

UMĚLÉ OSVĚTLENÍ Z POHLEDU PROJEKTANTA

NEDÍLNOU SOUČÁSTÍ NAŠEHO KAŽDODENNÍHO ŽIVOTA JE UMĚLÉ OSVĚTLENÍ, KTERÉ ALE NEMŮŽE ZCELA NAHRADIT OSVĚTLENÍ DENNÍ. I PŘESTO MÁ UMĚLÉ OSVĚTLENÍ VE VELKÉ MÍŘE VLIV NA BEZPEČNOST A PRODUKTIVITU PRÁCE. UMĚLÉ OSVĚTLENÍ SE ROVNĚŽ POUŽÍVÁ PRO ÚČELY ESTETICKÉ A ARCHITEKTONICKÉ PŘI DOTVÁŘENÍ VNÍMÁNÍ PROSTORŮ A ZAJIŠTĚNÍ ZRAKOVÉ POHODY.

Umělé osvětlení se dělí na:

- celkové – rovnoměrné osvětlení prostoru bez ohledu na zvláštní místní požadavky,
- odstupňované – v části prostoru zesílené na vyšší intenzitu (obvykle v místě pracovního úkolu),
- místní – osvětlení podle zrakového úkolu, které doplňuje celkové osvětlení a lze jej samostatně ovládat,
- nouzové – určené pro použití v případech poruchy normálního osvětlení.

Základní veličinou, kterou se hodnotí umělé osvětlení, je intenzita osvětlení E (dle ČSN EN 12665 [2] nazývaná též osvětlenost). Pro bodový zdroj o svítivosti I [cd] s paprsky dopadajícími pod úhlem α [°] k normále plochy ve

vzdálenosti r [m] platí /obr. 1/:

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2} [\text{lx}] \quad (1)$$

Ze vztahu plyne, že osvětlenost se úměrně snižuje se zvětšujícím se úhlem dopadu a nepřímo úměrně s kvadrátem vzdálenosti mezi zdrojem a srovnávací rovinou. Intenzita osvětlení je teoretickou veličinou. V praxi je osvětlenost ovlivněna mnoha dalšími faktory souhrnně vyjádřenými udržovacím činitelem dle vztahu:

$$Z = Z_z \cdot Z_s \cdot Z_p \cdot Z_{fz}$$

kde

Z_z součinitel stárnutí světelných zdrojů (stanoveno na základě údajů výrobce)

Z_s součinitel znečištění zdroje

Z_p součinitel znečištění ploch osvětlovaného prostoru

Z_{fz} součinitel funkční spolehlivosti zdroje

Hodnocení umělého osvětlení pro účely hygieny se tak provádí veličinou zvanou **udržovaná osvětlenost** $\bar{E}_m$ [lx], což je průměrná hodnota osvětlenosti, pod kterou nesmí osvětlenost poklesnout v okamžiku provedení naplánované údržby (obvykle očištění zdroje, obnova vnitřních povrchů místnosti, výměna zdroje). Udržovaná osvětlenost se hodnotí v úrovni srovnávací roviny = rovina, na které obvykle probíhá pracovní úkol. Srovnávací rovina může mít různou orientaci a sklon. Nejčastěji se používá horizontální rovina ve výšce 20 cm nad podlahou (např. chodby, tělocvičny), 45 cm nad podlahou (např. pracovní děti v mateřských školách) nebo 85 cm (např. pracovní místa v administrativních prostorech a školách /obr. 01/). Vertikální srovnávací roviny se umísťují např. na tabule ve školách. Požadované hodnoty udržované osvětlenosti jsou uvedeny v ČSN EN 12464-1 [6]. Hodnoty pro některé běžné prostory jsou v /tab. 01/.

Udržovaná osvětlenost se posuzuje jak v místě zrakového úkolu, tak také **v bezprostředním okolí úkolu** /obr. 01/, které je tvořeno pásem o šířce nejméně 0,5 m okolo místa zrakového úkolu, ale pouze uvnitř zorného pole /tab. 02/.

