

## Architektura mateřských škol z hlediska kvality vnitřního prostředí

### Architecture of Preschools in Terms of Indoor Environmental quality

Kristýna Schulzová  
Fakulta architektury ČVUT, Česká Republika  
kristyna.schulzova@fa.cvut.cz

#### Abstrakt CZ

Kvalita životního prostředí v interiéru budov je důležitým faktorem, ovlivňujícím zdraví a pohodu obyvatelstva. Vedle rezidenční výstavby jsou jedním z typů staveb s nejpřísnějšími požadavky na kvalitu vnitřního prostředí školské stavby, zejména stavby pro předškolní výchovu dětí.

Stavebně fyzikální parametry vnitřního prostředí budovy (denní osvětlení a proslunění, akustika, tepelně vlhkostní mikroklima) jsou z většiny předurčeny architektonickou koncepcí budovy. Architekt by si tedy měl být vědom dopadu rozhodnutí učiněných již ve fázi architektonické studie na kvalitu výsledného prostředí uvnitř budovy.

V článku jsou prezentovány případové studie tří současných realizací mateřských škol. Světelné, akustické a tepelné parametry jejich vnitřního prostředí jsou analyzovány s použitím softwarových metod, s přihlédnutím k požadavkům platné legislativy. Souvislost architektonických aspektů budovy a vlastností jejího vnitřního prostředí je popsána v kontextu procesu architektonického návrhu.

Tento článek je součástí rozsáhlejšího výzkumného projektu, který si klade za cíl přiblížit studentům architektury a začínajícím architektům zásady stavební fyziky, které je možno implementovat již ve fázi architektonické studie a povedou k vytvoření kvalitního životního prostředí uvnitř řešené budovy.

**Klíčová slova:** vnitřní prostředí budov; mateřské školy; stavební fyzika; proces architektonického návrhu

#### Abstract EN

The quality of indoor environment in buildings is one of the key factors affecting the occupants' health and well-being. Besides residential development, one of the building types with the strictest demands on indoor environmental quality are schools, namely preschools.

The building physics parameters of the indoor environment (daylight and direct sunlight provision, acoustic, the thermal-humidity microclimate) are mostly predetermined by the architectural concept of the building. The architect should therefore be aware of the impact the decision made in the initial design phase have on the finished building's indoor environment.

In this article, three case studies of recent preschool realisations are presented. The daylight, acoustic and thermal parameters of buildings' indoor environment are analysed using mostly software calculation methods, with regard to the valid legislative requirements. The connection of the architectural features of the building and its indoor environmental qualities is described in the context of architectural design process.

This article is a part of a larger research project which aims to demonstrate, for both architectural students and practicing architects, the principles of building physics that can be implemented in the conceptual design phase and may lead to creating a quality indoor environment in the designed building.

**Keywords:** indoor environment; preschools; buildings physics; architectural design process

#### Poděkování

Tento výzkum byl podpořen grantem Českého vysokého učení technického SGS18/197/OHK1/3T/15.

## 1 Úvod

Jedním z prvotních důvodů pro stavění bylo vytvoření prostoru „uvnitř“, chráněného před okolním prostředím. V současné době tráví obyvatelstvo vyspělých zemí ve vnitřním prostoru zhruba 90 % času. Kvalita životního prostředí v interiéru budov je tedy podstatný faktor, ovlivňující zdraví a pohodu populace. Vnitřní prostředí má několik složek, které se vzájemně prolínají (Obr.1).

1→



**Složky vnitřního prostředí působící na člověka**

(zdroj: adaptováno z několika zdrojů)

Kvalita vnitřního prostředí je odbornou veřejností stále ještě považována za méně podstatnou v porovnání s výkonností z hlediska dopadu na životního prostředí (Larsen, 2020). Většina energie, spotřebovaná v průběhu životnosti budovy, však souvisí právě s regulací vnitřního prostředí, zejména teploty, kvality vzduchu a osvětlení. Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí jsou tedy zásadním východiskem pro stanovení energetické náročnosti budovy.

V posledních letech nabývá vnitřní prostředí v odborném diskurzu na důležitosti a jeho hodnocení se stává součástí evaluačních nástrojů pro hodnocení udržitelnosti budovy. Dochází k posunu od jednotlivých složek ke snaze o holistický přístup, který kromě kvantifikovatelných fyzikálních parametrů zahrnuje také „měkké“ parametry, související zejména s psychologii uživatelů a jejich chováním v budovách (Bluyssen, 2009).

