

Ing. Bc. Jaroslav VYCHYTIL, Ph.D.¹⁾
Ing. Filip JIRÁSEK²⁾
PhDr. Mgr. Martin VYCHYTIL³⁾

¹⁾ ČVUT v Praze, Fakulta stavební,
Katedra konstrukcí pozemních
staveb

²⁾ PPP, spol. s r.o.

³⁾ ČVUT v Praze, Rektorát

Recenzent

doc. Ing. Jan Kaňka, Ph.D.

Požadavky na proslunění a možnost jejich snadného ověření

Insolation Requirements and the Possibility of their Easy Verification

Článek se zabývá jednou z oblastí stavební světelné techniky – prosluněním. Jsou popsány typy objektů, u kterých se proslunění ověřuje, podmínky, které je nutné při výpočtu zohlednit a hodnoty požadavků kladebných na proslunění podle aktuálních právních požadavků. Dále jsou popsány možnosti stanovení polohy Slunce na obloze a nejistoty výpočtů. Bylo vyhodnoceno několik modelových situací při průběžné i délkově omezené stínící překážce. Na základě těchto výsledků jsou v závěru uvedeny grafické pomůcky sloužící k rychlému ověření doby proslunění v závislosti na vybraných parametrech stínění.

Klíčová slova: proslunění, sluneční záření, poloha slunce na obloze, deklinace, diagramy slunečních drah

The article deals with one of the areas of building lighting technology – insolation. It describes the types of buildings for which the insolation is verified, the conditions to be taken into account in the calculations and the values of insolation requirements according to current legislation. The means of determining the position of the sun in the sky and the uncertainty of the calculations are described as well. Several model situations have been evaluated with a continuous and a limited length of the shading object. On the basis of the results, graphical tools are used to quickly verify the dependence of insolation times on the selected shading parameters.

Keywords: insolation, solar radiation, sun's position in sky, declination, sun paths diagram

ÚVOD

Život na Zemi probíhá v podmínkách střídání ročních období, dne a noci a při kolísavé intenzitě denního světla. Tomuto režimu jsou organismy vystaveny od svého vzniku a jsou mu dokonale uzpůsobeny. Účinky denního světla ovlivňují naši aktivitu, tvorbu některých hormonů v těle, psychiku a chování. Denní světlo je tedy důležitou součástí životního prostředí člověka. Přístup denního světla a slunečního záření do interiéru lze ovlivnit urbanistickým řešením území, návrhem vnitřních dispozic a jejich rozměrů, umístěním a velikostí osvětlovacích otvorů. Proslunění, kterým se tento článek zabývá, je definováno jako dopad přímých slunečních paprsků do interiéru budovy. Proslunění bytů se předepisuje hlavně z důvodů hygienických a psychologických, sluneční paprsky významně ovlivňují světelné prostředí interiéru. Proto by měl mít uživatel k dispozici prostředky sloužící k vytváření požadovaného světelného prostředí.

SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ A JEHO VLASTNOSTI

Sluneční záření, které proniká na zemský povrch, je část spektra elektromagnetického záření o vlnové délce od 100 nm do 1400 nm. Na toto záření, resp. s největší citlivostí na něj, se vyvíjel zrak živých organismů. Sluneční záření se v závislosti na vlnové délce dělí na tři oblasti:

- ☐ ultrafialové záření (vlnová délka 100 až 380 nm),
- ☐ viditelné světelné záření, které lze rozložit na světelné spektrum (vlnová délka 380 až 760 nm),
- ☐ infračervené záření (vlnová délka 760 až 1400 nm).

Lidé pociťují sluneční záření dvěma způsoby:

- ☐ přímo v podobě střídání dne a noci, ročních období apod.,
- ☐ nepřímo (klimatické podmínky, vliv na životní prostředí apod.).

Pro přehlednost je význam jednotlivých složek slunečního záření shrnut v tab. 1.

Tab. 1 Účinky slunečního záření (s využitím [2])

Tab. 1 Effects of solar irradiation (with use of [2])

Sluneční záření	Význam a účinek
ultrafialové	baktericidní (likviduje viry a bakterie, dezinfikuje) → proto je vhodné zajistit proslunění bytů, školních učeben, heren mateřských škol, pokojů zdravotnických zařízení a dalších prostorů
	pigmentační (tvorba pigmentů, fotochemické reakce v kůži; při nadměrném působení může dojít k zánětu pokožky)
	tvorba vitamínu D, a hlavně jeho složky D ₃ (pro zdravé kosti, zvyšuje odolnost proti křivici)
	imunologický (zvyšování imunity proti infekci)
	fyzikální a chemické změny materiálů
světelné (viditelné)	zdroj denního světla, vyvolává zrakový vjem, příznivě ovlivňuje psychiku, zdroj možného oslnění
infračervené	zdroj tepla (tepelné zisky v zimě, přehřívání v létě), vysušovací vliv na mikroorganismy

PROSLUNĚNÍ V DOBĚ PRŮMYSLOVÉ REVOLUCE A V SOUČASNOSTI

Nevýhodou denního osvětlení je, že jeho nedostatek se projeví až po relativně dlouhé době. Jsme totiž schopni žít v neprosluněných a nedostatečně osvětlených bytech a pracovat i při nedostatku denního světla. To však neznamená, že nedostatek slunečního záření a denního světla při svém dlouhodobém působení nemá vliv na naše zdraví. Skutečnost, že škodlivý vliv nedostatku denního světla a přímého slunečního záření se neprojevuje okamžitě, vedla v minulosti (především v době průmyslové revoluce) k podcenění této problematiky. V současnosti tomu však není jinak.

Doba průmyslové revoluce byla charakteristická prouděním lidí z vesnic do měst. Prudce narůstajícímu počtu obyvatel bylo třeba ve městech rychle zajistit nějaké ubytování. Podstatnou roli sehrála absence plánování a rovněž výstavba byla provázána spekulacemi. V důsledku toho bylo zajištění slunečního záření v bytech značně eliminováno. Většina těchto lidí tedy musela žít v malých, relativně tmavých bytech. Hustota zástavby a většinou nepřilíhající optimální dispoziční řešení se tehdy příliš neřešily. Nedostatek přímého slunečního záření v obytných místnostech měl za následek šíření infekčních nemocí a byl jednou z příčin vysoké předčasné úmrtnosti. Vliv nedostatku slunečního záření a denního světla v interiérech na zdraví populace byl prokázán lékařskou praxí té doby. Právě tehdy vzniklo přísloví „kam nechodí Slunce, tam chodí lékař“.

Při návrhu objektu je třeba mít na paměti, že požadované parametry proslunění a denního osvětlení je nutné zachovávat nejen u nově navrhovaných staveb, ale i u stávajících budov. V případě zanedbání těchto požadavků mohou být totiž uživatelé objektů vystaveni zdravotnímu riziku, nehledě na možné spory o nedostatečné osvětlení a proslunění či nadměrné stínění s majiteli sousedních budov a pozemků.

Dle informací získaných od European Committee for Standardization CEN/TC 169 – *Light and lighting*, sekce CEN/TC 169/WG 11 – *Daylight* jsou v současnosti požadavky na proslunění v těchto státech: Česká republika, Slovenská republika, Spolková republika Německo, Nizozemsko, Švédsko, Estonská republika, Spojené království Velké Británie a Severní Irsko, Slovinsko a Itálie. Předpokládá se, že požadavky na proslunění mají i Litva, Lotyšsko, Maďarsko, Rumunsko a Bulharsko. U ostatních států není platnost požadavků na proslunění známá. Je tedy patrné, že v navrhování objektů s ohledem na dostatečné proslunění nejsme v Evropě ojedinelí.

STANOVENÍ POLOHY SLUNCE NA OBLOZE

Aby bylo možné zkoumat dopad slunečních paprsků, jak vyplývá z definice proslunění uvedené v úvodu, je nutné stanovit polohu Slunce na obloze. K popisu zdánlivé dráhy Slunce po obloze slouží sférická astronomie. Heliocentrický systém (Země se točí kolem Slunce) se nahrazuje topocentrickým sférickým systémem, ve kterém je středem místo pozorování na zemském povrchu. Jinými slovy: středem je pozorovatel, který sleduje polohu Slunce. Změny polohy nebeských těles se sledují jako průměty na myšlené kulové ploše – světové sféře.

Polohu Slunce vzhledem k pozorovateli a jeho stanovišti na zemském povrchu lze jednoznačně popsat pomocí dvou veličin. V půdorysu se jedná o azimut Slunce a v řezu o výšku Slunce.

Azimut Slunce A_0 [°] je úhel mezi jižním směrem a kolmým průmětem slunečního paprsku do roviny horizontu. Na severní polokouli má azimut záporné hodnoty dopoledne, nulovou hodnotu v pravé poledne a kladné hodnoty odpoledne.

Výška Slunce h_0 [°] je úhel mezi slunečním paprskem a vodorovnou rovinou proloženou místem pozorování. Maximální hodnoty během dne nabývá výška Slunce při horní *kulminaci*, ke které dochází každé poledne dle pravého slunečního času.

Pro stanovení obou veličin existuje několik výpočtových vztahů (uvedeny v [13]), zde je uveden výpočtový postup převzatý z ČSN 73 0581 [15], který slouží ke stanovení azimutu a výšky Slunce pro libovolnou lokalitu na severní polokouli a pro libovolný časový okamžik během roku:

$$\sin h_0 = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \tau \quad (1)$$

$$\cos A_0 = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\cos} \cdot \left(\sin h_0 - \frac{\sin \delta}{\sin} \right) \quad (2)$$

Význam dílčích veličin je vysvětlen v tab. 2. Jak je z ní patrné, k určení azimutu a výšky Slunce je nutné znát 3 veličiny – zeměpisnou šířku místa pozorování φ [°], deklinaci δ [°] a hodinový úhel λ [°].