U prostorů, kde předem nejsou definována místa zrakového úkolu, se za místo zrakového úkolu považuje celý prostor a bezprostřední okolí zrakového úkolu je tak součástí zrakového úkolu. Mezi takové prostory patří např. nájemní openspace kanceláře, u nichž v době projektu není rozmístění pracovišť známo. Při našich měřeních umělého osvětlení se s takovými prostory setkáváme. V některých případech není návrh umělého osvětlení vůbec proveden a v rámci úspor je použit minimální počet svítidel. Ta bývají v podhledu osazena v pravidelném rastru nerespektujícím základní požadavek na udržovanou osvětlenost zrakového úkolu nebo jeho bezprostředního okolí. Příčinou bývají nevhodná svítidla

Prostor, úkol, činnost		Udržovaná osvětlenost $\bar{E}_m$ [lx]	Index oslnění UGR _L [-]	Index podání barev R _a [-]
psaní, čtení, práce na PC		300	19	80
tabule ve školách		500	19	80
demonstrační stůl v přednáškových sálech		750	19	80
archivy		200	25	80
prodejní prostory		300	22	80
prostor u pokladny		500	19	80
kuchyně		500	22	80
herny v mateřských školách		300	19	80
zdravotnická zařízení	čekárny, chodby ve dne	200	22	80
	chodby v noci	50	22	80
	vyšetřování a ošetřování	1 000	19	90
krytá nástupiště a chodby pro cestující		50	28	40
expedice a balířny		300	25	60

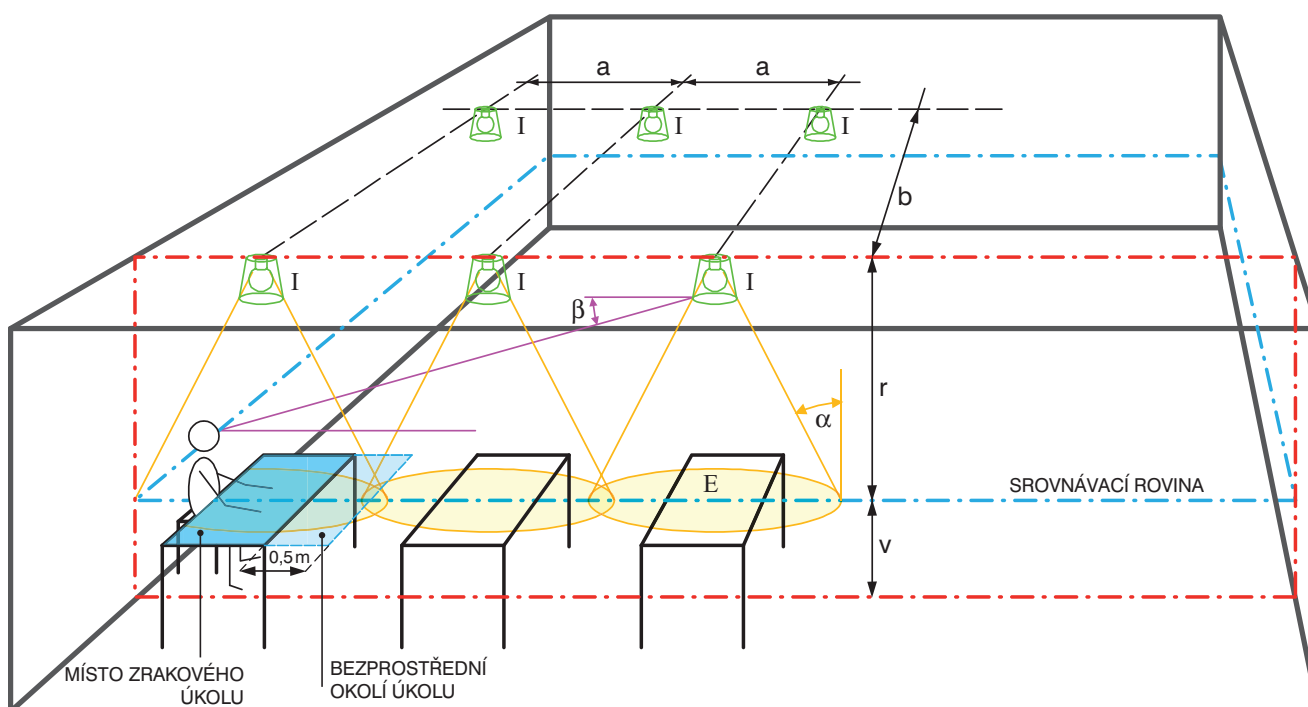
Tabulka 01 | Požadavky na udržovanou osvětlenost vybraných prostorů, úkolů nebo činností