Na problematiku je však stále nahlíženo spíše ze strany aspektů vnitřního prostředí, nežli ze strany architektonického návrhu a jeho procesu, přestože právě architekt je ten, kdo podobu výsledného vnitřního prostředí v budově předurčuje. Kvalita vnitřního prostředí vychází primárně z architektonického návrhu budovy jako takového, zejména z hmotového, dispozičního a materiálového řešení a je o ní tedy do značné míry rozhodnuto již ve fázi architektonické studie. V pozdějších fázích návrhu je řešení kvality vnitřního prostředí obtížnější, nákladnější a může vést k nežádoucím kompromisům z hlediska architektonického záměru. Tento článek je součástí rozsáhlejšího výzkumného projektu, který si klade za cíl přiblížit studentům architektury a začínajícím architektům zásady stavební fyziky, které je možno implementovat již ve fázi architektonické studie a povedou k vytvoření kvalitního životního prostředí uvnitř řešené budovy.

Vedle obytných budov jsou jednou z typologií s nejpřísnějšími požadavky na kvalitu vnitřního prostředí budov školské stavby. Kvalita vnitřního prostředí může zásadním způsobem ovlivnit zdraví a vývoj dětí. Je prokázána souvislost nedostatečné

kvality vnitřního prostředí ve školách s rozvojem alergických obtíží a imunitních onemocnění u dětí (Cuijpers, 1995), (Van Dijken, 2006). Existuje také řada studií, které poukazují na vliv vnitřního prostředí na schopnost učení a soustředění (Wargocki, 2005). Kvalita prostředí v mateřských školách přitom přímo souvisí se zdravým vývojem dětí předškolního věku (Stankovic, 2015).

Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí jsou v českém prostředí legislativně stanoveny. Základním dokumentem, který požadavky upravuje, je vyhláška 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých (Vyhláška 410/2005 Sb., 2005), která se v podrobnostech odkazuje na normové požadavky.

## 2 Metody

Souvislost požadavků na jednotlivé aspekty vnitřního prostředí je ilustrována metodou případových studií existujících staveb. Byly vybrány tři realizace mateřských škol z roku 2018, které byly pozitivně přijaty odbornou veřejností. Mateřská škola Přístavní ve Stříbře (Obr.2), jejímiž autory je ateliér XTOPIX: Barbora Buryšková a Pavel Buryška, byla nominována na Stavbu roku Plzeňského kraje 2019. Mateřská školka Nová Ruda ve Vratislavicích nad Nisou (Obr.3) od autorského dua Petr Stolín a Alena Mičková získala ocenění Česká cena za architekturu 2019 a mateřská škola v Sedlejšovicích (Obr.4) atelieru ARCHOO (Jiří Ondráček, Jaroslav Svoboda) v téže soutěži obdržela cenu společnosti Velux za práci s denním světlem.

2 →



**Mateřská školka Přístavní, Stříbrno**  
(zdroj: archiweb.cz, autor: Ondřej Tylčer)

3 →



**Mateřská školka Nová Ruda, Vratislavice nad Nisou**  
(zdroj: archiweb.cz, autor: Petr Šmídek, 2018)

4 →



**Matejská školka Sedlejov**

(zdroj: archiweb.cz, autor: Jaroslav Svoboda)

Tyto stavby jsou analyzovány z hlediska jednotlivých oblastí kvality vnitřního prostředí, které spadají do kompetence stavební fyziky. V každé z řešených oblastí byly vybrány aspekty kvality vnitřního prostředí, které jsou z většiny určeny již architektonickým návrhem a jsou specifické pro mateřské školy, tedy mají u mateřských škol (v některých případech u škol obecně) větší význam než u jiných typologií, případně odlišnou metodiku hodnocení.

