>/h venkovního vzduchu na osobu, která je přítomna, bude zachováno žádané proudění vzduchu v každém provozním stavu, výkon je možno opět zvýšit krátkodobě kvůli pachům (při použití ložní mísy) vypínačem s časovým relé,
- jiné prostory III. třídy: při slabém využití prostorů (minimální počet osob, minimální osvětlení, minimální tepelná zátěž, minimální vývin pachů) je možno přívod venkovního vzduchu i jeho odvod snížit až na hodnotu 6 m<sup>3</sup>/h na 1 m<sup>2</sup> podlahové plochy, za předpokladu, že budou dodrženy hodnoty teploty a relativní vlhkosti, přívod 40 m<sup>3</sup>/h na osobu a žádané proudění v místnosti bude zachováno,
- chodby: během slabého provozu, např. v noci, při sníženém osvětlení a minimální frekvenci personálu může být průtok snížen až na 1,5 m<sup>3</sup>/h na 1 m<sup>2</sup> podlahové plochy.

Aby byl umožněn ekonomický provoz vzduchotechniky, je možno vyřadit některé místnosti osazením uzavíracích klapek nebo navržením samostatného vzduchotechnického zařízení.

*Zařízení pro prostory IV. třídy:* jestliže je snížení výkonu vzduchotechniky plánováno, je možno uplatnit stejné zásady jako u třídy III. Každý lůžkový pokoj však musí mít vlastní uzavírací klapky. Pro místnosti oddělení nukleární medicíny platí, že při přerušení provozu je možno zařízení vypnout jen tehdy, když na pracovišti jsou volně uloženy radioaktivní látky v přípustném množství (viz rakouský předpis Strahlenschutzverordnung BGBl Nr. 47/1972).

### Odsávání narkotizačních plynů

Z důvodů ochrany zdraví je nutno tyto plyny odsávat přímo na pracovním místě anesteziologa. Potrubí odsávacího zařízení je možno napojit na odtahové potrubí klimatizačního zařízení, pokud odtahový vzduch není použit pro cirkulaci. V takovém případě musí být pro odsávání narkotizačních plynů samostatné zařízení s vlastním odtahovým potrubím. Při použití výbušných narkotizačních plynů musí být všechny elektrické motory, osazené do proudu odtahové směsi navrženy v nevýbušném provedení. Tento požadavek je určitým anachronismem – podle informací autora se již výbušné narkotizační plyny nepoužívají!

### Elementy vzduchotechnického zařízení

- nasávací a výfukové *žaluzie* – nasávání nejméně 3 m nad terénem popř. nad plochou střechou, výfuk nejlépe vést vertikálně nad střechou, nejmenší vzdálenost od sání 20 m.
- potrubí*: potrubí zařízení pro místnosti IV. třídy nesmí být vedeno přes místnosti I. a II. třídy. Ohebné hadice by neměly být delší než 1000 mm a jsou přípustné jen pro napojení výdechů (anemostatů, vyústek). Čištění potrubí: potrubní kusy musí být na stavbu dodány vyčištěné a odmaštěné a při transportu musí být chráněny před znečištěním. Pokud se předpokládá čištění potrubí mechanickým zařízením, je třeba namontovat lehce demontovatelné díly. Instalace čisticích poklopů není doporučena.

Tab.1 Požadavky na parametry mikroklimatu ve větraných místnostech nemocnic podle DIN 1946-4.