Osvětlenost úkolu [lx]	Osvětlenost bezprostředního okolí úkolu [lx]
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	osvětlenost úkolu

Tabulka 02 | Osvětlenost úkolu a bezprostředního okolí úkolu

Jas světelného zdroje [kcd/m²]	Minimální úhel clonění β dle /obr. 01/[°]
20 < L < 50	15
50 ≤ L < 500	20
L ≥ 500	30

Tabulka 03 | Minimální úhly clonění svítidel dle jasu světelného zdroje



Obr. 01 – Veličiny související s umělým osvětlením

a velká osová vzdálenost svítidel. Dalším požadavkem na umělé osvětlení je jeho **rovnoměrnost**. Oproti dennímu osvětlení, kde se pod pojmem rovnoměrnost rozumí poměr minimální a maximální hodnoty činitele denní osvětlenosti (definice v původní české normě ČSN 73 0580-1 [7]), je u umělého osvětlení rovnoměrnost definována jako poměr minimální a průměrné osvětlenosti povrchu (definice v evropské normě ČSN EN 12464-1 [6]). Terminologie ČSN tedy ještě není sjednocena s terminologií evropské normy. U umělého osvětlení musí být rovnoměrnost osvětlení úkolu nejméně 0,7 (-), rovnoměrnost osvětlení bezprostředního okolí úkolu nejméně 0,5 (-) a doporučuje se splnění rovnoměrnosti osvětlení v prostoru nejméně 0,3 (-). Toto doporučení platí pro mezilehlá místa u prostorů s definovanými pracovními místy. U prostorů bez definovaných míst zrakového úkolu může být splnění požadavku rovnoměrnosti někdy problematické, protože platí pro celý prostor nej přísnější hodnota 0,7 (-), která obvykle vede k použití více svítidel v menších osových vzdálenostech.

Pokud se v zorném poli oka vyskytují povrchy s velkým jasnem, povrchy s velkým rozdílem jasů nebo povrchy s časovým kontrastem jasů, které překračují možnosti adaptability zraku, vzniká oslnění. Tento jev bývá častý u denního osvětlení pracovních míst orientovaných kolmo na okna. Osoba se dívá na tmavší monitor a v pozadí je velice jasné okno. Pokud nejsou okna opatřena vnitřními stínicími prvky, může se problém oslnění přenést také na umělé osvětlení, protože okno se v noci stává zrcadlem, které může odrážet jasné plochy mimo zorné pole osoby. Obdobné to je při umístění svítidla s nevhodným úhlem clonění do zorného pole osoby – na /obr. 01/ naznačeno úhlem β). Požadovaný úhel β závisí na jasů světleného zdroje, viz /tab. 03/. Oslnění se hodnotí **indexem oslnění UGR (-)**. Požadované hodnoty jsou uvedeny v ČSN EN 12464-1 [6] a pro příklad v /tab. 01/. Posouzení se neprovádí na srovnávací rovině místa zrakového úkolu, ale rovina se

Zdroj	Teplota chromatičnosti [K]	Barevný tón světla
svíčka	1 850	teple bílý (do 3 300 K)
běžná žárovka	2 800 – 2 900	
halogenová žárovka	2 900 – 3 000	
slunce při východu a západu	2 450 – 3 500	
studiové osvětlení	3 350	neutrálně bílý (3 300 K až 5 300 K)
měsíční svit, oblouková lampa	4 100	
denní světlo na obzoru	5 000	
denní světlo, zářivky	6 000	chladně bílý (nad 5 300 K)
standardizované denní světlo (D65)	6 500	
rovnoměrně zatažená obloha	6 500 – 7 500	
modrá obloha	25 000	

