

Obsah

1 Úvod	11
1.1 Vliv kvality vnitřního prostředí ve školách na zdraví a produktivitu žáků	12
1.1.1 Výsledky dostupných studií	13
1.2 Větrání škol	14
1.3 Kvalita vnitřního prostředí a energetická náročnost	15
1.4 Cíl publikace	16
2 Historie a současnost větrání škol	19
2.1 Historické požadavky	19
2.2 Historické systémy větrání škol	21
2.3 Novodobé předpisy	25
2.4 Současný stav	26
2.4.1 Právní předpisy	26
2.4.2 Statistika školských budov ČR	26
2.4.3 Dotazníkový průzkum stavu školských budov v ČR	27
2.5 Příklady měření kvality ovzduší na českých školách	33
3 Vnitřní prostředí škol	39
3.1 Produkce tepla a vodní páry od dětí a mladistvých	39
3.2 Tepelný a vlhkostní stav prostředí	42
3.2.1 Celkové hodnocení tepelného stavu prostředí	43
3.2.2 Požadavky na tepelný a vlhkostní stav vnitřního prostředí škol	43
3.3 Čistota ovzduší a znečišťující látky	44
3.3.1 Znečišťující látky z vnitřního prostředí	46
3.3.2 Znečišťující látky z venkovního ovzduší	53
3.3.3 Radon	63
3.4 Požadavky na větrání škol	68
3.4.1 Učebny	68
3.4.2 Ostatní prostory školy	71
3.5 Akustika	72
3.5.1 Právní a normativní dokumenty	72
3.5.2 Faktory ovlivňující akustiku budov	73
3.5.3 Hluk šířící se vzduchotechnickým zařízením	74
3.5.4 Měření a akustické výpočty	75

3.5.5 Vnitřní akustika	78
3.5.6 Příklad: Šíření zvuku ve vnitřním prostoru	80
4 Opatření pro zlepšení stavu vnitřního prostředí ve školách	83
4.1 Větrání	83
4.2 Výběr větracího systému	84
4.2.1 Přirozené větrání	84
4.2.2 Nucené větrání	85
4.2.3 Hybridní větrání	87
4.2.4 Obecné požadavky na provedení větracích systémů a související profese	87
4.2.5 Přehled větracích systémů a možnosti použití v učebnách	90
4.3 Pomocná opatření	95
4.3.1 Organizační opatření	95
4.3.2 Instalace čidel CO ₂ v učebnách	95
4.4 Ochrana proti radonu	98
4.4.1 Ochrana nových staveb	98
4.4.2 Ochrana stávajících staveb	98
4.4.3 Nucené větrání jako protiradonové opatření	101
5 Energetická náročnost větrání učeben	103
5.1 Tepelná ztráta větráním	104
5.2 Tepelná bilance učebny ZŠ	106
5.2.1 Odvod tepelné zátěže	108
5.3 Potřeba energie na větrání	109
5.3.1 Potřeba energie pro pohon ventilátorů	109
5.3.2 Potřeba tepla pro ohřev větracího vzduchu	110
5.3.3 Náklady na ohřev větracího vzduchu	113
5.4 Celkové náklady na provoz větrání	114
5.4.1 Analýza větracích jednotek	114
5.4.2 Vyplatí se nucené větrání?	115
6 Příklady řešení.	117
6.1.1 Větrání malotřídní základní školy	117
6.1.2 Univerzitní budova	119
6.1.3 Stavební řešení novostavby ZŠ	121
6.1.4 Použití lokální větrací jednotky v učebně ZŠ	124
6.1.5 Lokální větrání s podstropní jednotkou	125
6.1.6 ZŠ Slivenec	126
6.1.7 Novostavba mateřské školy	127
6.1.8 Závěry a zobecnění	128
Literatura	129
Rejstřík	137