Číslo místn.	Druh místnosti	Hygienická třída místnosti	Nezbytnost vzduchotechniky z důvodů		Hygienický minimální průtok venkovního vzduchu m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .h	Parametry prostředí			Maximální hladina hluku dB/A/
			Fyziol.	Preventivní ochrany		Teplota °C		relat. vlhkost v %	
						min.	max.		
1.	Vyšetřovací a léčebné části	I			viz kap.E	22	26		40
1.1	Oper.sál – typ A, B	I	+	+	15	22	26	+	40
1.1.2.2	Umyvárna lékářů	I	+	+	30	22	26	+	35
1.1.3	Pooperační pokoj	I	+	+					
1.2	<b>Porodnické odd.</b>	II			15	24	26		40
1.2.1	Sléhárna	I	+	+	viz kap.E	22		+	40
1.2.3	Operační sálek	I							
1.3	<b>Endoskopie</b>	II			30				40
1.3.1	Vyšetřovací místnost	II			10				40
1.3.2	Ostatní prostory	II							
1.4	<b>Fyzikální terapie</b>	II			§	§§	§§		50
1.4.1	Vanové lázně	II	+		§	§§	§§		50
1.4.2	Koupele, bazény	II	+						
1.5	<b>Ostatní úseky</b>	I			viz. kap. E	22	26	+	40
1.5.1	Operační sálek	II	+	+	15				40
1.5.3	Oper. pokoj pro malé zákroky	II			30				35
1.5.4	Pooperační pokoj	II	+		15				40
1.5.5.1	Radiodiagnostika	II							
2.	<b>Intenzivní péče</b>	I			30	24	26	+	30
2.1.1.1	Lůžk. pokoj pro ohrož.pacienty	II	+	+	15	24	26	+	30
2.1.1.2	Lůžkový pokoj standardní	II	+	+					

§ – stanoví se podle fyzikálně technických požadavků

§§ – 0 až 4 K vyšší než teplota vody – max. 28 °C.

- ❑ *uzavírací klapky* se musí zavírat i při výpadku energie,
- ❑ *těsnění a tmelící materiály* musí být zdravotně nezávadné,
- ❑ *v nasávacích kanálech venkovního vzduchu* nesmí být vedena žádná instalační vedení,
- ❑ *přívodní potrubí* v prostorech I. a II. třídy musí být provedena s vysokou těsností,
- ❑ *potrubí pro odvod kontaminovaného vzduchu* musí být v každém provozním stavu podtlaková – je to možné zajistit rezervním ventilátorem nebo připojením na náhradní zdroj elektrického proudu,
- ❑ *filtry* – kromě koncových filtrů H13 musí být opatřeny přístrojem na měření tlakové diference. Filtr druhého stupně filtrace musí být zásadně umístěn jako poslední prvek ve strojně vzduchotechniky.
- ❑ *centrální klimatizační jednotky* musí mít hladké vnitřní povrchy. Jednotlivé díly musí být přístupné pro snadné čištění, *ventilátory* musí být vřazeny mezi 1. a 2. stupeň filtrace. *Chladiče* – odpad kondenzátu nesmí být napojen na kanalizační potrubí přímo, *zpětné získávání tepla* – nesmí dojít k přenosu částic z odpadního vzduchu do vzduchu nasávaného. Regenerativní výměníky se připouštějí jen při dodržení velmi přísných podmínek. Souhlas dává hygienik.
- ❑ *vlhčení vzduchu*: norma připouští sprchové pračky vzduchu. K doplňování se používá voda o kvalitě pitné vody předehřátá na 80 °C bez cirkulace. Přednostně má být použito parní vlhčení. Pro vlhčení může být použit systém regenerativního zpětného získávání tepla.
- ❑ *cirkulační chladiče vzduchu (fan-coil units)* jsou přípustné v prostorech III. třídy, nežádoucí v prostorech II. a IV. třídy a nepřípustné v prostorech I. třídy. Použití v prostorech II. a IV. třídy povoluje hygienik, pokud vyhoví hlučnost a čistitelnost přístrojů. Pokud se při chlazení tvoří kondenzát, musí být na výtláčné straně osazen filtr F8.
- ❑ *statické otopné plochy*: pro vytápění prostorů I. a II. třídy musí být otopné plochy zcela zakryté (podlahové, stěnové nebo stropní). Pro prostory III. a IV. třídy musí být otopná tělesa hladká a lehce čistitelná.
- ❑ *statické chladičí plochy* musí být navrženy tak, aby nedocházelo ke kondenzaci na povrchu. V prostorech I. a II. třídy musí být zcela zakryté.
- ❑ *regulace* – zařízení MaR musí být instalováno tak, aby během provozu nemusela obsluha vstupovat na lékařská pracoviště, která jsou větrána. Pro prostory třídy I., operační sály a některé prostory třídy II. musí být teplota vzduchu celoročně přestavitelná. Pokud není požadováno jinak, jsou tolerance žádaných hodnot: teplota  $\pm 1$  K, relativní vlhkost  $\pm 5$  %, akustický tlak + 3 db.
- ❑ *bezpečnostní opatření*: elektromotory, které jsou osazeny v proudu vzduchu, musí být vybaveny ochranou vinutí, která elektromotor při zvýšení teploty odpojí, nikoli však samočinnou ochranou, která při poklesu teploty motor opět zapojí. Zařízení I., II. a IV. třídy musí být při výpadku proudu napojeny na náhradní zdroj, vyjma chlazení a vlhčení. Pro tyto prostory se doporučuje instalace rezervního ventilátoru (100 %) nebo dvou ventilátorů po 50 % výkonu – to pro případ poruchy elektromotoru nebo ventilátoru. Parní zvlhčovač je odvislý od proudění vzduchu i od maximální hodnoty relativní vlhkosti a teploty přiváděného vzduchu. Škodám od rázů, vzniklých náhlým uzavřením klapek (např. požárních) ve vzduchovodech (tlakový ráz), lze zabránit vhodnými opatřeními, např. zabudováním přetlakových (podtlakových) bezpečnostních klapek. Čerpadla musí být osazena se 100 % rezervou.
- ❑ *technická a hygienická kontrola*: obdobně jako v DIN 1946-4 jsou uvedeny zásady pro kontrolu vzduchotechnického zařízení před přejímkou – tato část je určena investorům, resp. uživatelům.
- ❑ *technické a hygienické požadavky* (minimální požadavky) na vzduchotechnická zařízení udává **tabulka 1** parametrů jednotlivých místností.

