

ÚVOD

Denní osvětlení, proslunění a oslunění budov je součástí stavební fyziky. Stavební fyzika je technický obor, který se skládá ze tří rovnocenných částí: *stavební akustika*, *stavební světelná technika* a *stavební tepelná technika*. K vymezení oboru stavební světelná technika je nutno dodat, že tento obor se zabývá přírodním osvětlením budov, zatímco osvětlení umělými zdroji je součástí výuky v předmětu Technická zařízení budov.

Je nutno navzájem odlišit dvě části stavební světelné techniky:

- 1) Dopadá-li přímé sluneční záření do určitého místa v exteriéru (např. na pozemek či rovinu průčelí nějakého objektu) pak hovoříme o *oslunění*. Pronikání přímého slunečního záření do interiéru (místnosti, bytu) se označuje jako *proslunění*.
- 2) *Denním osvětlením* se rozumí osvětlení interiéru slunečním světlem přímým i světlem rozptýleným v atmosféře.

Skriptum je určeno zejména posluchačům Fakulty stavební ČVUT v Praze pro přednášky i cvičení v předmětech zabývajících se stavební fyzikou a pro řešení příslušných částí v projektech a ateliérech. Skripta zajisté najdou své využití i v praxi. Autoři budou rádi, bude-li tento učební text sloužit jako základ pro případný hlubší zájem o tento obor.

Tento učební text slouží jako rozšiřující teoretický základ pro prakticky zaměřená skripta *Stavební světelná technika – Cvičení* vydaná ČVUT v Praze v roce 2015 (J. Vychytil, ISBN 978-80-01-05858-9).

Autoři uvítají jakékoliv podněty, které mohou přispět k vyšší kvalitě tohoto textu při případném dalším vydání.

Za cenné podněty a připomínky děkujeme paní prof. Ing. Jitce Mohelníkové, Ph.D. Poděkování patří také panu Mgr. Martinu Vychytilovi za jazykovou korekturu textu.

autoři

OBSAH

Úvod	3
1. Denní světlo a sluneční záření v budovách	4
1.1 Veřejné zdraví	4
1.2 Denní světlo a člověk od pravěku do průmyslové revoluce	4
1.3 Denní světlo a Athénská charta	6
1.4 Kritéria, limity a občanský zákoník	7
2. Slunce a jeho záření	9
2.1 Sluneční záření	9
2.2 Základy sférické astronomie	12
2.3 Nejistoty výpočtu	18
3. Proslunění a oslunění	20
3.1 Orientace ke světovým stranám	20
3.1.1 Odečtení z běžných map	20
3.1.2 Odečtení z vojenských map	21
3.1.3 Dotaz u územně příslušného střediska geodézie nebo kartografie	22
3.1.4 Použití kompasu nebo buzoly	22
3.2 Proslunění	22
3.2.1 Proslunění v bytových, řadových a rodinných domech	23
3.2.2 Zajištění proslunění v nebytových objektech	27
3.2.2.1 Budovy pro školní a předškolní výchovu	27
3.2.2.2 Dětské domovy pro děti do 3 let	27
3.2.2.3 Pošty	27
3.2.2.4 Zdravotnické stavby	27
3.2.3 Zohlednění stávající zástavby	28
3.3 Oslunění	28
3.4 Grafické metody pro určení doby oslunění a proslunění	29
3.4.1 Pravoúhlý sluneční diagram	29
3.4.1.1 Princip práce s pravoúhlým slunečním diagramem	33
3.4.2 Ortografický sluneční diagram	35
3.4.2.1 Příklad na zakreslení dráhy Slunce v ortografickém slunečním diagramu	35
3.4.3 Stereografický sluneční diagram	37
3.4.3.1 Příklad na zakreslení dráhy Slunce ve stereografickém slunečním diagramu	37
3.4.3.2 Popis stereografických diagramů potřebných k určení doby proslunění a oslunění	39
3.4.3.3 Princip práce se stereografickým slunečním diagramem	42
3.4.4 Ekvidistantní sluneční diagram	44
3.4.4.1 Příklad na určení poloměru almukantarátu v ekvidistantním slunečním diagramu	44
3.4.5 Kotangensový sluneční diagram	44