Tab. 2 Veličiny potřebné pro určení azimutu a výšky Slunce

Tab. 2 Quantities needed to determine the azimuth and the height of the Sun

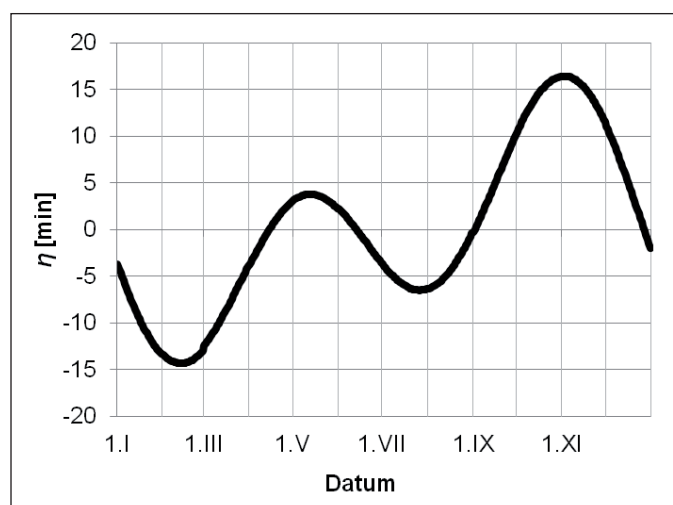
Veličina	Význam veličiny	Výpočet (dle [15] a upraveno)	Č. rov.
δ [°]	deklinace (úhel mezi slunečním paprskem a rovinou světového rovníku)	$\delta = 23,45 \sin(t - 109)$	(3)
t [°]		$t = 0,98D + 29,7M$	(4)
D	číslo dne v měsíci (1 až 31)		
M	číslo měsíce v roce (1 až 12)		
λ [°]	hodinový úhel	$\lambda = 15 (\text{PSC} - 12)$	(5)
PSC	pravý sluneční čas	$\text{PSC} = \text{SEČ} + \frac{1}{15} (\lambda - 15) + \eta$	(6)
SEČ	středoevropský čas		
λ [°]	zeměpisná délka místa pozorování	pomocí GPS nebo z mapy	
η [h]	časová rovnice (rozdíl mezi pravým a středním slunečním časem)	$\eta \approx 0,125 \sin(32 - \eta - 0,165 \sin(2t - 38))$ (hodnoty v průběhu roku jsou uvedeny na obr. 1)	(7)

NEJISTOTY PŘI VÝPOČTU DÍLČÍCH VELIČIN

Slunce

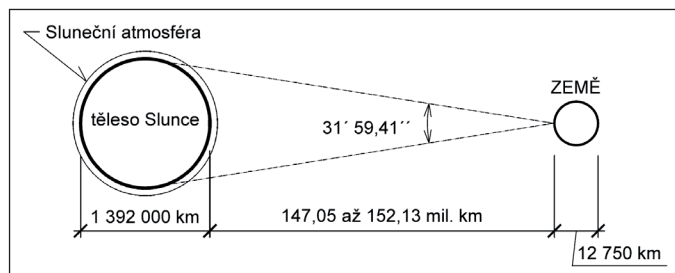
Při pozorování vnímáme Slunce jako kotouč. Jelikož se nejedná o pouhý bod, nemůže v jednom okamžiku dojít k západu či východu Slunce, ať už za obzor (horizont) nebo stínící překážku. Ve skutečnosti se jedná o proces trvající určitý časový úsek.

Dle rozměrových charakteristik Země a Slunce a jejich vzájemné vzdálenosti vychází, že průměr slunečního kotouče se při pozorování na Zemi jeví pod úhlem v rozmezí $0,5424^\circ$ ($32'32,48''$) až $0,5277^\circ$ ($31'39,77''$).



Obr. 1 Hodnoty časové rovnice (zde převedeny na minuty) v závislosti na dnu výpočtu (podle výše uvedených vztahů)

Fig. 1 Values of the time equation (converted into minutes), depending on the day of calculation (according to the above stated relations)



Obr. 2 Rozměrové charakteristiky Slunce a Země a jejich vzájemná poloha [12] (nejkratší vzdálenost se nazývá perihélium, nejdelší afélium)

Fig. 2 Dimensional characteristics of the sun and earth and their relative position [12] (the shortest distance is called perihelion, the longest aphelion)

Země se při obíhání okolo Slunce otočí o 360° , což trvá přibližně 24 hodin. Při pozorování na rovníku Slunce vychází či zapadá kolmo za obzor. Doba, která uplyne, než je vidět celý sluneční kotouč (nebo než se celý skryje za obzor), je v intervalu:

- od $0,5277^\circ \times 24 \text{ hodin} / 360^\circ = 0,03518 \text{ hodiny} = 2,11 \text{ minuty}$,
- do $0,5424^\circ \times 24 \text{ hodin} / 360^\circ = 0,03616 \text{ hodiny} = 2,17 \text{ minuty}$.

V případech, kdy pozorovatel není na rovníku, vychází doba východu či západu Slunce za obzor delší, v závislosti na souřadnicích místa pozorování. Z tohoto popisu vyplývá, že dobu proslunění je v technické praxi vhodné uvádět jen s přesností na celé minuty.

Zeměpisná šířka

Zeměpisná šířka lokalit nacházejících se v České republice má dle [27] hodnotu v rozmezí od $48^\circ 33' 9''$ (nejjižnější bod ČR poblíž města Vyšší Brod) do $51^\circ 3' 20''$ (nejsevernější bod ČR poblíž obce Lobendava). Pro účely posuzování doby proslunění na území České republiky se dle ČSN 73 4301 [18] uvažuje s jednotnou zeměpisnou šířkou $\varphi = 50^\circ$ severní zeměpisné šířky. V tab. 3 je pro dvě data (vybraná s ohledem na další text) ukázáno, že zeměpisná šířka přesnost výpočtu výšky Slunce ovlivní s ohledem na velikost slunečního kotouče relativně málo. Jak je z tabulky dále patrné, výsledky jsou podstatně více závislé na datu výpočtu.

Tab. 3 Závislost výšky Slunce na zeměpisné šířce a datu výpočtu při pravém slunečním času 12 hodin

Tab. 3 The dependence of the sun's height on the latitude and the calculation date at the apparent solar time 12 hours

Den výpočtu	Severní zeměpisná šířka φ [°]	Výška Slunce h_0 [°]
1. března	48,6	33,80
	50,0	32,40
	51,0	31,40
21. března	48,6	41,68
	50,0	40,28
	51,0	39,28

Deklinace

Hodnoty deklinace mají jednotlivé dny v roce různé, i v rámci let. Přesné hodnoty lze nalézt ve hvězdářských ročenkách. Průběh hodnot deklinace pro 12 hodin dne 1. března od roku 1928 do roku 2011 je uveden v článku *Deklinace Slunce v průběhu desetiletí* [6]. Příčinou rozdílnosti hodnot je periodické naklánění zemské osy (*precese a nutace*).

Při *precesi* osa Země periodicky opisuje plášť dvojkužele, přičemž doba periody tohoto pohybu se nazývá Platónský rok (trvá cca 25 800 let).

Nutace již zahrnuje drobnější výkyvy zemské osy (vlnitý plášť dvojkužele) s periodou necelých 19 let [11].

Změny v hodnotách deklinace v důsledku precese a nutace nejsou pro účely posuzování doby proslunění přijatelné, neboť by při jejich zohlednění docházelo k různým výsledkům v závislosti na roku výpočtu. Proto se při výpočtu deklinace pro účely technické praxe používá průměrná hodnota deklinace stanovená jednotně pro všechny roky podle rovnice (3) uvedené v tab. 2. Deklinace nabývá své nejnižší hodnoty ($-23,45^\circ$) 22. prosince (zimní slunovrat), nulových hodnot 23. září a 21. března (podzimní a jarní rovnodennost) a maximální hodnoty ($+23,45^\circ$) 21. června (letní slunovrat).

Hodinový úhel a časová rovnice

Hodinový úhel je vázán na pravý sluneční čas, který se odvozuje ze zdánlivého pohybu Slunce. Požaduje-li se vazba výpočtu na středoevropský čas, je nutno použít i časovou rovnici. Ta je závislá na datu (den a měsíc) výpočtu. Výpočtové vztahy jsou uvedeny v tab. 2.

Ostatní vlivy

Při výpočtu proslunění se pro zajištění shodnosti výsledků zanedbává oblačnost, tj. uvažuje se se stavem, kdy sluneční paprsky mohou při volném horizontu dopadat do kontrolního bodu od východu do západu Slunce.

Z důvodu oblačnosti a z důvodu nejistot, vyplývajících ze zeměpisných souřadnic posuzovaného místa a z proměnlivých hodnot deklinace, časové rovnice apod., se měření doby proslunění neprovádí. Prokazuje se pouze výpočtem podle normy ČSN 73 0851 [15], která měření výslovně zakazuje. Absence možnosti měření je tak nahrazena jednotným způsobem výpočtu podle normy.