Norma připouští odchylky od tabulkových hodnot, pokud k nim dojde na základě požadavků lékařů nebo hygieniků.

Požadované hodnoty parametrů vzduchotechniky jsou sestaveny do skupin: fyzikální stavy vnitřního ovzduší, minimální průtok venkovního vzduchu, filtrace přiváděného a odváděného vzduchu, přípustný akustický tlak a přípustná střední doba dozvuku (Nachhallzeit).

Zcela atypický je požadavek dozvuku, který nemá obdobu ani v německém, ani ve švýcarském předpisu a koneckonců ani v českých předpisech o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku. Je to údaj, který se týká stavební akustiky a v textové části rakouské normy není nikde zmiňován a jeho účel zůstává skryt.

Ve skupině požadavků na fyzikální stavy jsou uvedeny *teploty* pro režim vytápění a pro režim chlazení. Hodnoty teplot jsou udávány buď v přípustných resp. volitelných rozmezích nebo jsou konstantní. Hodnoty *relativní vlhkosti* jsou udány pro režim vytápění jako minimální, pro režim chlazení jako maximální. Dolní hranice je 35 %, horní hranice 60 %. Proti vydání z roku 1989 byla pro operační sály zvýšena minimální teplota na 22 °C. Maximální teplota 24 °C zůstala beze změny. Pro operační sály je požadována relativní vlhkost minimálně 40 %.

Minimální *průtok venkovního vzduchu* je udán v dávkách m<sup>3</sup>/h vztažených na 1 m<sup>2</sup> podlahové plochy. Jsou výrazně nižší než má DIN 1946-4 pro obdobné prostory téže čistoty. Např. pro operační sály I. a II. třídy čistoty je to 20 m<sup>3</sup>/h . m<sup>2</sup>, což na průměrně velký operační sál činí cca 700 m<sup>3</sup>/h (DIN předepisuje podíl venkovního vzduchu nejméně 1 200 m<sup>3</sup>/h). Velikost podílu venkovního vzduchu může být věcí dlouholetých hygienických zkušeností v té které zemi, avšak rakouské normě evidentně chybí jednoduchý údaj o hygienicky nutných průtocích vzduchu na operačních sálech různé třídy čistoty, jako to má DIN. Předpokládá se zřejmě výpočet průtoku podle zásad FS 209 E nebo GMP – viz příloha A.

Švýcarská hygienická směrnice **Richtlinien für Bau, Betrieb und Überwachung von Lufttechnischen Anlagen in Spitälern** (Směrnice pro zřízení, provoz a kontrolu vzduchotechnických zařízení v nemocnicích) – znění z roku 1987 – byla vydána úřadem SKI (Schweizerisches Institut für Gesundheits- und Krankenhauswesen) v edici Schriftenreihe des SKI band 35.