Z hlediska světelné techniky se jedná primárně o denní osvětlení, dále o proslunění a ochranu před přímým slunečním zářením. Z tepelné techniky je to potom hlavně povrchová teplota, konkrétně pokles dotykové teploty podlahy a dále také tepelná stabilita – ochrana před přehříváním v letních měsících. Pro kvalitu vnitřního vzduchu je kritický způsob větrání. Ten úzce souvisí s akustickými vlastnostmi, zejména z hlediska zdrojů hluku. Tak jako v obytných budovách požadavky na vnitřní prostředí v mateřských školách bývají zpravidla cíleny na obytné místnosti, v mateřských školách jsou zaměřeny

na denní místnosti nebo herny. Aspekty vnitřního prostředí jsou tedy primárně vyhodnoceny v těchto místnostech, s případným přesahem do zbytku budovy.

### 3 Požadavky na vnitřní prostředí

#### 3.1 Denní osvětlení

Veličinou, používanou pro vyhodnocení množství denního světla v místnostech je souhrnný číselný index denní osvětlenosti  $D[\%]$ , což je poměr osvětlenosti  $E [lx]$  dané roviny v interiéru (v posuzovaném místě) k současné horizontální exteriérové osvětlenosti  $EH [lx]$ . V mateřských školách je vyhodnocován v síti bodů, umístěných na vodorovné pracovní rovině ve výšce 0,45 m nad podlahou (pro srovnání – v obytných budovách, učebnách škol a kancelářích je výška pracovní roviny 0,85 m, v tělocvičnách je umístěna v úrovni podlahy). Požadavky na hodnotu  $D$  jsou dány třídou zrakové činnosti, prováděné v hodnoceném prostoru. Pro předškolní zařízení je to třída IV, středně přesná. Minimální požadovaná hodnota  $D$  je 1,5% a průměrná hodnota 5%, požadovaná rovnoměrnost bočního osvětlení je 0,2 (ČSN 73 0580-3, 1994).

#### 3.2 Proslunění

Vedle (části) obytných místností bytů jsou denní místnosti předškolních zařízení jednou z mála typologií, kde je požadována minimální doba přímého slunečního záření. V Obecných technických požadavcích na výstavbu v § 13 Proslunění se uvádí, že „Prosluněny musí být všechny byty a ty pobytové místnosti, které to svým charakterem a způsobem využití vyžadují (Vyhláška č. 268/2009 Sb., 2009).“ Evropská norma ČSN EN 17037 Denní osvětlení budov dále uvádí, že „Minimální doba proslunění má být zajištěna v nemocničních pokojích, místnostech pro dětské hry v mateřských školách a alespoň v jedné obytné místnosti bytů (ČSN EN 17037, 2019).“ Požadovaná minimální doba proslunění je 90 minut dne 1.3. a slunce má do místnosti pronikat otvory, jejichž celková plocha je vyšší než 1/10 plochy místnosti.

### 3.3 Pokles dotykové teploty podlahy

Stanovením poklesu dotykové teploty podlahy hodnotíme podlahu z hlediska odnímatelnosti tepla, tedy z hlediska kontaktního ochlazovacího účinku na lidský organismus. Tepelná jímavost podlahy se určuje v zimním období za předpokladu neustáleného teplotního stavu za těchto okrajových podmínek: počáteční teplota povrchu nohy  $\theta_k=33^\circ\text{C}$ , doba kontaktu nohy s podlahovou konstrukcí  $t = 600$  sekund. Podle poklesu dotykové teploty se podlahy zatřídí do čtyř kategorií, přičemž v denních místnostech školek je požadována kategorie I. Velmi teplé, o poklesu dotykové teploty  $\Delta\theta_{10,N}$  do  $3,8^\circ\text{C}$  včetně (ČSN 73 0540-2, 2011).

### 3.4 Tepelná stabilita v letním období

Posouzení letní tepelné stability se provádí pro kritickou místnost, tedy pro prostor s nejvyšší předpokládanou tepelnou zátěží. Hodnotící veličinou je nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období  $\theta_{ai,max}$  (pro nevýrobní budovy  $27^\circ\text{C}$ ) (ČSN 73 0540-2, 2011).

### 3.5 Větrání

Požadavky na výměnu vzduchu stanovuje Vyhláška č. 410/2005 Sb., která ovšem obsahuje dvě zcela protichůdná ustanovení (Zmrhal, 2017, s. 26): V § 18 se praví „Přirozené větrání musí být v případě těsných oken zajištěno systémy mikroventilace nebo větracími šterbinami.“, naproti tomu v příloze č. 2 je uveden požadavek na průtok vzduchu pro učebny „20-30 m<sup>3</sup>/h na žáka“. Tuto výměnu vzduchu není možné pomoci mikroventilace pokrýt a použití přirozeného větrání okny přenáší odpovědnost za větrání na učitele, je tedy vhodné využívat větrání za pomoci technologických zařízení.