Tabulka 04 | Teplota chromatičnosti a barevný tón některých zdrojů světla

Zdroj	Index podání barev R_a [-]
plnospektrální zářivky	93 – 100
žárovky	99 – 100
standardní zářivky	80 – 90
bílá vysokotlaká sodíková výbojka	85
bílá LED	70 – 95
oranžová vysokotlaká sodíková výbojka	15 – 25
nízkotlaká sodíková výbojka	0 – 4

Tabulka 05 | Index podání barev vybraných zdrojů



02 | Příklady označování indexu podání barev a teploty chromatičnosti na zdrojích (nahore standardní zářivka, dole plnospektrální zářivka)

posouvá do výšky očí osoby (např. sedící osoba 120 cm, stojící osoba 150 cm apod.). Oslnění se posuzuje výpočtově nebo se dopočítává na základě změřených jasů ploch v obvyklém směru pohledu osoby. Pro měření jasů se používají jasoměry.

Dalším důležitým parametrem umělého osvětlení je **teplota chromatičnosti T_{cp}** . Světlo dané teploty chromatičnosti vytváří barevně nejpodobnější zrakový vjem jako tepelné záření vyzařované absolutně černým tělesem zahřátým na tuto teplotu. Většina pevných

látek začíná vyzařovat viditelné záření od teploty 525°C (Draperův bod), tzn. až po zahřátí na tuto teplotu je těleso viditelné pouhým okem v absolutní tmě. Příklady teplot chromatičnosti a barevný tón některých zdrojů světla jsou v /tab. 04/.

Věrnost barevného vjemu (podání barev) světelného zdroje se hodnotí všeobecným **indexem podání barev R_a** . Je to průměrný barevný posun zjištěný mezi osvětlením daným světelným zdrojem a standardizovaným bílým světlem o stejné teplotě chromatičnosti. Maximální hodnota je 100 a vyjadřuje úplnou shodu daného a referenčního zdroje z hlediska podání vzorových barev. Příklady indexů podání barev vybraných zdrojů jsou v /tab. 05/. Světelné zdroje s indexem podání barev menším než 80 se nesmějí používat v prostorech s dlouhodobým pobytem osob. Index podání barev bývá uvedený přímo na zdroji /obr. 02/ nebo ho musí uvádět výrobce v průvodní dokumentaci. Hodnota se tedy nepočítá, ale slouží projektantovi k návrhu vhodného zdroje dle využití prostoru. Přípustné hodnoty pro jednotlivé prostory jsou uvedeny v ČSN EN 12464-1 [6] a pro příklad v /tab. 01/.