Toto vydání zaznamenalo výrazné změny proti předchozímu z roku 1975, zejména v tom, že se svým pojetím přiblížilo německé normě DIN 1946-4. Členění směrnice je obdobné: první část je určena pro projektanty a hygieniky, druhá část pro investory resp. uživatele.

**Zásady pro navrhování vzduchotechniky jsou obdobné jako u normy německé i rakouské s několika výraznými odlišnostmi:**

- venkovní vzduch je nutno nasávat nejméně 3 m nad terénem nebo plochou střechou. U střešních venkovních jednotek je třeba zabránit nasávání vzduchu v blízkosti větracích hlavic kanalizace.
- výfuk odpadního vzduchu je třeba vést vertikálně a to nejméně 20 m od nasávání čerstvého vzduchu.
- vlhčení: sprchová vodní pračka – připouští se cirkulace vody, používá se jen výjimečně a to jen u centrální úpravy vzduchu u velkých strojoven. Stanovují se vysoké nároky na kvalitu vody, nesmí



se přidávat desinfekční prostředky. Do cirkulační vody se osazují UV zářiče (!). Parní vlhčení – maximální relativní vlhkost na výstupu 85 %. Připouští se vlhčení regenerativním výměníkem. Za všemi typy vlhčení musí být zařazen ještě jeden filtrační stupeň.

- ❑ tlumiče hluku – jen kulísové, musí být zařazeny před poslední filtrační stupeň.
- ❑ filtrace musí být minimálně dvoustupňová. Filtry se osazují i na odtahu tam, kde je výskyt vláken nebo u oddělení infekčního nebo nukleární medicíny.
- ❑ proudění vzduchu v místnostech: směrnice uvádí schéma proudění na operačních sálech.
- ❑ otopná tělesa: v prostorech I. a II. hygienické třídy se nepřipouštějí žádná tělesa. Přípustné je stěnové, stropní nebo podlahové vytápění a to jen tam, kde je to bezpodmínečně nutné. V prostorech III. třídy se připouští jen hladká otopná tělesa, žádné konvektory nebo indukční jednotky s přísáváním sekundárního vzduchu u speciálních vyšetřoven.
- ❑ omezený provoz: bez ohledu na různé typy omezeného provozu musí být zachovány tlakové poměry ve větraných místnostech. V místnosti s pobytem osob může být v noci snížen průtok až na 2/3 předepsaného množství venkovního vzduchu (lůžkové pokoje). Prostory I. a II. třídy a s nimi související prostory III. třídy musí být provozovány trvale. Mimo provozní dobu může být výkon snížen až na 30 %.
- ❑ výpočet výkonů: v tabulce nároků na parametry mikroklimatu jsou vyznačeny místnosti, kde je vzduchotechnika nutná a kde je jen doporučena. V jiných místnostech se navrhuje vzduchotechnika jen když jsou uvnitř dispozice nebo není možné přirozené větrání okny pro nadměrné znečištění venkovního vzduchu nebo pro značnou venkovní hlučnost. U každého větraného prostoru jsou uvedeny nároky na teplotu, relativní vlhkost, filtraci, hlučnost, dále je přiřazena třída čistoty a ukazatel pro výpočet průtoku, vztažený na osobu, podlahovou plochu nebo zařízení (WC, sprcha). Skutečný průtok je stanoven podle tepelné nebo chladicí zátěže.

Podle hygienických hledisek se prostory dělí na třídy:

- I. prostory se zvláštními požadavky na nízkou koncentraci choroboplodných zárodků – 10 zárodků/m<sup>3</sup>,
- II. s koncentrací 200 zárodků/m<sup>3</sup>,
- III. s koncentrací 500 zárodků/m<sup>3</sup>.

Tyto hodnoty byly stanoveny experimentálně. Třída I je určena pro omezené plochy: operační pole a podobná místa v prostorech třídy II.