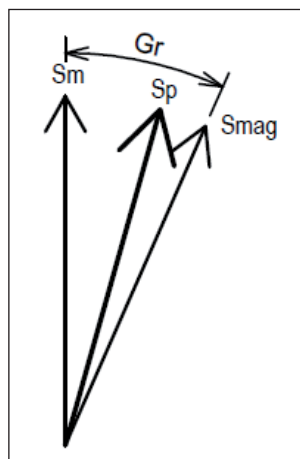
POŽADAVKY KLADENÉ Z HLEDISKA PROSLUNĚNÍ

Podle aktuálně platné legislativy jsou číselné limity týkající se proslunění kladeny na obytné budovy, tj. na objekty sloužící k bydlení – bytové domy, rodinné a řadové domy. Zařadit sem lze i domovy pro seniory, dětské domovy, domy pro dlouhodobé ubytování osob a podobně. Proslunění je dále požadováno i u dalších objektů (denní místnosti v předškolních zařízeních, kmenové učebny škol, pokoje v nemocnicích a léčebnách, pěstitelské plochy ve sklenících a pařeništích), nejsou u nich však již uvedeny hodnoty číselných limitů. Z toho vyplývá, že se místnosti s pobytem osob mají v daných objektech orientovat na slunečnou stranu (viz dále).

Orientace ke světovým stranám

Při navrhování či posuzování objektů z hlediska proslunění má významnou roli správné určení orientace vůči světovým stranám. Na výběr je několik možností, jak správně orientaci ke světovým stranám určit. Cílem tohoto příspěvku není podrobný popis jednotlivých metod, proto jsou zde popsány pouze stručně. Podrobnější popis je uveden např. ve [13].

V praxi je nejvíce využívanou metodou odečtení z katastrálních map, které jsou u nás zpracovány především v systému jednotné trigonometrické sítě katastrální (S – JTSK). Tento systém zobrazení zakřiveného zemského povrchu do roviny mapy byl zaveden pro území tehdejší Československé republiky na základě metody, kterou navrhl Ing. Josef Křivák. Výhodou tohoto zobrazení je, že se vyznačuje minimálním délkovým zkreslením v rozsahu území ČR (řádově 10 cm/1 km), jistou nevýhodou pak, že směr svislých přímk mapové sítě (levý a pravý okraj katastrální mapy) se neshoduje se směrem poledníku – ve skutečnosti se poledníky sbíhají směrem ke světovým pólům. Odchylka mezi mapovým S_m a skutečným směrem poledníku S_p se nazývá meridiánová konvergence C [°]. Je závislá pouze na zeměpisné délce posuzovaného místa λ [°] měřeně od nulového poledníku, který prochází anglickým městem Greenwich.



Obr. 3 Souvislost mezi mapovým směrem poledníku S_m v systému S-JTSK, zeměpisným směrem poledníku S_p a magnetickým směrem poledníku S_{mag}

Fig. 3 Relationship among the meridian map direction S_m in the S-JTSK system, the meridian geographical direction S_p and the meridian magnetic direction S_{mag}

$$C = \frac{24^\circ 50' - \lambda}{1,34} \quad (8)$$

Pro geografické podmínky lokalit v ČR platí, že se hodnota konvergence vynáší ve směru hodinových ručiček od mapového směru

poledníku, jak znázorňuje obr. 3. Po dosažení do vztahu (8) je vidět, že hodnota meridiánové konvergence narůstá směrem od východu ($4,5^\circ$ pro nejvýchodnější místo ČR) na západ ($9,5^\circ$ pro nejzápadnější místo ČR). Mapové systémy používané v jiných státech vykazují jiné hodnoty meridiánové konvergence, než udává výše uvedený vztah. Při posuzování proslunění se hodnota meridiánové konvergence uvádí s přesností na jedno desetinné místo, přičemž dle ČSN 73 0581 [15] se za dostatečnou považuje přesnost $\pm 0,5^\circ$.

Mezi další metody stanovení skutečného směru poledníku patří odečtení z vojenských map (hodnota konvergence je v nich již uvedena, ovšem tyto mapy nejsou běžně dostupné) nebo dotaz u územně příslušného střediska geodézie a kartografie.

Nabízí se i použití buzoly či kompasu, považuje se ovšem za nepřesné a technickými normami se nedoporučuje. Pomocí kompasu nebo buzoly se dá v terénu snadno určit magnetický sever, ovšem pro účely stanovení doby proslunění se musí používat geografický sever. Směr magnetického a geografického severu však není zpravidla shodný, jak je vidět na obr. 3. Odchylka mezi mapovým a magnetickým severem se nazývá grivace G_r [°]. Odchylka mezi skutečným směrem poledníku a magnetickým severem se nazývá magnetická deklinace D_m [°] a mění se v závislosti na lokalitě a času.

Proslunění stávající zástavby

Při posouzení doby proslunění se musí u nově navrhovaných objektů zohlednit vliv stínění nejen od stávající zástavby, ale i vliv pozdějších změn, ke kterým může dojít při realizaci objektů dle schváleného územního rozhodnutí nebo regulačního či územního plánu, jsou-li schváleny.

V obecné rovině musí být požadavky na proslunění splněny i u stávající zástavby. To znamená, že navrhovaná novostavba, která působí jako stínící prvek stávajících objektů, musí umožnit proslunění stávajících bytů, řadových či rodinných domů. U stávajících budov se podmínky na proslunění nemusí dodržet, pouze:

- pokud je novostavba navržena v proluce určené k zastavění, tj. v dočasně nezastavěném prostoru ve stávající souvislé zástavbě – o tom, zda se jedná o proluku, rozhoduje příslušný orgán státní správy,
- jde-li o nástavbu či přístavbu respektující půdorysný rozsah a výškovou úroveň stávající zástavby,
- jedná-li se o nástavbu či přístavbu, která je v souladu se schváleným územním rozhodnutím nebo regulačním či územním plánem.

Proslunění rodinných a bytových domů

Vlastnosti funkčního města byly definovány v roce 1933 v Athénské chartě (viz [3]), která obsahuje 95 článků. Z hlediska proslunění bylo požadováno:

- v článku 23 umísťování obytných čtvrtí na nejlepším území města z hlediska topografického, klimatického a oslunění a s dostatkem vhodné zeleně,
- v článku 24 situování obytných čtvrtí na základě hygienických hledisek,
- v článku 26 stanovení minimální doby oslunění pro každý byt.

V pozdějších letech byly mj. s ohledem a v reakci na Athénskou chartu sestaveny požadavky na proslunění v tehdejší Československu. Současně platné požadavky na proslunění obytných budov jsou uvedeny v ČSN 73 4301 [18]. Tato norma je závazná na základě stavebního zákona [23], zákona o veřejném zdraví [24] a odpovídajících vyhlášek.

Pro bytové domy a vnitřní sekce řadových domů platí, že byt je považován za prosluněný, je-li součet ploch jeho prosluněných obytných místností roven nejméně jedné třetině součtu ploch všech obytných místností bytu. U rodinných domů nebo krajních sekcí řadových domů musí být prosluněna nejméně jedna polovina součtu ploch všech obytných místností.

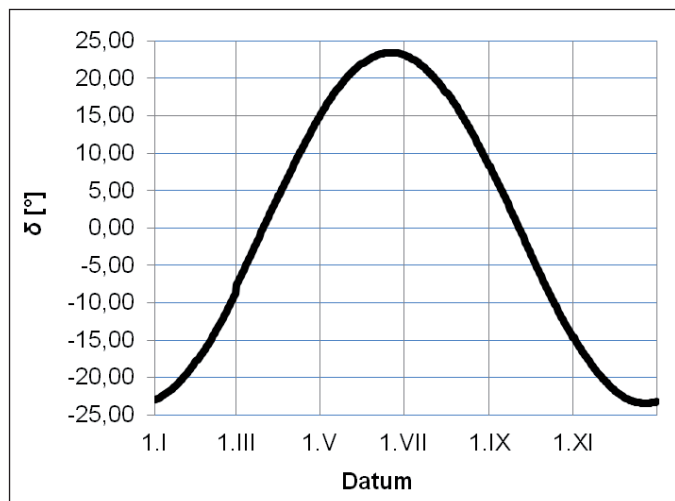
Za obytnou místnost se z hlediska proslunění považuje místnost, která je vytápěná s možností regulace tepla, přímo větratelná, osvětlená přímým denním světlem (tj. okna směřují přímo do exteriéru) a má plochu alespoň 8 m^2 . V případě, že se jedná o kuchyň, která tvoří samostatnou místnost, má mít plochu alespoň 12 m^2 . Za obytnou místnost se z hlediska proslunění nepovažují komunikační, sociální a skladovací prostory.

Do součtu ploch z jedné strany osvětlených obytných místností ani do součtu ploch všech obytných místností bytu se pro tento účel nezapočítávají části ploch obytných místností, které jsou ve vzdálenosti od osvětlovacího otvoru větší než 2,3násobek světlé výšky místnosti.

Obytná místnost se považuje za prosluněnou, pokud sluneční paprsky dopadají při zanedbání oblačnosti do kontrolního bodu minimálně 90 minut dne 1. března nebo minimálně 3600 minut během 40 dní od 10. února do 21. března (bez případného 29. února). Doporučuje se, aby sluneční paprsky dopadaly do kontrolního bodu při zanedbání oblačnosti minimálně 90 minut také dne 21. června, a to především v případech, kdy jsou obytné místnosti stíněny předsazenými konstrukcemi. V tento den je totiž slunce vysoko a předsazené konstrukce mohou výrazně omezit dopad slunečních paprsků do interiéru.