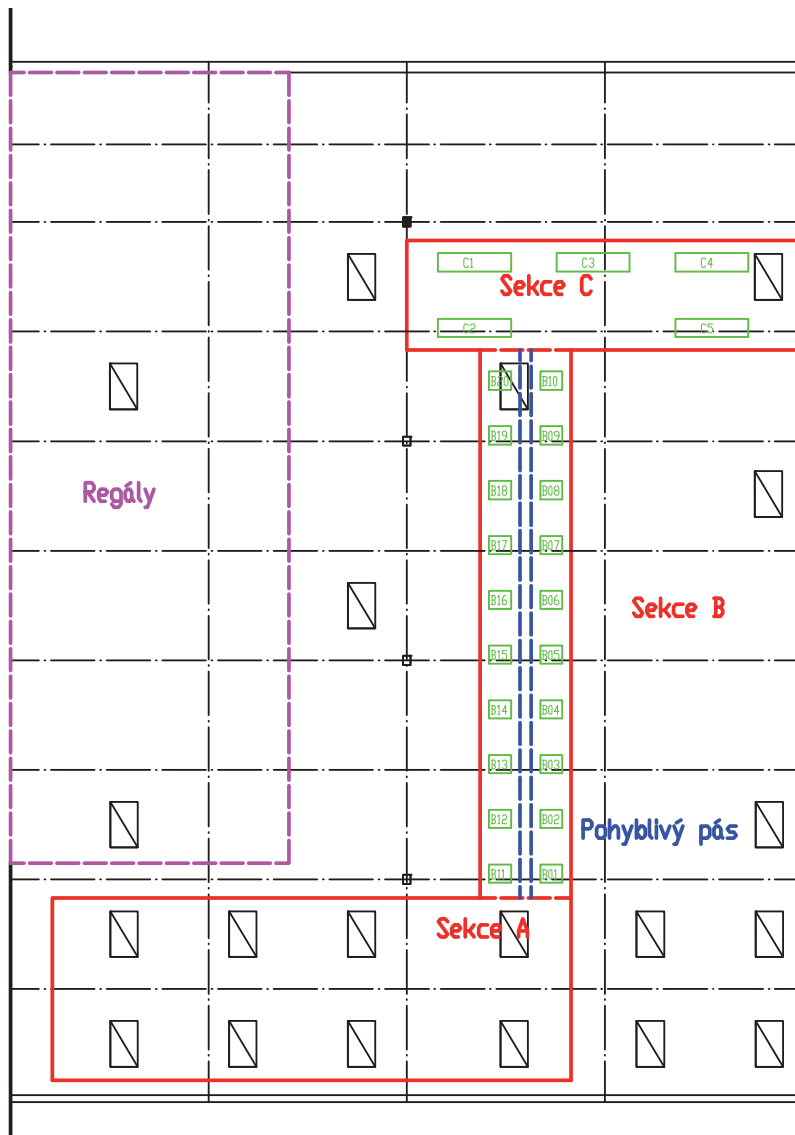
Poslední parametr umělého osvětlení, který má vliv na fyziologické potřeby a bezpečnost práce, je **míhání světla**. Míhání světla lze obvykle zamezit použitím stejnosměrného proudu nebo použitím proudu o větším kmitočtu (cca 30 kHz až 50 kHz). Dříve používané tlumivky, startéry a kompenzační kondenzátory jsou dnes nejčastěji nahrazeny elektronickými předřadníky.

NÁVRH UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ

Návrh umělého osvětlení lze přirovnat k řešení rovnice o několika neznámých, tzn. pro úspěšné vyřešení je třeba některé neznámé vhodně zvolit. To samozřejmě vyžaduje zkušenosti osvětlovacího technika.

Do návrhu vstupují tyto neznámé, viz také /obr. 01/:

- vlastnosti svítidla,
- vlastnosti zdroje,



Obr. 03 | Půdorys haly s vyznačenými světlíky, regály a třídící linkou rozdělenou na sekce

- rozměry místnosti a poloha pracovního úkolu,
- barevné řešení vnitřních povrchů místnosti,
- rozměry pracovního úkolu a typ činnosti,
- výška srovnávací roviny (v),
- výška svítidla nad srovnávací rovinou (r),
- vzájemná osová vzdálenost svítidel a vzdálenost svítidla od stěn (a, b),
- udržovací činitel (z).

Vliv některých parametrů si ukážeme na příkladu návrhu umělého osvětlení třídící linky tonerů tiskáren, zbudované v rámci modernizace skladovací haly. Hala má půdorysné rozměry 213 m × 70 m a výšku 12 m. Třídící linka je vybudována v jedné ze středních lodí haly o půdorysných rozměrech 43,5 m × 70 m. Osvětlení haly je

řešeno výhradně střešními světlíky. Rozmístění světlíků je patrné z /obr. 03/. Protože se ale jedná o halu skladovací, není počet světlíků dostatečný pro splnění požadavků na denní osvětlení dle ČSN 73 0580-1 [7] pobytových prostorů. Při převažujícím horním osvětlení se nehodnotí pouze minimální hodnota osvětlenosti, ale je třeba posoudit také průměrnou hodnotu, která je obecně velice přísná. Osvětlení převážně shora lze z hlediska kvality považovat za horší než boční osvětlení. Lokálně, pod světlíky lze na srovnávací rovině dosáhnout vysokých hodnot osvětlenosti, které se ale směrem od světlíku rychle snižují, bývá tedy problém splnit také požadavek rovnoměrnosti denního osvětlení. Výpočtově bylo prokázáno, že pro splnění požadavků by muselo být na střechu doplněno řádově několik