### **Technické a hygienické nároky na vzduchotechnická zařízení**

Místnosti, resp. prostory jsou sestaveny podle oborů: operační oddělení, ošetrovací jednotky, porodní oddělení, odd. intenzivní péče, radiodiagnostika, hemodialýza, rehabilitace, ozařovny, nukleární medicína, neonatologie, endoskopie, lékárna, centrální sterilizace, laboratoře, prosektura, speciální diagnostika, anesteziologicko-resuscitační odd., kardiologie, technické prostory a místnosti bez zvláštního určení.

### **Zařazení místností podle hygienických tříd**

třída I.: superaseptický operační sál,

třída II: aseptický / septický operační sál, úrazový operační sál, operační sál porodní, sklad sterilních přístrojů, čistá strana sterilizace, lékárna: výroba a plnění sterilních léků,

třída III: příslušenství operačních sálů – umývárna lékařů, příprava a probouzení pacientů, příruční sterilizace, sklad sterilního materiálu, předzářná, pooperační pokoj, operační sál pro malé zákroky. Porodní odd. – nedonošenci, lůžkové pokoje intenzivní péče u anesteziologicko-resuscitačního odd. Lůžkové odd. – izolace pro pacienty s akutní změnou stavu, endoskopie. Neonatologie: pokoje s inkubátory. Rtg: angiografie. Dále místnosti bez nároku na nízký počet zárodků avšak s požadavkem vzduchotechniky z důvodu nemocniční hygieny, bezpečnosti provozu, pohody prostředí nebo pro dodržení provozních podmínek lékařské technologie. Pro jiné místnosti je vzduchotechnika jen doporučena nebo je nutná pro nemožnost přirozeného větrání okny (venkovní hluk, silné z nečistěných okolí apod.) – (x): čekárny (x), vyšetřovny (x), cystoskopie (x), sklady materiálu (podle druhu materiálu), infekční lůžkové pokoje, ošetřovny (x), archiv (podle požadavků), úrazové oddělení: příjem, ošetřovna, sádrovna, porodní oddělení: lůžkový pokoj (x), přípravná (x), hemodialýza, radiodiagnostika: vyšetřovna, CT – vyšetřovna, velín, místnost počítače, temná komora, zpracování materiálu, ozařovny: místnost pro ozařování, simulace, velín, hypertermie, plánování, muláže, nukleární medicína: aplikace, měření, izotopová laboratoř typu B, trezorový prostor, vyhodnocování, sklad pro izotopové odpady. Laboratorní odd.: laboratoř (x), rehabilitace: gymnastika, trakce, vodoléčba, prosektura: pítavná, chladič boxy, výstav mrtvol, laboratoře pro histologii a patologii, centrální sterilizace: čištění materiálu, nečistá strana sterilizace, příprava lůžek: nečistá strana, desinfekce, lékárna: roztoky (sklad, plnění), sklad léků, další pracoviště technického zázemí: kuchyně, prádelna, místnosti pro školení personálu.

### Teplota

Směrnice stanoví teploty místnosti v režimu vytápění (např. operační sál – 24 °C) a v režimu chlazení (operační sál – 20 °C, superseptický operační sál – 18 °C). Uvedeny jsou i místnosti bez vzduchotechniky – údaje slouží pro potřeby projektu vytápění.

### Relativní vlhkost

Směrnice uvádí jen jedinou hodnotu v režimu vytápění. I když to není vysloveně uvedeno, jedná se zřejmě o dolní přípustnou hranici relativní vlhkosti. U všech místností, kde je vyžadována úprava relativní vlhkosti, je tato hodnota 30 %, kromě vodoléčby, kde je požadováno dodržení 45 % relativní vlhkosti.

Pro režim chlazení není uvedena žádná hodnota, tedy ani maximálně přípustná relativní vlhkost.