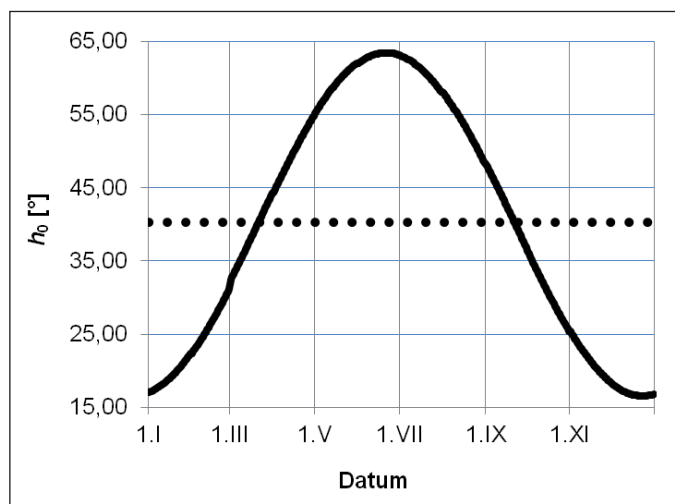
Na otázku, proč se proslunění posuzuje právě 1. března, není jednoznačná odpověď. V bývalém Sovětském svazu byl proveden velký výzkum týkající se lidského zraku a denního osvětlení. Kromě jiného se zjistilo, že oko respondentů bylo po zimě nejvíce unaveno 21. března. Traduje se, že českoslovenští tvůrci norem té doby se nechťeli odkazovat na SSSR, a proto se rozhodli smazat „2“ v datu výpočtu. V Čechách se tedy přes 60 let počítá proslunění pro den 1. března, dle návrhu nové evropské normy by se však výpočet proslunění měl jednotně provádět pro den 21. března. A proč právě v tento den, pomine-li se výše uvedený výzkum?

Na obr. 4 je znázorněna závislost deklinace na datu výpočtu a na obr. 5 závislost výšky Slunce nad horizontem při pravém slunečním času 12 hodin v závislosti na datu výpočtu. Hodnoty byly vypočítány podle výše uvedených vztahů (1) až (5). Hodnota deklinace vychází pro den 1. března $\delta = -7,60^\circ$, zatímco pro den 21. března $\delta = 0,28^\circ$, tedy téměř zanedbatelná. Výška Slunce je při výše uvedených okrajových podmínkách pro den 1. března $h_0 = 32,40^\circ$ a pro den 21. března $h_0 = 40,28^\circ$. Aritmetický průměr 365 hodnot výšky Slunce při pravém slunečním času 12 hodin vychází $40,27^\circ$. Nejblíže průměrné hodnotě je právě 21. března ($40,28^\circ$), na druhém místě je 21. září ($40,46^\circ$). Lze tedy tvrdit, že při výpočtu dne 21. března je uvažováno s průměrnou výškou Slunce v průběhu roku.



Obr. 4 Závislost deklinace na datu výpočtu

Fig. 4 Dependence of declination on the calculation date



Obr. 5 Závislost výšky Slunce při pravém slunečním času 12 hodin v závislosti na datu výpočtu (tečkovaná průměrná výška Slunce)

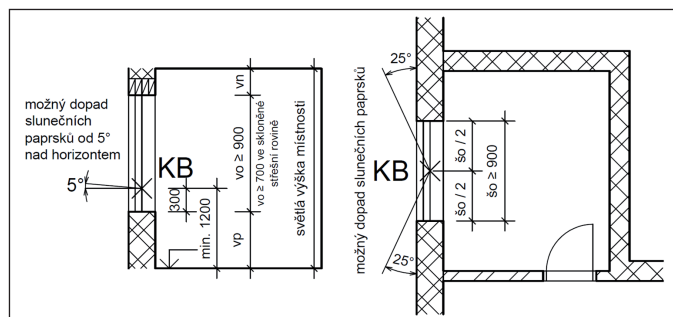
Fig. 5 Dependence of the height of the sun at apparent solar time 12 hours on the calculation date (dotted line is average height of the sun)

Přímé sluneční záření musí vnikat do místnosti okenním otvorem nebo otvory, jejichž celková plocha vypočítaná ze skladebných rozměrů je rovna nejméně jedné desetině obytné plochy místnosti.

Nejmenší skladebný rozměr (šířka a výška) započítaného osvětlovacího otvoru musí být alespoň 900 mm (viz obr. 6), ve skloněné střešní rovině musí být šířka osvětlovacího otvoru nejméně 700 mm. Půdorysný úhel dopadajících slunečních paprsků s rovinou okenního otvoru musí být nejméně 25° (informace viz dále v odlišnostech), výška Slunce nad horizontem musí být nejméně 5°.

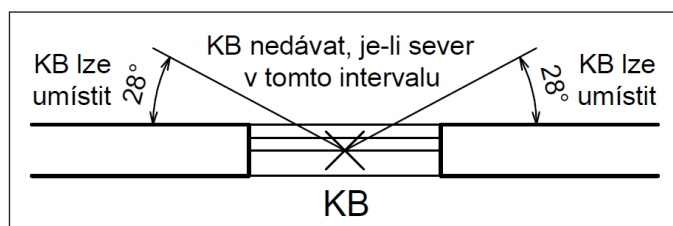
V těchto neefektivních úhlech se dopad slunečních paprsků zanedbává, neboť při nich dochází ke vzniku dlouhých stínů, a nikoli k požadovanému dopadu slunečních paprsků. Poloha kontrolního bodu v osvětlovacím otvoru je znázorněná na obr. 6.

Na základě modelových výpočtů se kontrolní bod neumísťuje do osvětlovacích otvorů, které jsou orientované na severní nebo téměř severní stranu (viz obr. 7). Důvodem je to, že je-li fasáda odkloněna od severu o 28° a více a kontrolnímu bodu nic nestíní, mohou dopadat sluneční paprsky do kontrolního bodu 90 minut a více. Konkrétní příklady na určení



Obr. 6 Poloha kontrolního bodu „KB“ v rovině vnitřního zasklení při posuzování proslunění, minimální rozměry osvětlovacího otvoru a vyznačení neefektivních úhlů (vlevo řez, vpravo půdorys)

Fig. 6 Position of the “KB” control point in the plane of inner glazing when assessing the insolation, the minimum dimensions of the lighting opening and the indication of the ineffective angles (cross-section on the left, ground-plan on the right)



Obr. 7 Volba umístění kontrolního bodu „KB“ v osvětlovacím otvoru orientovaném alespoň částečně na severní stranu

Fig. 7 Selection of the “KB” control point location in an lighting opening oriented at least partially to the north side

polohy kontrolního bodu při různých dispozicích bytů a rodinných domů jsou uvedeny ve skriptech [12].

Odlišnosti v podmínkách výpočtu a při posuzování v průběhu let:

- V normě ČSN 73 4301 [17] z roku 1991 se požadovalo alespoň 90minutové proslunění obytných místností od 1. března do 10. října, zatímco v knize [10] z roku 1979 je na stranách 37 a 38 požadováno proslunění od 1. března do 15. října. Směrnice [7] i norma ČSN 73 4301 [17] dále doporučovaly, aby při 2 a více obytných místnostech byla alespoň jedna z nich prosluněna nejméně 3 hodiny.
- Ve výše zmíněné knize [10] se dále píše, že orientace objektů ke světovým stranám se navrhuje podle požadavků na proslunění bytu, přičemž se požaduje, aby byl prosluněn každý byt. V současnosti tomu je často naopak, tedy nejprve se navrhne orientace objektu a poté se (mnohdy složitě) řeší, jak zajistit proslunění navržených bytů. V této literatuře je rovněž doporučeno orientovat na slunečnou stranu (jihovýchod, jih a jihozápad v rozmezí $\pm 45^\circ$ od jihu) především ty místnosti, u kterých se předpokládá největší využití během dne.
- Změna se týká i půdorysného neefektivního úhlu měřeného od roviny zasklení (v současnosti 25°). V knihách [10] a [14] se uvádí, že obytná místnost se považuje za prosluněnou, dopadají-li sluneční paprsky alespoň na jeden její okenní otvor s půdorysným odklonem větším než 30° od roviny okenního otvoru. Při hloubce ostění okenního otvoru do 20 cm bylo povoleno uvažovat půdorysný odklon slunečních paprsků od roviny okenního otvoru již $22^\circ 30'$ [10] nebo v rozmezí 22° až 30° [14]. Zajímavostí je, že ve starší publikaci [4] je zmínka o půdorysném úhlu 25° , který se používá v současnosti.
- V dřívějších publikacích byly uvedeny rovněž doporučené rozestupy budov. V knize [10] byl pro zajištění soukromí v bytě stanoven vzájemný odstup dvou průčelí budov min. 20 m, pokud alespoň v jednom průčelí byla okna obytných místností. V ostatních případech

postačoval odstup alespoň 10 m. V publikaci [14] byl na základě starších publikací uveden minimální odstup obytných budov v poměru 1 : 2 (výška : odstup). Již 11 let před vydáním publikace [14] B. Lutonský ve svém příspěvku [9] doporučuje uvažovat s odstupem v poměru alespoň 1 : 2,4.

- Neefektivní úhel 25° je zjednodušením poučky uváděné ve starších verzích normy ČSN 73 4301, např. z roku 1968 [16]. V ní se psalo, že pruh přímého slunečního záření má do místnosti vnikat okenním otvorem v šířce alespoň 20 cm v půdorysném směru i ve směru svislého řezu. Tento požadavek měl být splněn při zanedbání vlivu rámu. V případě, kdy by byla tloušťka stěny s osvětlovacím otvorem velká (v současnosti není příliš obvyklé), nemusí být zmíněný neefektivní úhel na straně bezpečnosti.

Proslunění v objektech pro školní a předškolní výchovu

Otázka proslunění školních učeben je relativně komplikovaná. Zatímco na jedné straně je důležité eliminovat přehřívání místnosti, na druhé straně sluneční paprsky působí v interiéru baktericidně. V běžných učebnách mají být osvětlovací otvory orientovány na slunečnou stranu, především na jihovýchod, případně na jih či jihozápad, v ateliérech a dílnách je vhodná orientace na východ a severovýchod, v odborných a PC učebnách pak orientace na neosluněnou stranu. V učebnách nesmí docházet k oslnění žáků ani učitelů v průběhu vyučování. Tím je prakticky vyloučena orientace učeben na východní a jihovýchodní stranu.