Expertní a znalecká kancelář
Doc. Ing. Zdeněk KUTNAR, CSc.
 IZOLACE & KONSTRUKCE STAVEB

OBJEKTY

bytové, občanské, sportovní,
 kulturní, průmyslové, zemědělské,
 inženýrské a dopravní

KONSTRUKCE

ploché střechy a terasy, střešní
 zahrady, šikmé střechy a obytná
 podkroví, obvodové pláště,
 spodní stavba, základy, sanace
 vlhkého zdiva, dodatečné tepelné
 izolace, vlhké, mokré a horké
 proozy, chladírny a mrazírny,
 bazény, jímky, nádrže, trubní
 rozvody, kolektory, mosty, tunely,
 metro, skládky, speciální
 konstrukce

DEFEKTY

průsaky vody, vlhnutí konstrukcí,
 povrchové i vnitřní kondenzace,
 destrukce materiálů a konstrukcí
 vyvolané vodou, vlhkostí
 a teplotními vlivy

POUČENÍ

tvorba strategie navrhování,
 realizace, údržby, oprav
 a rekonstrukcí spolehlivých
 staveb od koncepce až po detail

TECHNICKÁ POMOC

expertní a znalecké posudky vad,
 poruch a havárií izolací staveb,
 koncepce oprav

SÍDLO

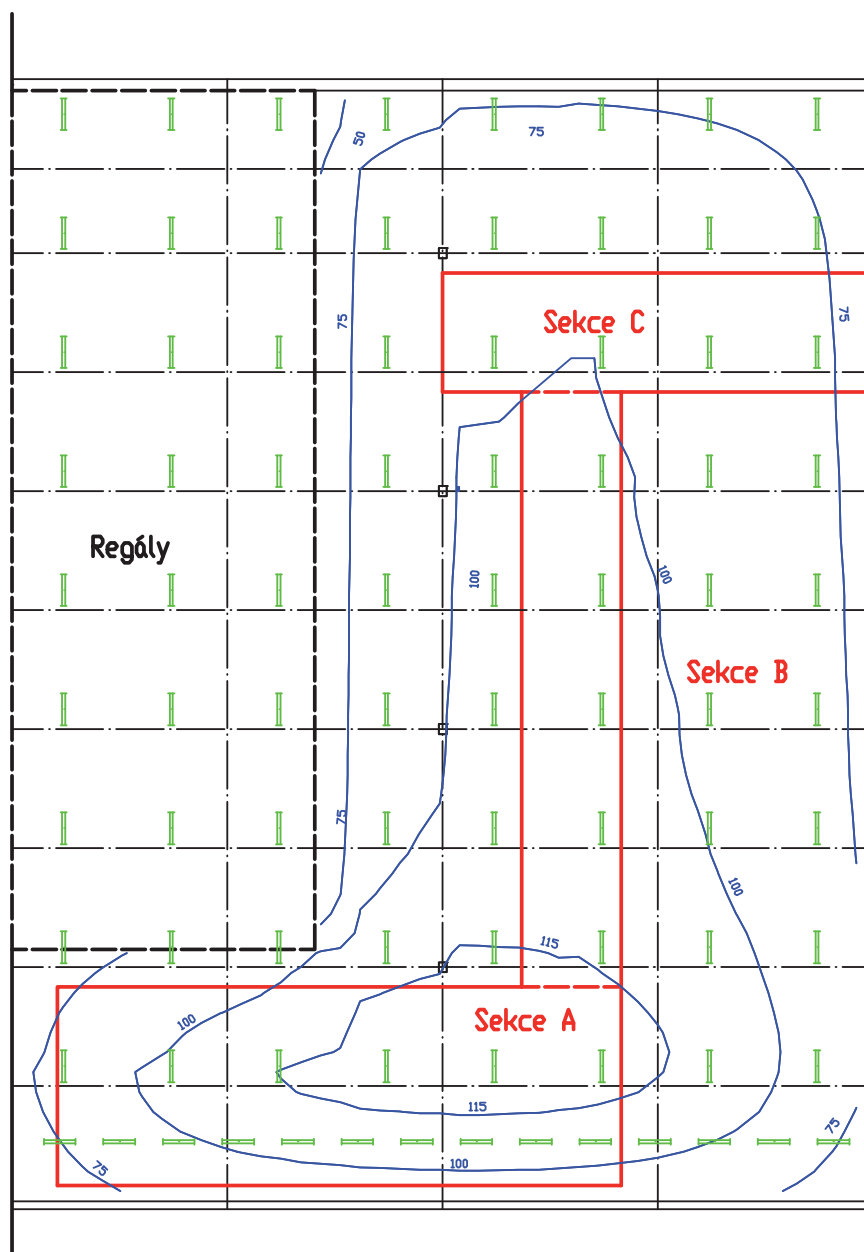
Stavební fakulta
 a Fakulta architektury ČVUT Praha
 160 00 Praha 6, Thákurova 7
 e-mail: kutnar@kutnar.cz
 http://www.kutnar.eu
 mobil: 603 884 984, 603 884 985