### Pokyny pro projektování

Směrnice uvádí minimální hodnoty, které je třeba za všech okolností dodržet. Jsou vztaženy buď na osobu, nebo podlahovou plochu. Např. pro operační sály, odd. intenzivní péče, angiografii, sál pro malé zákroky to je 80 m<sup>3</sup>/h na osobu, pro hemodialýzu, sléžárnu, izolační pokoj lůžkového oddělení, endoskopii, cystoskopii je to 50 m<sup>3</sup>/h na osobu a pro zbývající větrané místnosti to činí 20 m<sup>3</sup>/h na osobu. Hodnoty pro přívod venkovního vzduchu na 1 m<sup>2</sup> podlahové plochy jsou: 20 m<sup>3</sup>/h pro rtg – vyšetřovnu, přípravu a probouzení pacientů na operačních sálech, předzářná, přípravnou porodního odd., pomocné provozy JIP, místnosti pro inkubátory na neonatologii. 10 m<sup>3</sup>/h se požaduje pro CT – vyšetřovnu, ozařovny, temnou komoru, chodby apod.

Předchozí vydání směrnice z roku 1975 uvádělo hodnoty minimálního přívodu venkovního vzduchu pro všechny místnosti a současně i minimální výměny vzduchu ve větraných místnostech. Např. pro operač-

ní sály (aseptické / septické) to bylo  $15 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$  nebo výměna  $15 \text{ x/h}$ . To jsou hodnoty výrazně nižší než u DIN 1946-4 z téže doby, jenže výkony zařízení se daly celkem jednoduše stanovit.

Nové vydání z roku 1987 stanoví pro výpočet jako závazná kritéria pouze specifické dávky přívodu venkovního vzduchu na osobu nebo podlahovou plochu a ponechává na projektantovi, aby výkon stanovil podle požadavků na vytápění, chlazení a snížení koncentrace choroboplodných zárodků. V této formě je to výrazný ústup od odpovědnosti za hygienicky vyhovující a současně racionální řešení. Např. při malé tepelné zátěži jsou hodnoty vztahované na osobu nebo  $1 \text{ m}^2$  podlahy pro stanovení celkového výkonu velmi nízké a hygienicky evidentně nevyhovující.

Jediným vodítkem by mohlo být zařazení prostorů třídy I, II a III do tříd čistoty podle předpisů pro správnou výrobní praxi (SVP/GMP) a to tak, že třída prostoru I odpovídá zóně čistoty (dle FS 209 E) – A (tř. 100, M3.5, ISO 5) s tím, že však připouští větší počet živých organismů (10 namísto 1), třída II odpovídá zóně B a C (100, M 3.5, ISO 5 resp. 10 000, M5.5, ISO 7) a třída III zóně D (100 000, M6.5, ISO 8). Podle SVP/GMP jsou zónám přiřazeny příslušné rychlosti vzduchu nebo výměny za hodinu: A – uspořádané proudění vertikální, rychlost  $0,3 \text{ m/s}$ , horizontální –  $0,45 \text{ m/s}$ , B – výměna 120 až 300 l/h, C – 40 až 60 l/h, D – 20 až 25 l/h.

U místností s nekontrolovanou třídou čistoty chybí jakákoli další kritéria, kromě již uvedených a kromě pokynu, aby při výpočtu bylo postupováno podle standardních metod.

Je téměř nepochopitelné, jakým způsobem švýcarská směrnice selhala v tak důležité fázi návrhu vzduchotechnického zařízení (pokud nedošlo ke změnám v eventuální pozdějším vydání, které není autorovi dostupné).

### Filtrace

Ke každému větranému prostoru jsou přiřazeny dva nebo tři filtrační stupně označené podle tehdy platné normy DIN 24 183 resp. SKWI 84. Každé zařízení má nejméně dva filtrační stupně – a to u prostorů bez kontroly počtu zárodků – EU5 + EU8 resp. F5 + F8 (dle EN 779). U tříd I, II, a III jsou požadovány tři stupně filtrace: EU5 + EU8 + EU11 resp. F5 + F8 + H12/13.

U operačních sálů, porodnice, lůžkových pokojů infekčního oddělení a lůžkových pokojů JIP jsou požadovány filtry také na odtahu a to ve třídě EU4 resp. G4. Pro izotopové pracoviště se na odtahu vyžadují filtry třídy EU11 resp. H12/13. Jak bylo již uvedeno v pokynech pro projektování, filtry třídy EU4, resp. G4 se osazují vždy, když jsou použity systémy pro zpětné získávání tepla.