3.4.5.1	Příklad na určení poloměru almkantarátu v kotangensovém slunečním diagramu	45
3.4.6	Diagram zastínění	45
3.4.6.1	Popis diagramu zastínění a zajištění jeho přesnosti	46
3.4.6.2	Princip práce s diagramem zastínění	46
4.	Fyziologie vidění a základy fotometrie	51
4.1	Zrak	51
4.1.1	Zrakový systém	51
4.1.2	Akomodace	52
4.1.3	Adaptace	53
4.1.4	Fototropický reflex	54
4.1.5	Rychlost vnímání	55
4.1.6	Zorné pole	55
4.1.7	Rozlišovací schopnost zraku	56
4.1.8	Spektrální citlivost zraku	56
4.2	Základy fotometrie	57
4.2.1	Světelný tok	57
4.2.2	Svítivost	58
4.2.3	Jas	58
4.2.4	Osvětlenost	59
4.3	Modely oblohy	61
5.	Denní osvětlení	65
5.1	Kritéria a limity – obecné požadavky	65
5.1.1	Úroveň denního osvětlení – činitel denní osvětlenosti	65
5.1.1.1	Poloha kontrolních bodů	65
5.1.1.2	Poměrná pozorovací vzdálenost a třídy zrakových činností ...	67
5.1.1.3	Osvětlovací systémy	70
5.1.2	Rovnoměrnost osvětlení	71
5.1.3	Rozložení světelného toku a převládající směr světla	73
5.1.4	Rozložení jasů ploch v zorném poli	73
5.1.5	Zabránění oslnění	73
5.1.6	Světelně technické vlastnosti interiéru	74
5.1.7	Barevnost prostředí	78
5.2	Kritéria a limity v konkrétních prostorech	80
5.2.1	Obytné budovy	80
5.2.1.1	Obytné místnosti	80
5.2.1.2	Ostatní místnosti	80
5.2.2	Administrativní budovy	81
5.2.3	Budovy pro vzdělávání	81
5.2.3.1	Vzdělávací soustava ČR	81
5.2.3.2	Dokumenty týkající se vzdělávání	82
5.2.3.3	Legislativní požadavky na denní osvětlení	83
5.2.3.4	Minimální světlá výška, osvětlovací otvory, srovnávací rovina	84
5.2.3.5	Činitel denní osvětlenosti a rovnoměrnost denního osvětlení	85
5.2.3.6	Převládající směr světla a rozložení jasů ploch v zorném poli	86
5.2.3.7	Odrasné vlastnosti povrchů a zabránění oslnění	87
5.2.3.8	Barevnost povrchů	88

5.2.4	Knihovny, čítárny a studovny	89
5.2.5	Obchodní stavby	89
5.2.6	Pracoviště s monitory a obrazovkami	90
5.2.7	Průmyslové stavby	90
5.2.7.1	Minimální světlá výška, docházková vzdálenost	91
5.2.7.2	Volba osvětlovacího systému	91
5.2.7.3	Osvětlovací otvory a jejich čištění	91
5.2.7.4	Činitel denní osvětlenosti	92
5.2.7.5	Ostatní světelně technické požadavky	94
5.2.8	Sportovní stavby	95
5.2.9	Výstavní prostory a muzea	97
5.2.9.1	Univerzální výstavní prostory	97
5.2.9.2	Náchylnost exponátů na světelné záření	97
5.2.9.3	Rovinné (plošné) exponáty	98
5.2.9.4	Prostorové exponáty	100
5.2.9.5	Výstavní skříně, výstavní stoly a zasklené vitríny	101
5.2.10	Zdravotnické a lázeňské stavby	102
5.2.10.1	Prostory pro pasivní oddech a aktivní obnovu	102
5.2.10.2	Léčebné a vyšetřovací prostory	102
5.2.10.3	Speciální léčebné prostory	103
5.2.11	Zemědělské stavby	103
5.2.11.1	Stavby pro rostlinnou výrobu	103
5.2.11.2	Stavby pro živočišnou výrobu	104
5.2.11.3	Ostatní zemědělské provozy	106
5.3	Regulace dopadu slunečních paprsků a denního osvětlení	106
5.3.1	Funkce regulačních zařízení a jejich umístění	107
5.3.2	Typy regulačních zařízení	107
5.3.2.1	Výplň osvětlovacích otvorů	107
5.3.2.2	Stěny ze skleněných tvarovek	108
5.3.2.3	Okenice	108
5.3.2.4	Záclony	108
5.3.2.5	Závěsy a rolety	109
5.3.2.6	Žaluzie	109
5.3.2.7	Clony	109
5.3.2.8	Vzrostlá zeleň	109
5.4	Měření denního osvětlení a dalších světelně technických parametrů	110
5.4.1	Přesnost měření a stanovení nejistot	110
5.4.2	Měřicí přístroje	112
5.4.3	Měření činitele denní osvětlenosti pod skutečnou oblohou	113
5.4.4	Měření činitele denní osvětlenosti pod umělou oblohou a na modelu ...	115
5.4.5	Měření činitele odrazu světla	115
5.4.6	Měření činitele prostupu světla výplní osvětlovacího otvoru	116
5.4.7	Měření činitele znečištění výplně osvětlovacího otvoru	117
5.5	Výpočet činitele denní osvětlenosti a jeho složek	118
5.5.1	Graficko-početní metoda využívající Daniljukovy úhlové sítě (stanovení D_s a D_e)	119
5.5.1.1	Nulová hodnota oblohové či vnější odražené složky činitele denní osvětlenosti	125