Profesor MUDr. Miloš Kredba v publikaci [8] z roku 1953 doporučoval jihozápadní orientaci učeben jako nejlepší pro učebny s dopoledním vyučováním (do dvacátých let 20. století byla dle [1] doporučována orientace na západní světovou stranu). Sluneční paprsky v tomto případě vnikají do učebny v odpoledních hodinách. Díky tomu je vyloučen vliv oslnění v dopoledních hodinách a zajištěno proslunění učeben v odpoledních hodinách. Tento model lze nejvíce využít na prvním stupni základních škol.

Dříve bylo požadováno proslunění místností sloužících vedení školy (dle [4] alespoň 2 až 3 hodiny denně) a tělocvičen (alespoň 3 hodiny denně), přičemž doba proslunění se ověřovala tradičně pro den 1. března, viz výše.

Herny, pracovny a denní místnosti v mateřských školách či jeslích mají být prosluněny v maximální míře, za optimální orientaci se považuje jižní směr nebo odklon od něho do 15°. Odstup budovy mateřské školy od okolní zástavby, případně od dílčích budov mateřské školy, by měl být alespoň 2,5násobkem obrysové výšky stínící překážky [10].

Proslunění ve zdravotnických stavbách

S ohledem na antibakteriální účinek slunečních paprsků se má u zdravotnických staveb zajistit především proslunění čekáren a lůžkových pokojů. Sluneční paprsky navíc působí pozitivně na psychiku nemocných či léčených a tím jim pomáhají v léčebném procesu.

V minulosti byla předepsána minimální doba proslunění čekáren a lůžkových pokojů. Dle tehdejší oborové normy 73 5015 [22] měly být čekárny prosluněny nejméně 2 hodiny denně, přičemž mělo být docíleno proslunění podlahy v době největšího provozu alespoň 1 hodinu. Vyšetřovny by měly být orientovány tak, aby k dopadu slunečních paprsků do ordinací docházelo mimo ordinací dobu. Průčelí budov s vyšetřovnami má mít odstup od stínících objektů roven alespoň dvojnásobku výšky stínících objektů, průčelí budov s lůžkovými pokoji mají mít odstup alespoň pětinašobný v porovnání s výškou stínící překážky. Lůžkové pokoje mají být prosluněny nejméně 2 hodiny, přičemž průčelí s osvětlovacími otvory do lůžkových pokojů má být od jihu odkloněno o 16° až 30° směrem k jihovýchodu.

Proslunění vs. Pražské stavební předpisy

Změna č. 14/2018 Sb. [21] Pražských stavebních předpisů č. 10/2016 Sb. [20] reflektuje přání developerů a některých architektů, aby v Praze

již byty nemusely být prosluněny. Dotyční argumentovali především následujícími výroky:

1. Stavebníci jsou nuceni projektovat prapodivné tvary objektů z důvodu přísných požadavků na proslunění.
2. Požadavek na proslunění je výmysl posledních let.
3. Proslunění stačí nahradit požadavkem na denní osvětlení a navrhovat dostatečně velké osvětlovací otvory.

Odpovědí na tyto výroky, které se promítly do výše zmíněných předpisů, je mimo jiné i to, že mnozí jiní architekti, např. viz článek arch. Smoly [26], dané argumenty odmítají a nadále budou navrhovat objekty v Praze tak, aby bylo zajištěno proslunění. Nyní dílčí komentář k jednotlivým tvrzením:

1. Prapodivné tvary jsou mnohdy navrhovány proto, aby architekt mohl vyjádřit svoje vnímání prostoru ve vztahu k budově. Vždyť někteří tvrdí, že nejdůležitější není účel objektu, ale působení hmoty na kolemjdoucího. Jak bylo zmíněno v tomto článku dříve, ČSN 73 4301 [18] je v tomto ohledu relativně benevolentní. Stačí zajistit proslunění alespoň třetiny obytných místností, jedná-li se o byt, nebo poloviny obytných místností u rodinného domu. Jinými slovy, budeme-li hovořit pouze o bytu, nemusí být dvě třetiny jeho obytných ploch prosluněny vůbec. To znamená, že tyto místnosti mohou být orientovány na neosluněnou stranu. Paradoxně tedy uvedená norma chrání architekty a developery před nadměrnými požadavky uživatelů budov.
2. Požadavky na dobu proslunění v průběhu let jsou popsány výše. Proslunění zmiňuje již Athénská charta vydaná roku 1933 (viz výše).
3. Ohledně nahrazení proslunění požadavkem na denní osvětlení je třeba rozlišovat dva pojmy – proslunění (či oslunění) a denní osvětlení. Zatímco při proslunění se zkoumá dopad přímých slunečních paprsků do interiéru, kdy výsledek je ovlivněn orientací obytné místnosti ke světovým stranám, při denním osvětlení se zkoumá množství světla na srovnávací rovině při nejnepříznivějším stavu oblohy. Ten je definován při rovnoměrně zatažené obloze v zimě při zohlednění gradace jasu (CIE 1:3 při tmavém terénu či CIE 1:2 při zasněženém terénu). Díky rovnoměrnosti oblohy se při výpočtech docílí stejného výsledku při orientaci osvětlovacího otvoru na libovolnou světovou stranu. Jinými slovy lze konstatovat, že i když obytná místnost bude mít vyhovující denní osvětlení, nemusí být kvůli nevýhodné orientaci ke světovým stranám prosluněna. To znamená, že nelze využít baktericidních, psychologických a dalších účinků slunečních paprsků. Byty tedy být světlé mohou. O tom, zda budou i zdravé, se však dá velice pochybovat. Nedostatek přímého slunečního záření může mít za následek šíření infekčních onemocnění apod.

Proslunění vs. nová evropská norma

Evropská normalizační komise si je vědoma významu zajištění přístupu přímých slunečních paprsků do interiérů budov. V již schválené nové evropské normě [19] jsou uvedeny požadavky na proslunění, nutno ovšem dodat, že s některými odlišnostmi, než jsme zvyklí. Mezi nejvýznamnější rozdíly patří:

- nahrazení neefektivního úhlu 25° neefektivním úhlem, který se bude stanovovat individuálně pro každou situaci v závislosti na hloubce zasklení, rozměru osvětlovacího otvoru apod.,
- tři limitní hodnoty (90, 180 a 240 minut) pro minimální dobu svitu slunečních paprsků do místnosti.

Podrobný popis navrhovaných změn tento článek neobsahuje. Pro jeho uvedení je třeba počkat na vydání normy v ČR a případné schválení národních poznámek či příloh, které mohou stanovení dílčích veličin ovlivnit.

GRAFICKÉ POMŮCKY PRO STANOVENÍ DOBY PROSLUNĚNÍ

Diagramy slunečních drah

Určení polohy Slunce v kombinaci s polohou stínících objektů pouhými výpočty je obtížné a časově náročné. Z toho důvodu a pro absenci odpovídající výpočetní techniky v minulosti byly zkonstruovány grafické pomůcky, jejichž použití je poměrně jednoduché. Výstupy z nich jsou pak názorné a snadno reprodukovatelné. Tyto grafické pomůcky se však liší svojí přesností. Mezi nejznámější a nejpoužívanější grafické pomůcky patří pravouhlý sluneční diagram, stereografický sluneční diagram a diagram zastínění sestrojený na principu kotangensového diagramu. S kotangensovým diagramem se lze setkat především ve formě slunečních hodin. Mezi méně používané grafické pomůcky patří i ortografický a ekvidistanční sluneční diagram. Cílem tohoto příspěvku není podrobně popsat práci s uvedenými diagramy, tyto informace jsou uvedeny např. ve skriptech [12].

Podmínky pro grafickou pomůcku sloužící k rychlému ověření doby proslunění

Výpočtový model byl proveden pro místnost osvětlenou osvětlovacím otvorem v jedné ze stěn, a to v závislosti na půdorysných rozměrech místnosti, velikosti osvětlovacího otvoru a výšce stínících překážek v různých situacích stínění. Každá stavba je originální, nelze proto jednoznačně určit rozměry místností, které by postihovaly všechny možné stavy.

Jak je zmíněno výše, minimální podlahová plocha obytných místností (mimo kuchyň) je 8 m². Mezi další podmínky vztahované k obytným místnostem s ohledem na ČSN 73 4301 [18] patří:

- ☐ pokud je byt tvořen pouze jednou obytnou místností, má mít plochu alespoň 16 m²,
- ☐ minimální šířka obývacího pokoje je 3,3 m, dvoulůžkové ložnice 2,4 m a jednolůžkové ložnice 1,95 m,
- ☐ minimální světlá výška místnosti (výška od úrovně čisté podlahy po strop) je u rodinných domů 2,5 m, u bytových domů 2,6 m.

Při vytváření zde uvedené grafické pomůcky bylo uvažováno s následujícími rozměry místnosti (v souladu s dříve uvedeným textem):

- ☐ šířka místnosti je uvažovaná v intervalu od 3 do 6 m s krokem dělení 1 m,
- ☐ hloubka místnosti koresponduje s šířkou místnosti a nabývá stejných hodnot,
- ☐ jsou zohledněny všechny kombinace rozměrů šířka × hloubka místnosti,
- ☐ světlá výška místnosti je uvažovaná 2,6 m,
- ☐ tloušťka průčelní stěny bude uvažována 0,45 m.