### 3.6 Akustika

Podle nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací (Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací) je hluková situace v učebnách školských zařízení hodnocena ekvivalentní hladinou akustického tlaku A (za časový úsek T)  $L_{Aeq,T}$  [dB] v případě, že hluk do vnitřního prostoru proniká vzduchem z venkovního prostoru. Jde-li o hluk ze zdrojů uvnitř objektu (například větrací zařízení), je posuzovanou veličinou maximální hladina akustického tlaku  $L_{Amax}$ . Hygienický limit pro pobytové místnosti škol je  $L_{Aeq,T}$  nebo  $L_{Amax} = 45\text{dB}$ , typická rozsah pro školy je však 30-45 dB a návrhová hodnota 40 dB.

### 4 Zohlednění požadavků na vnitřní prostředí v architektonickém návrhu

Vzhledem k nízké výšce vodorovné pracovní roviny je při stejných rozměrech okenních otvorů možné v mateřských školách dosáhnout výrazně vyšších hodnot činitele denní osvětlenosti nežli v jiných typologiích. Ze zvolených příkladů jsou požadavky na denní osvětlení naplněny v mateřských školách v Sedlejšově a ve Vratislavicích, naopak v mateřské škole Přístavní ve Strážbě nejsou na části půdorysu splněny minimální hodnoty ( $D=1,5\%$ ) a ani průměrné hodnoty činitele denní osvětlenosti ( $D=5\%$ ). Problematické je zejména prosvětlení hlubších částí půdorysu, neboť denní místnosti mateřské školy Přístavní mají pouze boční osvětlení. Pro dosažení požadovaných hodnot činitele denní osvětlenosti je tedy téměř nezbytné využití horního osvětlení, ať už ve formě světlíků v ploché střeše, jako v MŠ ve Vratislavicích (Obr.5), nebo v podobě střešních oken v šikmé střeše jako v Sedlejšově (Obr.6).

5 →



**Denní místnost MŠ Nová Ruda, Vratislavice**

(zdroj: archdaily.com, autor: Alexandra Timpau)

6 →



**Denní místnost MŠ Sedlejev**

(zdroj: archiweb.cz, autor: Jaroslav Svoboda)

Požadavky na dobu proslunění 90 minut dne 1.3. jsou naplněny ve všech denních místnostech/hernách zkoumaných realizací, s výjimkou jedné ze čtyř denních místností mateřské školy Přístavní, která je orientována na sever (Obr. 6). Z hlediska zohlednění tohoto požadavku v architektonickém návrhu je nutné dbát zejména na orientaci okenních otvorů (respektive fasád, v nichž jsou tyto otvory umístěny). Pro velikost otvorů jsou limitující, spíše požadavky na denní osvětlení, pokud jsou tyto dodrženy, okna jsou dostatečně velká i k proslunění.

7 →



**Denní místnost MŠ Přístavní, Stříbro**

(zdroj: archiweb.cz, autor: Ondřej Tylčer)

Podlahy v denních místnostech všech zkoumaných budov splňují požadavky na pokles dotykové teploty a řadí se do kategorie I. Velmi teplé podlahy. Pro architekta je rozhodujícím faktorem návrhu v tomto případě materiál nášlapné vrstvy s nízkou tepelnou vodivostí – v Sedlejevě a ve Vratislavicích je použito přírodní linoleum, ve Stříbře vinyl.

Tepelná stabilita v letním období je jedním z nejproblematictějších aspektů návrhu. Vzhledem k požadavkům na denní osvětlení a proslunění jsou v denních místnostech velké prosklené plochy, zpravidla orientované k východu, jihu či západu. Klíčovým faktorem pro regulaci přehřívání je tedy efektivní stínění oken, které však nesmí bránit přístupu denního světla. Nejúčinněji jsou stíněna okna mateřské školy v Sedlejšově, kde jsou u všech oken včetně střešních použity vnější kovové žaluzie. V MŠ Přístavní je stínění oken řešeno vnitřními lamelovými žaluziemi a v MŠ Vratislavice je textilními roletami na vnitřní straně oken, což z hlediska snížení tepelné zátěže není příliš efektivní řešení. Ve Vratislavicích však může proti přehřívání napomoci také předsazená stěna z průsvitného polykarbonátu.