desítek světlíků. Z konstrukčního
 hlediska to je nereálný požadavek.
 V jižní části haly, kde je kumulováno
 více světlíků, jsou ale splněny
 požadavky na sdružené osvětlení
 dle ČSN 36 0020 [5]. Při sdruženém
 osvětlení je možno u rekonstrukcí
 a modernizací místa trvalého
 pobytu umístit i tam, kde je nižší
 úroveň denního osvětlení (zpravidla

30 % požadované hodnoty
 denního osvětlení), ale pouze za
 předpokladu doplnění vyhovujícího
 umělého osvětlení. Práce na třídící
 lince je technologicky členěna do
 třech etap. Časově nejnáročnější je
 část příjmu, rozbalování, hrubého
 třídění, práce s odpady a recyklace,
 která byla umístěna do jižní části
 haly – sekce A. Časově méně

Průmyslové svítidlo 2×58 W, krytí IP65	Rozměry 1576×170×100 mm
Výkon zdroje	58 W
Index podání barev zdroje	80
Teplota chromatičnosti zdroje	4 000 K

Tabulka 06 | Specifikace navržených svítidel a zdroje



Obr. 04 | Udržovaná osvětlenost v hale s původními svítidly (výška srovnávací roviny je 85 cm nad podlahou)

náročné dotřídňování a balení jsou ve střední části (sekce B) a severní části (sekce C) haly, viz /obr. 03/. Na lince může najednou pracovat max. 20 osob, které se v jednotlivých sekcích střídají.

Požadavky na umělé osvětlení pracovišť třídicí linky dle ČSN EN 12464-1 [6] jsou uvedeny v posledním řádku /tab. 01/. V hale jsou již instalována původní průmyslová svítidla, každé se dvěma zářivkami o výkonu 58 W. Svítidla jsou ve výšce 10,5 m v rastroch 8×9 ks a 1×4 ks. Rozmístění svítidel a výsledky výpočtu udržované osvětlenosti (lx) jsou na /obr. 04/.

Součinitele odraznosti stěn a stropu jsou uvažovány hodnotou 0,5 (-), podlahy 0,3 (-) a regálů 0,3 (-). Z obrázku je patrné, že pro účely třídicí linky jsou hodnoty nízké (udržovaná osvětlenost je cca 100 lx a požaduje se min. 300 lx). Proto je třeba vhodně doplnit svítidla.

Požadavkem investora při návrhu bylo použití jednoho typu svítidel a zdrojů pro osvětlení všech sekcí třídicí linky. V sekci A není poloha pracovišť přesně definována. Pracovníci v ní převážně stojí. Za místo pracovního úkolu i bezprostředního okolí pracovního úkolu je považována celá plocha