Obytná místnost je osvětlena jedním osvětlovacím otvorem umístěným v ose průčelní stěny. Rozměry osvětlovacího otvoru bývají proměnlivé. V tomto článku je uvažováno s ohledem na požadavek ČSN 73 4301 [18], že osvětlovací otvor má mít plochu rovnou alespoň jedné desetíně obytné plochy místnosti a skladebné rozměry u svislého osvětlovacího otvoru mají být alespoň 900 mm:

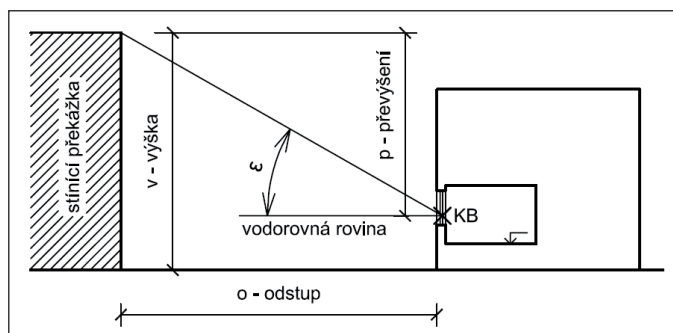
- ☐ minimální šířka okna bude volena tak, aby byly splněny výše uvedené požadavky,
- ☐ maximální šířka okna bude rovna polovině šířky místnosti,
- ☐ výška okna bude ve všech uvažovaných případech 1500 mm,
- ☐ výška parapetu bude ve všech uvažovaných případech 900 mm,
- ☐ ve výpočtových modelech bude uvažován minimální a maximální rozměr okna a také střední hodnoty získané průměrováním minimálního a maximálního rozměru.

Poloha stínících překážek ve vztahu k posuzované místnosti byla uvažována ve 4 případech, které jsou popsány v tab. 4.

Tab. 4 Varianty poloh stínící překážky vůči osvětlovacímu otvoru

Tab. 4 Variants of the shading object position related to the lighting opening

Varianta:	1	2	3	4
Popis varianty:	Osvětlovacímu otvoru nic nestíní.	Stínící překážka je průběžná.	Stínící překážka začíná v polovině šířky osvětlovacího otvoru a míří k jedné straně.	Stínící překážka je vycentrovaná vůči osvětlovacímu otvoru, proměnlivá je její šířka.
Půdorysné schéma:				



Obr. 8 Vyjádření elevačního úhlu v závislosti na převýšení a odstupu stínící překážky

Fig. 8 Expression of the elevation angle in relation to the elevation and distance of the shading object

Ve výpočtu je nutné zohlednit i výšku, resp. převýšení stínící překážky a její odstup. Pro tyto účely jsou obě proměnné nahrazeny elevačním úhlem, jak znázorňuje obr. 8.

Elevační úhel ε [°] se vypočítá pomocí převýšení p [m] a nejkratší půdorysné vzdálenosti o [m] části dané stínící překážky od kontrolního bodu dle vztahu:

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{p}{o} \rightarrow \varepsilon = \arctg \frac{p}{o} \quad (9)$$

Díky tomuto zjednodušení lze nasimulovat více situací, neboť stejnou hodnotu elevačního úhlu reprezentuje nespočet kombinací hodnot odstup a převýšení. Posuzovaný kontrolní bod je v osvětlovacím otvoru umístěn dle zásad uvedených výše a podle obr. 6.

Výpočet doby proslunění v uvedených modelových situacích proběhl v softwaru Světlo+ [25] s uvažovanou orientací osvětlovacího otvoru na východ, jihovýchod, jih, jihozápad a západ. Ověřit, zda ničím nestíněný kontrolní bod je či není vyhovující z hlediska doby proslunění, lze na základě poznatků uvedených na obr. 7.

Vlastní grafická pomůcka pro rychlé ověření doby proslunění

Celkem bylo v rámci diplomové práce [5] vyhodnoceno přibližně 740 modelových situací týkajících se proslunění. Díky tomu by mohly být sestrojeny 4 diagramy pro různé stínící podmínky, díky kterým může být v závislosti na ostatních vstupních údajích předběžně stanovena doba proslunění. Sestrojené diagramy jsou uvedeny na obr. 9 až 12. Postup práce s nimi je následující:

1. Vybere se vhodný diagram podle schématu znázorněného v pravé horní části diagramu. Schéma znázorňuje tvar stínící překážky, pro kterou je graf sestrojen.

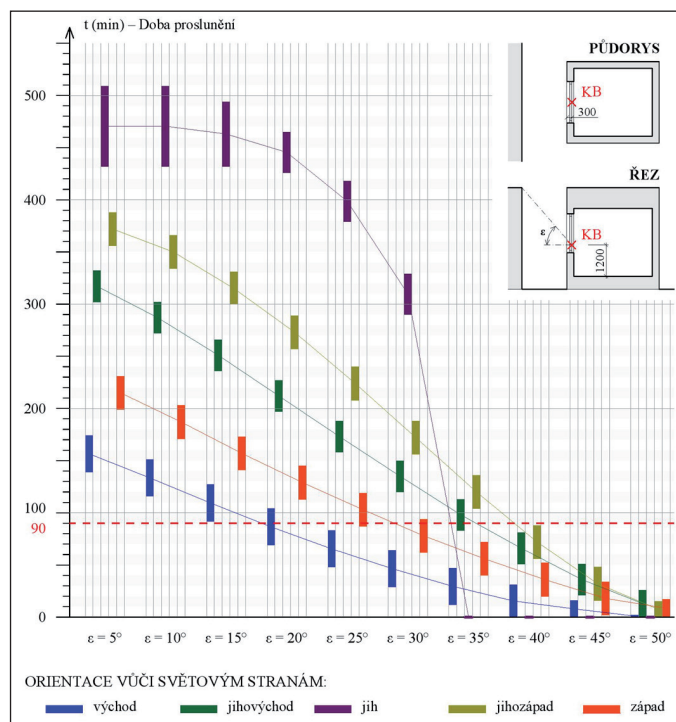
2. Na vodorovné ose se zvolí hodnota elevačního úhlu, která nejvíce odpovídá posuzované situaci.
3. Na vodorovné ose se u daného elevačního úhlu vybere odpovídající orientace osvětlovacího otvoru vůči světovým stranám.
4. V závislosti na šířce osvětlovacího otvoru se na vertikální stupnici odečte výsledná doba proslunění t [min] daného kontrolního bodu. Spodní hranice je dána oknem šířky 900 mm, horní hranice je dána oknem šířky 1300 mm a vyšší (max. polovina šířky místnosti). Pokud výsledná doba proslunění udávaná intervalem protíná limitní hodnotu (90 minut požadovaných platnou legislativou), je nutné výslednou dobu proslunění ověřit podrobným výpočtem.

Šířka okna má vliv na dobu proslunění z toho důvodu, že rovina vnitřního zasklení je uvažována v hloubce 300 mm od průčelní stěny. Při malé šířce okenního otvoru je totiž dopad slunečních paprsků eliminován ještě vlastním ostěním otvoru a nestačí tedy uvažovat pouze s neefektivním úhlem 25° .

Z důvodu zohlednění meridiánové konvergence není shodná doba proslunění pro orientaci východ-západ a jihovýchod-jihozápad. V diagramech uvedená orientace se týká světových stran stanovených z mapových podkladů. Při výpočtu doby proslunění, a tedy v diagramu uvedené době proslunění, však již meridiánová konvergence zohledněna byla. Podle vztahu (8) bylo uvažováno $C = 7,8^\circ$. Tato hodnota odpovídá východní zeměpisné délce přibližně $14,4^\circ$.

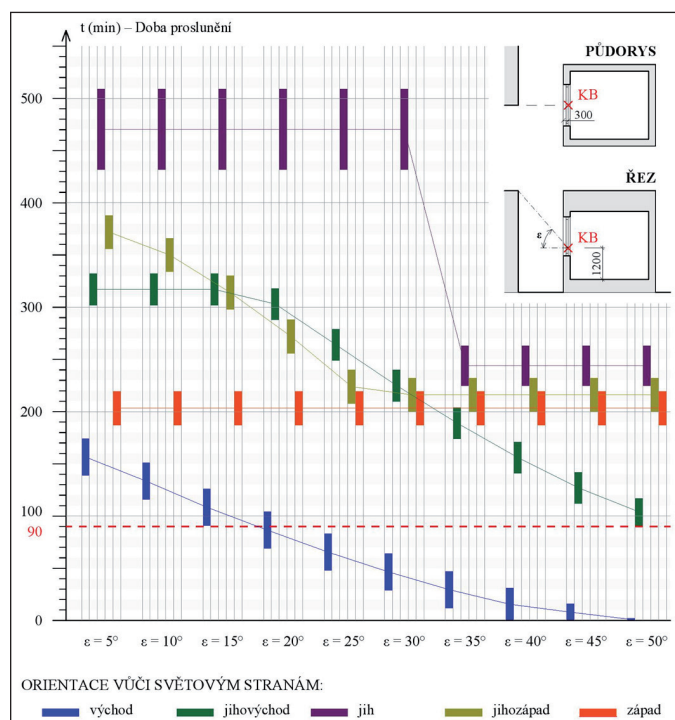
Příklad stanovení doby proslunění pomocí uvedených diagramů

Postup práce s uvedenými diagramy je nejvíce patrný na následujícím příkladu. Cílem je odhadnout dobu proslunění pro případ, kdy stínící překážka je průběžná. Vzdálenost průčelí stínícího a posuzovaného objektu je 20 m. Převýšení mezi stínící překážkou a kontrolním bodem je 5,4 m. Rovina vnitřního zasklení je 300 mm od vnějšího obrysu obvodové stěny. Kontrolní bod je umístěn v okně, které má šířku 1,0 m, plocha okna je