### Hladina hluku

Údaje o přípustných hladinách hluku jsou uvedeny jako poslední údaj v tabulce. Hodnoty akustického tlaku výrazně vyšší než DIN 1946-4 a ÖNORM H 6020-2: např. u operačních sálů se připouští  $45 \text{ dB/A}$ , u seperaseptických sálů resp. v prostorech třídy I –  $50 \text{ dB/A}$  a v lůžkových pokojích v noci  $30 \text{ dB/A}$ .

Ve švýcarské směrnici nejsou obsaženy zásady pro vytváření přetlaku či podtlaku v místnostech se zřetelem na zabránění kontaminace čistých prostorů a ani pro používání oběhového vzduchu. Směrnice připouští použití oběhového vzduchu jen za určitých podmínek. Připomíná se, že oběhový vzduch musí být

filtrován ve všech předepsaných filtrech. Ze schématu větracího systému pro operační sál, připojeného na konci textové části je zřejmé, že je přípustné použití oběhového vzduchu, který je odváděn jak pod stropem, tak u podlahy operačního sálu (na rozdíl od DIN 1946-4, kdy se pro cirkulaci odvádí vzduch pouze pod stropem).

Směrnice, stejně jako podobné standardy, obsahuje pokyny pro hygienickou kontrolu vzduchotechnického zařízení a údržbu. Obsahuje také plán pravidelných technických kontrol jednotlivých elementů.

Švýcarská směrnice, na rozdíl od německé a rakouské normy působí poněkud nevyváženě. Na jedné straně se podrobně zabývá některými obecně platnými zásadami, na druhé straně chybí několik podstatných údajů pro navrhování systémů, především pro výpočet průtoků, stanovení směru přetlaku resp. podtlaku a hlavně podstatné údaje pro řešení klimatizace operačních sálů.

## ZÁVĚR

Podle analyzovaných předpisů se v Německu, Rakousku a Švýcarsku dlouhodobě projektují a provozují zdravotnické objekty s vysokým hygienickým standardem. Pokud by pro tento účel byla použita kterákoliv z těchto norem v našem zdravotnictví, bylo by dosaženo neméně dobrých výsledků.

Druhým krokem bude zpracování českého návrhu směrnice pro navrhování vzduchotechniky ve zdravotnických objektech, který bude v podstatě vycházet ze zásad všech tří zahraničních standardů.

Pokud by se chtěl někdo seznámit s těmito normami podrobněji, může tyto materiály prostudovat v Českém normalizačním institutu, Praha 1, Biskupský dvůr 5:

- DIN 1946-4 lze zapůjčit k nahlédnutí ve studovně ČNI nebo zakoupit
- ÖNORM H 6020-1 lze zapůjčit i pro domácí studium mimo ČNI
- Švýcarskou normu ČNI nevládní a není znám případný jiný zdroj. ■

*Poznámka recenzenta:*

Kritický rozbor německé, rakouské a švýcarské normy pro větrání zdravotnických provozů tak, jak jej autor v článku předkládá, může být jistě základem pro dokument, řešící problematiku v podmínkách ČR. Autor odvedl velký kus práce. Domnívám se však, že spoléhat na vydání metodického pokynu hlavního hygienika ČR není řešením z těchto důvodů:

1. není úkolem MZ ČR vydávat dokumenty technické povahy pro projektanty
2. metodické pokyny, návody a doporučení hlavního hygienika jsou pouze vnitřními materiály hygienické služby a nejsou určeny širší veřejnosti
3. tyto typy dokumentů jsou nezávazné.

Proto autorovi doporučuji směřovat avizovaný druhý krok (viz závěr článku) do Sešitů projektanta, na stránky VVI nebo hledat jiný vhodný způsob publikace připravovaného dokumentu.

*A. Lajčíková*

*Pozn. redakce:*

*Ing. S. Trepka připravuje sešit projektanta, který bude věnován klimatizaci a větrání ve zdravotnictví.*

Také v České republice je připravována vyhláška, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. Ne tedy bytových místností a ne všech staveb. S návrhem se lze seznámit na internetových stránkách MZ ČR.