5.5.1.2	Činitel gradovaného versus konstantního jasu oblohy	125
5.5.1.3	Úhly epsilon a psi	126
5.5.1.4	Činitel prostupu světla průhlednými a průsvitnými materiály	127
5.5.1.5	Činitel znečištění	129
5.5.1.6	Princip práce s Daniljukovými úhlovými sítěmi u průběžné stínící překážky	130
5.5.1.7	Specifika při práci s Daniljukovými úhlovými sítěmi u délkově omezené stínící překážky	133
5.5.1.8	Specifika pro více osvětlovacích otvorů a pro jejich různé sklony	133
5.5.1.9	Skloněná srovnávací rovina	134
5.5.2	Početní metoda vycházející z Daniljukových úhlových sítí (stanovení D_s a D_e)	134
5.5.2.1	Vstupní údaje zjištěné z řezu	134
5.5.2.2	Výpočet veličin určených na základě změřených úhlů	135
5.5.2.3	Vstupní údaje zjištěné z půdorysu	135
5.5.2.4	Výpočet veličin určených na základě změřených vzdáleností	136
5.5.3	Waldramův diagram upravený pro svislý osvětlovací otvor a kontrolní body na vodorovné srovnávací rovině (stanovení D_s a D_e) ...	138
5.5.3.1	Princip práce s upraveným Waldramovým diagramem	140
5.5.4	Činitel denní osvětlenosti ve venkovním prostoru	143
5.5.4.1	Kritérium přístupu denního světla k průčelí objektu	143
5.5.4.2	Určení činitele denní osvětlenosti svislé roviny v exteriéru při stínění průběžnou stínící překážkou – početní metoda na základě Daniljukových úhlových sítí	145
5.5.4.3	Určení činitele denní osvětlenosti svislé roviny v exteriéru – Waldramův diagram pro osvětlení svislé roviny v exteriéru	146
5.5.5	Stanovení oblohové složky činitele denní osvětlenosti pomocí rozšířené definice Lambertovy oblohy	148
5.5.6	Stanovení vnitřní odražené složky činitele denní osvětlenosti	149
5.5.6.1	Arndtův vztah – průměrná hodnota D_i v místnosti	149
5.5.6.2	Arndtův vztah pro horní osvětlení – průměrná hodnota D_i na vodorovné rovině	150
5.5.6.3	Metoda BRS – průměrná hodnota D_i v místnosti	152
5.5.6.4	Využití BRS nomogramů – hodnota D_i v posuzovaném bodu na vodorovné rovině	153
5.5.7	Stanovení činitele denní osvětlenosti při horním difúzním zasklení	156
6.	Sdružené osvětlení	160
7.	Normalizace denního osvětlení	162
7.1	Normalizace množství denního světla	162
7.2	Normalizace kvality denního světla	163
7.3	Normalizace denního světla z hlediska energetické bilance budovy	164
7.4	ČSN 36 0035 Denní osvětlení budov z roku 1968	165
Použitá literatura		167