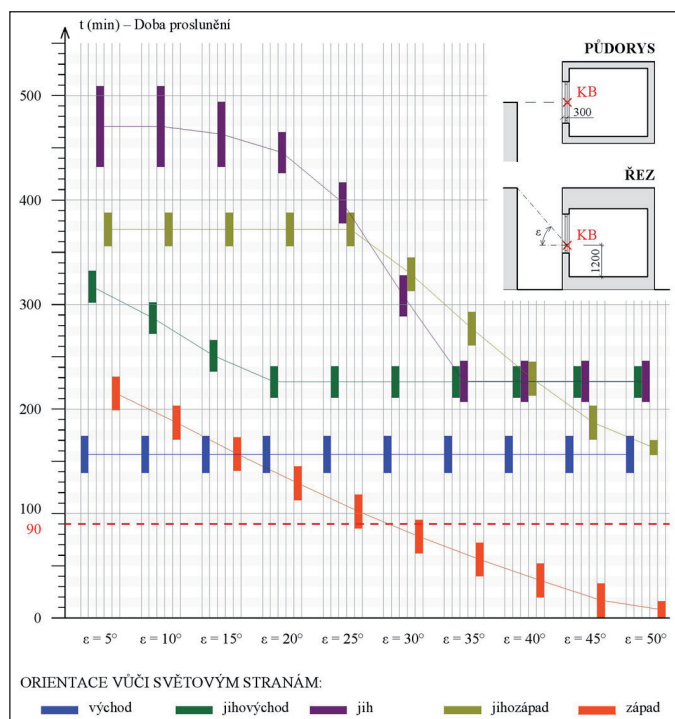
Obr. 9 Diagram pro odhad doby proslunění ve variantě s průběžnou stínící překážkou (spodní mez časového intervalu odpovídá osvětlovacímu otvoru šířky 0,9 m; horní mez otvoru šířky 1,3 m a více)

Fig. 9 Diagram for insolation time estimation in a variant with continuous shading object (the lower limit of the time interval corresponds to the illumination opening with a width of 0.9 m; the upper limit to the opening of 1.3 m or more)



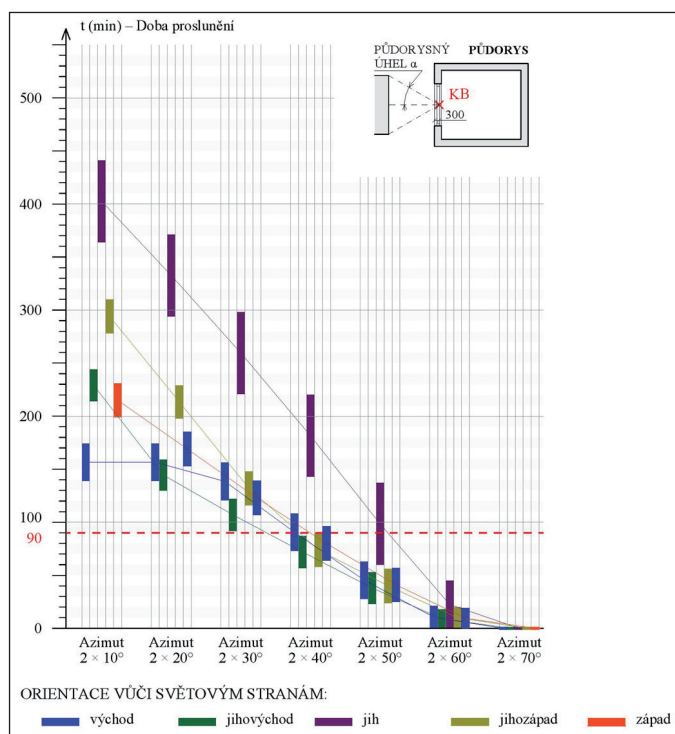
Obr. 10 Diagram pro odhad doby proslunění ve variantě se stínící překážkou začínající v polovině šířky osvětlovacího otvoru a směřující doprava z pohledu kontrolního bodu „KB“ (spodní mez časového intervalu odpovídá osvětlovacímu otvoru šířky 0,9 m; horní mez otvoru šířky 1,3 m a více)

Fig. 10 Diagram for insolation time estimation in a variant with shading object starting at half of the lighting opening width, being oriented to the right from the point of view of the “KB” control point (the lower limit of the time interval corresponds to the illumination opening with a width of 0.9 m; the upper limit to the opening of 1.3 m or more)



Obr. 11 Diagram pro odhad doby proslunění ve variantě se stínící překážkou začínající v polovině šířky osvětlovacího otvoru a směřující doleva z pohledu kontrolního bodu „KB“ (spodní mez časového intervalu odpovídá osvětlovacímu otvoru šířky 0,9 m; horní mez otvoru šířky 1,3 m a více)

Fig. 11 Diagram for insolation time estimation in a variant with shading object starting at half of the lighting opening width, being oriented to the left from the point of view of the “KB” control point (the lower limit of the time interval corresponds to the illumination opening with a width of 0.9 m; the upper limit to the opening of 1.3 m or more)



Obr. 12 Diagram pro odhad doby proslunění ve variantě se stínící překážkou symetricky umístěnou vůči ose osvětlovacího otvoru (spodní mez časového intervalu odpovídá osvětlovacímu otvoru šířky 0,9 m; horní mez otvoru šířky 1,3 m a více)

Fig. 12 Diagram for insolation time estimation in a variant with shading object symmetrically located with respect to the axis of the lighting opening (the lower limit of the time interval corresponds to the illumination opening with a width of 0.9 m; the upper limit to the opening of 1.3 m or more)

rovna alespoň jedné desetiny obytné plochy místnosti. Osvětlovací otvor je orientován jihozápadně.

Postup:

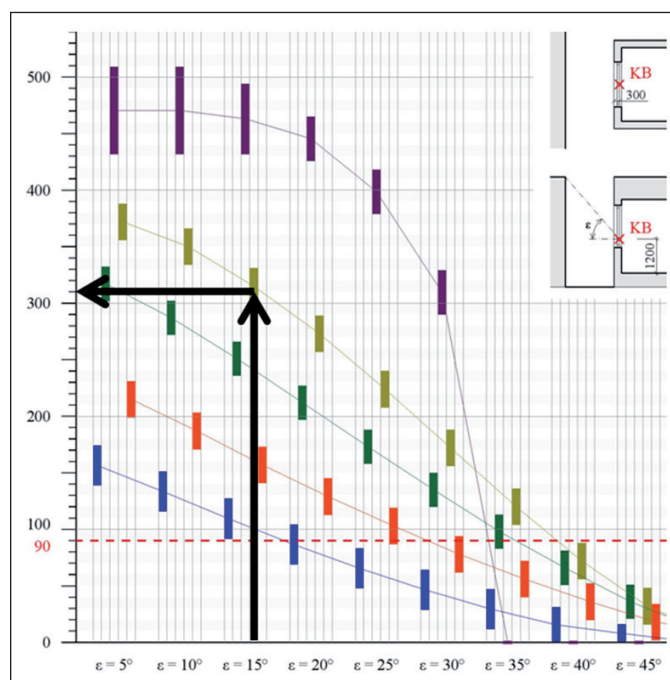
1. Stanoví se elevační úhel podle vztahu (9):

$$\varepsilon = \arctg \frac{5,4}{20,0 + 0,3} = 14,9^\circ$$

2. Zvolí se odpovídající diagram, v tomto případě pro průběžnou stínící překážku.
3. Nejblíže odpovídající hodnota elevačního úhlu je 15° . Rozdíl od přesné hodnoty elevačního úhlu je $0,1^\circ$, to je na straně bezpečnosti výpočtu (je uvažováno s vyšší hodnotou převýšení).
4. Odpovídající orientace je jihozápadní.
5. Z odpovídající orientace ke světovým stranám a odpovídajícího elevačního úhlu se stanoví doba proslunění odečtením hodnoty na pravé ose diagramu, jak znázorňuje obr. 13.

Jak je vidět z obr. 13, doba proslunění kontrolního bodu je 310 minut, což je více než požadovaných 90 minut. Pro ověření správnosti výsledku je uveden výstup z odborného softwaru Světlo+ [25], ve kterém byla doba proslunění (309 minut) vypočítána přesněji. Rozdíl 1 minuta je v rámci spolehlivosti výpočtu více než dostačující.

Pro zajímavost je vidět, jak šířka osvětlovacího otvoru v kombinaci s hloubkou vnitřního zasklení 300 minut ovlivňuje výslednou dobu proslunění. Při šířce osvětlovacího otvoru 900 mm vychází doba proslunění 300 minut (sluneční paprsky nedopadají skrz ostění osvětlovacího otvoru), při šířce okna 1300 mm a více je to již 330 minut.