- ❑ **Příloha 1** řeší přípustné mikroklimatické podmínky a požadavky na větrání ve vnitřním prostředí pobytových místností staveb.
- ❑ **Příloha 2**, kterou otiskujeme, řeší požadavky na větrání specifických provozů zdravotnických zařízení:

## PŘÍLOHA 2

### POŽADAVKY NA VĚTRÁNÍ SPECIFICKÝCH PROVOZŮ ZDRAVOTNICKÝCH ZAŘÍZENÍ

#### Klimatizace zdravotnických zařízení

1. Upravený vzduch musí být přiváděn do míst s požadavky nejvyšší čistoty prostředí a odváděn v místech s předpokládanou nejvyšší koncentrací škodlivin.
2. Klimatizační zařízení pro operační sály musí být trvale v provozu. Není-li na operačních sálech provoz, může být výkon klimatizačního zařízení snížen (např. na 50%), ale vždy při zachování příslušného přetlaku na operačních sálech a příslušenství vůči okolí.
3. Přetlak musí směřovat vždy proti směru možného šíření mikrobiální kontaminace a ostatních škodlivin. Pára používaná pro vlhčení vzduchu nesmí obsahovat látky zdraví škodlivé.
4. Při vlhčení vodou nesmí dojít k mikrobiální kontaminaci vlhčeného vzduchu, pračky vzduchu musí být pravidelně čistěny. Termíny čištění a desinfekce musí být uvedeny v provozním řádu.
5. Množství vzduchu a podmínky použití oběhového vzduchu ve zdravotnictví:  
Nejnižší hygienické množství větracího vzduchu pro operační sály musí být:  
3600 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> pro superseptické sály s laminárním prouděním vzduchu  
2400 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> pro ostatní operační sály  
Oběhový vzduch musí být veden přes stejné filtrační stupně jako vzduch venkovní a to buď samostatně nebo spolu s venkovním vzduchem.  
Oběhový vzduch na operačních sálech lze použít pouze při místním odsávání narkotizačních plynů.  
Oběhový vzduch na operačních sálech se odvádí pod stropem, u podlahy se odvádí vzduch, který se nevrací do vzduchotechnického systému.  
Při použití oběhového vzduchu musí být zachováno hygienické množství venkovního vzduchu, které se stanoví podle množství vzduchu vztaženého na plochu větrané místnosti:  
30 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup> – superseptické, aseptické prostory, probouzení pacienta u operačního sálu, lůžkové prostory pro pacienty se sníženou imunitou  
15 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup> – příslušenství operačních sálů včetně chodeb, sléhárna, operační sály pro malé zákroky, rentgenové vyšetřovny, JIP  
10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup> – porodnické oddělení, endoskopie, rehabilitace, lůžkový pokoj novorozenci.  
Příčemž minimální podíl venkovního vzduchu u operačních sálů nesmí klesnout pod 1200 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.  
Intervaly prohlídek větracích a klimatizačních zařízení musí být určeny provozním řádem a o jejich provedení se musí vést písemný záznam.

Přílohu otiškujeme pro informaci s poznámkou, že **jde o pracovní verzi, o návrh, který může být doplněn či změněn** dříve, než vyhláška půjde do připomínkového řízení. Zároveň připomínáme, že pokud by někdo měl zájem stát se účastníkem připomínkového řízení, musí se zpracovatelům vyhlášky (odbor HEM MZ ČR) přihlásit.

Tab. 3 Rychlosti proudění vzduchu na operačních sálech

Typ proudění	Rychlost proudění vzduchu (m.s-1)
Turbulentní	do 0,2
Laminární horizontální	do 0,45
Laminární vertikální	do 0,3

- Příloha 3** uvádí limitní koncentrace chemických ukazatelů ve vnitřním prostředí staveb. Jsou zde dány třídy čistoty definované počtem částic pevného aerosolu o velikosti 0,3 až 5  $\mu\text{m}$  a větších v objemové jednotce vzduchu. Součástí přílohy je i příkladový seznam zařazení zdravotnických zařízení podle tříd čistoty vzduchu.
- Příloha 4** uvádí limity biologických faktorů.

(Laj)

Společnost pro techniku prostředí  
Novotného lávka 5  
116 68 Praha 1  
Tel./fax: (02) 21 082 201  
**e-mail: [stp\\_set@mbox.vol.cz](mailto:stp_set@mbox.vol.cz)**