Pro účely větrání jsou ve všech řešených budovách navržena okna s mikroventilací, což samo o sobě stačí k naplnění části legislativních požadavků, pouze v MŠ Sedlejšov je přirozené větrání doplněno o technická zařízení (centrální větrací jednotka s účinnou rekuperací tepla). V MŠ Přístavní a v MŠ Vratislavice je větrání obytných místností řešeno pouze přirozeně okny.

## 5 Závěr

Ze všech oblastí stavební fyziky ovlivňuje architektonickou formu nejvíce světelná technika. Specifikum mateřských škol v rámci typologické kategorie školských staveb jsou požadavky na proslunění, které je nutno zohledňovat již v rámci urbanistické a hmotové koncepce návrhu. Nároky na množství denního světla vyžadují velké prosklené plochy, v porovnání s jinými budovami je však u mateřských škol možnou použít nižších okenních otvorů vzhledem k umístění pracovní roviny (k prosvětlení celé hloubky půdorysu je však v takovém případě nutné využít horního osvětlení). Ostatní oblasti stavební fyziky je možné řešit v pozdější fázi návrhu a regulovat za pomoci použitých stavebních materiálů a technologických zařízení.

## Literatura

BLUYSEN, Philomena M., 2009. *The indoor environment handbook: how to make buildings healthy and comfortable*. Sterling, VA: Earthscan. ISBN 9781844077878.

CUIJERS, C.E.J., G.M.H. SWAEN, G. WESSELING, F. STURMANS a E.F.M. WOUTERS, 1995. Adverse-Effects of the Indoor Environment on Respiratory Health in Primary-School Children. *Environmental Research* [online]. 68(1), 11-23 [cit. 2020-10-05]. ISSN 00139351. Dostupné z: doi:10.1006/enrs.1995.1003

ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov – Požadavky*, 2011. Praha: ÚNMZ.

ČSN 73 0580-3 *Denní osvětlení budov: Denní osvětlení škol*, 1994. Český normalizační institut.

ČSN EN 17037: *Denní osvětlení budov*, 2019. 1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

LARSEN, Tine Steen, Lasse ROHDE, Kim Trangbæk JØNSSON, Birgit RASMUSSEN, Rasmus Lund JENSEN, Henrik N. KNUDSEN, Thomas WITTERSEH a Gabriel BEKÖ, 2020. IEQ-Compass – A tool for holistic evaluation of potential indoor environmental quality. *Building and Environment* [online]. 172 [cit. 2020-06-22]. ISSN 03601323. Dostupné z: doi:10.1016/j.buildenv.2020.106707

*Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací*. In: .

STANKOVIC, Danica, Milan TANIC, Aleksandra KOSTIC, Svetlana VREČIC, Aleksandar KEKOVIC, Nikola CEKIC, Vojislav NIKOLIC a Svetlana VREČIC, 2015. Resurgence of Indoor Environment of Preschool Building. *Procedia Engineering* [online]. 117, 737-750 [cit. 2020-10-05]. ISSN 18777058. Dostupné z: doi:10.1016/j.proeng.2015.08.203

VAN DIJKEN, F., J.E. M. H. VAN BRONSWIJK a J. SUNDELL, 2006. Indoor environment and pupils' health in primary schools. *Building Research & Information* [online]. 34(5), 437-446 [cit. 2020-10-05].

ISSN 0961-3218. Dostupné z: doi:10.1080/09613210600735851

Vyhláška 410/2005 Sb.: o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, 2005. In: *Sbírka zákonů České republiky*.

Vyhláška č. 268/2009 Sb.: o technických požadavcích na stavby, 2009. In: *Sbírka zákonů*.

WARGOCKI, Paweł, David P WYON, B MATYSIAK a S IRGENS, 2005. The effects of classroom air temperature and outdoor air supply rate on the performance of school work by children. *Proceedings of indoor air*. 1(1), 368-72.

ZMRHAL, Vladimír, 2017. *Větrání škol v souvislostech*. 1. vydání. Praha: Společnost pro techniku prostředí. ISBN 978-80-02-02718-8.