Obr. 13 Příklad stanovení doby proslunění pomocí diagramu ve variantě s průběžnou stínící překážkou

Fig. 13 An example of insolation time assessment using the diagram in a variant with a continuous shading object

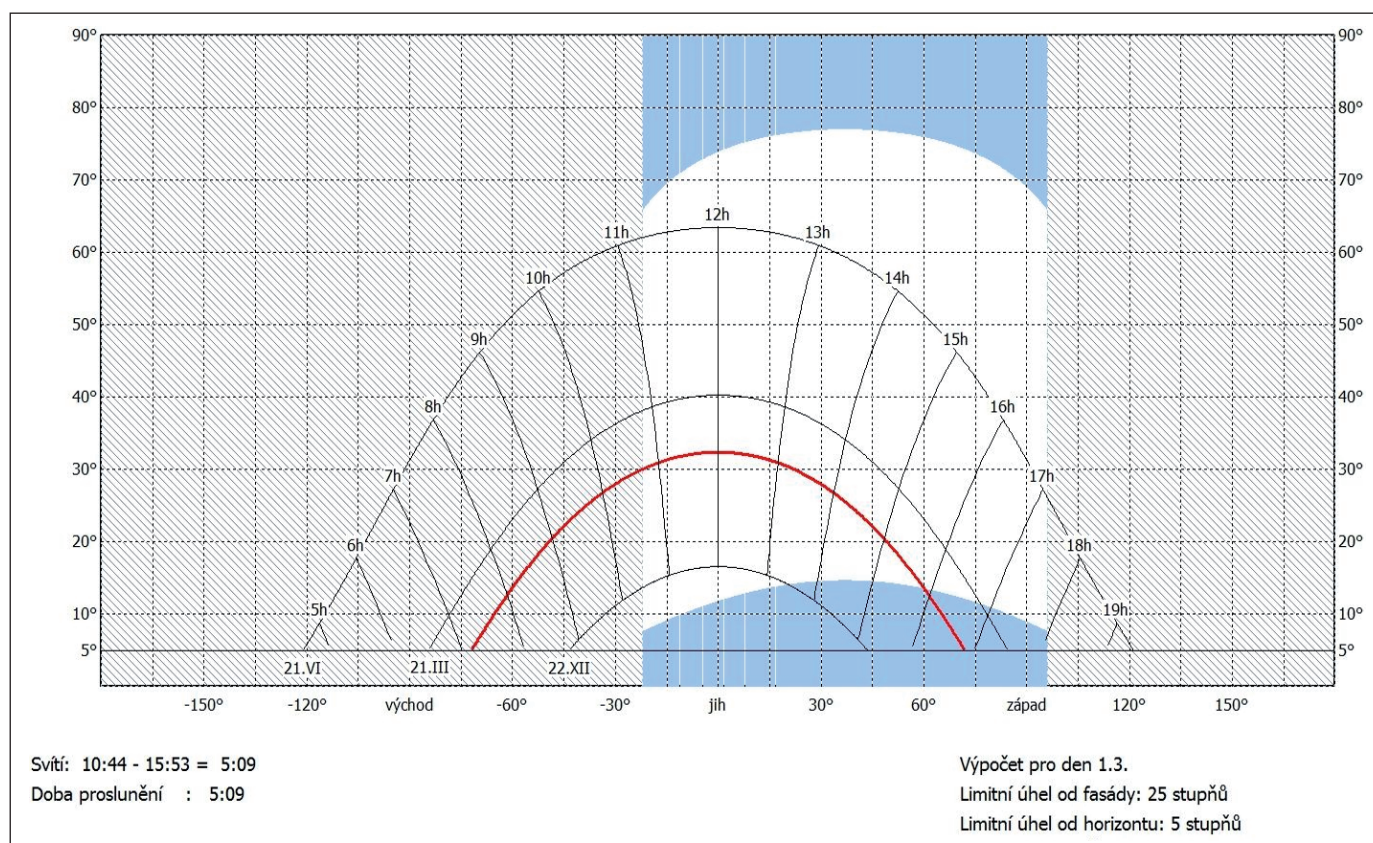
ZÁVĚR

Článek se podrobněji zabýval prosluněním, což je jedna z oblastí stavební světelné techniky. Seznamuje s požadavky na proslunění od dob průmyslové revoluce až do současnosti. Dále byl popsán princip stanovení polohy Slunce na obloze a byly uvedeny nejistoty, které ovlivní výslednou dobu proslunění. Pro širší odbornou veřejnost je podrobné stanovení proslunění relativně komplikované. Projektanti si proto musí nechat vyhotovit odborný posudek. Měla by však být umožněna kontrola takového posudku nejen ze strany zadavatele, ale i orgány státní správy při územním řízení. Proto byly na základě mnoha modelových výpočtů zpracovány čtyři diagramy, díky kterým lze poměrně snadno předběžně stanovit dobu proslunění v závislosti na stínících podmínkách. Uvedené grafické pomůcky tak mohou využít jak osoby, které chtějí vědět, zda je jejich místnost dostatečně prosluněna, tak i stavební úřady, které v nich mohou najít spolehlivého pomocníka při ověřování doby proslunění.

Kontakt na autora: jaroslav.vychytil@fsv.cvut.cz

POUŽITÉ ZDROJE:

- [1] ČERNÝ, A. *Typologie školních budov a jeslí*. Praha: ČVUT v Praze, 1963.
- [2] HALAHYJA, M. a kolektiv. *Stavební tepelná technika, akustika a osvětlení*. Bratislava, Praha: Alfa Bratislava, SNTL Praha, 1985, s. 596–597.
- [3] HRŮŽA, J. *Charty moderního urbanismu*. Praha: Agora, 2002, 94 s. ISBN 978-80-902945-4-5.
- [4] JEŽEK, M. *Stavební fyzika, A68 – navrhování objektů z hlediska proslunění*. Hradec Králové: Stavoprojekt Hradec Králové, 1977, s. 15, 17.
- [5] JIRÁSEK, F. *Vliv okrajových podmínek na hodnocení proslunění a denního osvětlení*. Praha, 2017. Diplomová práce. ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra konstrukcí pozemních staveb.
- [6] KAŇKA, J. Deklinace Slunce v průběhu desetiletí. *Světlo, časopis pro světelnou techniku a osvětlování*. 2012, ročník 15, číslo 1, s. 48–49. ISSN 1212-0812.
- [7] KLEISSNER, J. *Směrnice pro navrhování a posuzování obytných budov z hlediska stavební světelné techniky. Denní osvětlení. Díl 1–2. Soubor směrnic*



Obr. 14 Ověření doby proslunění z uvedeného příkladu při podrobném posouzení ve výpočetním programu Světlo+ [25]

Fig. 14 Verification of the insolation time from the presented example with a detailed assessment in the computational software Světlo+ [25]

pro navrhování a provádění obytných panelových budov. Svazek 8. Praha: Výzkumný ústav pozemních staveb Praha, 1974, s. 37.

- [8] KREDBA, M. *Školní hygiena. Příručka pro školské pracovníky a přátele školy*. Praha: Státní zdravotní nakladatelství, 1953, 119 s.
- [9] LUTONSKÝ, B. Proslunění obytných místností. In: *Celostátní seminář o ČSN 36 0035 „Denní osvětlení budov“*. Sborník referátů. Československé středisko výstavby a architektury Praha, Svaz architektů ČSSR, Československý národní komitét CIE – tematická skupina pro denní světlo při ČSVTS Bratislava, 1969. s. 45–55.
- [10] SCHRÁNIL, B. a kolektiv. *Projektování staveb bytových a občanských*. Praha: SNTL – nakladatelství technické literatury, n. p., 1979. Kód 04-721-79. s. 37–38.
- [11] VANÝSEK, V. *Základy astronomie a astrofyziky*. Praha: Academia, 1980, s. 55.
- [12] VYCHÝTIL, J. *Stavební světelná technika – cvičení*. Praha: Nakladatelství ČVUT v Praze, 2015. ISBN 978-80-01-05858-9. s. 4–13, 17–22.
- [13] VYCHÝTIL, J., KAŇKA, J. *Stavební světelná technika – přednášky*. Praha: Nakladatelství ČVUT v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-06060-5. s. 12–22.
- [14] ZAHÁLKA, J. *Typologie obytných budov*. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta architektury, 1980. Kód 55-479-80. s. 25.
- [15] ČSN 73 0581 *Oslunění budov a venkovních prostor – Metoda stanovení hodnot*. Praha: ÚNMZ, 2009, 20 s.
- [16] ČSN 73 4301 *Obytné budovy*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1968.
- [17] ČSN 73 4301 *Obytné budovy*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1991.

[18] ČSN 73 4301 *Obytné budovy*. Praha: ČNI, 2004, 20 s. Zohledněny změny Z1 z r. 2005, Z2 z r. 2009 a Z3 z r. 2012.

- [19] European Standard EN 17037 *Daylight of buildings*. Brussels, May 2018.
- [20] Nařízení hlavního města Prahy č. 10/2016 Sb., kterým se stanovují obecné požadavky na využívání území a technické požadavky na stavby v hlavním městě Praze (pražské stavební předpisy), s. 24 a 25, § 45.
- [21] Nařízení hlavního města Prahy č. 14/2018 Sb., kterým se mění nařízení hlavního města Prahy č. 10/2016 Sb. hl. m. Prahy, kterým se stanovují obecné požadavky na využívání území a technické požadavky na stavby v hlavním městě Praze (pražské stavební předpisy), s. 1, Čl. 1, odst. 2.
- [22] ON 73 5015. *Závodní zdravotnická zařízení*. Praha, 1961.
- [23] Zákon č. 183/2006 Sb. *o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)*. Poslední zohledněná změna 225/2017 Sb.
- [24] Zákon č. 258/2000 Sb. *o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů*. Poslední zohledněná změna 223/2013 Sb.
- [25] JpSoft s. r. o. *SVĚTLO+ Software pro denní osvětlení a oslunění budov*. Verze 1.32 profi [software]. Informace na: www.svetloplus.cz.
- [26] SMOLA, J. *Pražské stavební předpisy, Nová doba temna ...* [on-line]. Dostupné z: <https://www.pasivnidomy.cz/prazske-stavebni-predpisy-nova-doba-temna/t4580>
- [27] Citace. In: *Wikipedie* [online]. Krajin body Česka. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Kraj%C3%AD_body_%C4%8Ceska

Nejlepší portály
o stavebnictví



Největší stavební portál
pro odborníky v ČR

ESTAV.cz

Portál pro širokou
stavební veřejnost