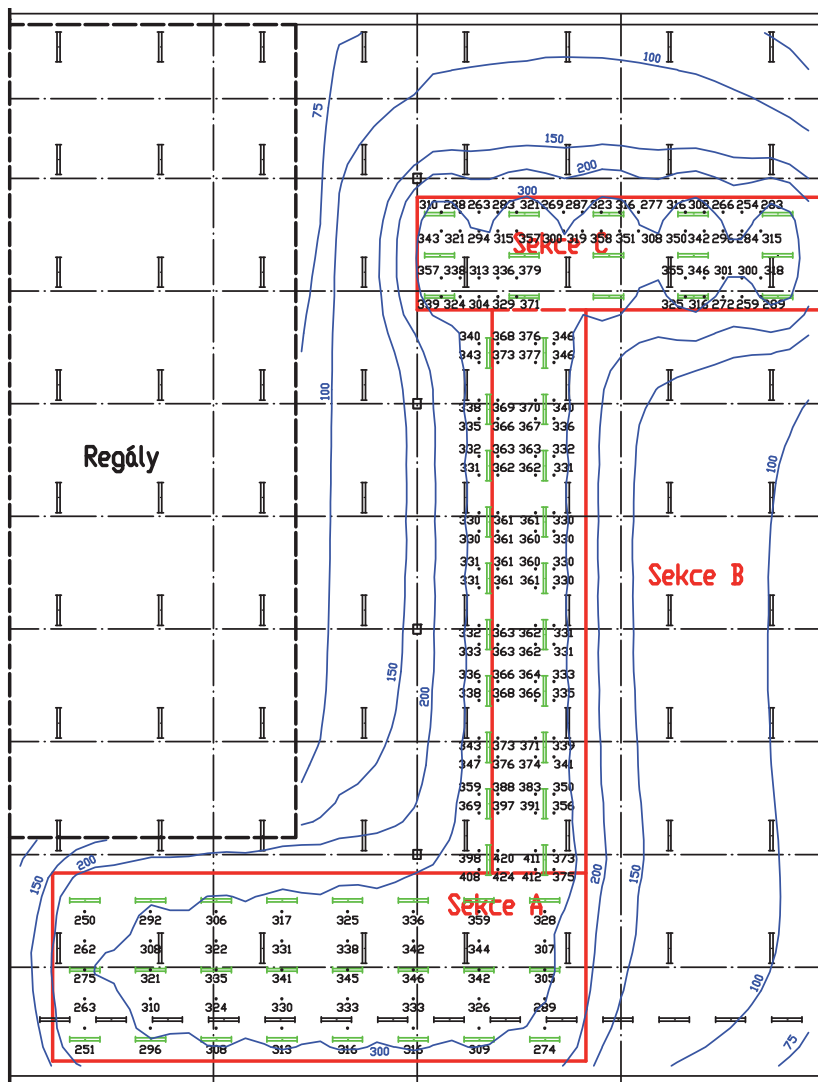
pod svítidly. V sekci B (max. 20 míst) i C (max. 5 míst) je umístění pracovišť dáno, s tím, že je umožněn jejich posun o cca ±1,0 m. Za místo pracovního úkolu i bezprostředního okolí pracovního úkolu je opět považována celá plocha pod svítidly. Rozměry, barevné řešení prostoru a přibližné umístění pracovišť jsou dány. Po zvolení typu svítidla je třeba stanovit počet, výšku a osovou vzdálenost svítidel. V sekci A se pohybují vysokozdvizné vozíky a minimální výška svítidel je 4,0 m nad podlahou. V sekcích B a C může být minimální výška 3,5 m. Pro osvětlení byla zvolena obdobná svítidla jako stávající. Specifikace svítidel je v /tab. 06/.

Nejsložitější byl návrh v sekci B. Postupně byly uvažovány varianty s jednou řadou svítidel umístěných nad pohyblivým pásem orientovaných buď kolmo nebo rovnoběžně na pás. Bylo uvažováno s 8 ks, 10 ks, 12 ks nebo 14 ks svítidel umístěných ve výškách 3,5 m, 4,0 m a 4,5 m nad podlahou. Následně byla uvažována varianta se dvěma řadami 8 ks a 10 ks svítidel umístěných rovnoběžně po obou stranách pásu. Pro všechny varianty byl proveden výpočet udržované osvětlenosti a indexu oslnění. Výsledky výpočtu jsou v /tab. 07/. Předpokládá se čisté prostředí s intervalem čištění svítidel jednou za 2 roky s individuální výměnou zdrojů a intervalem obnovy povrchů jednou za 4 roky. Na základě těchto hodnot je udržovací činitel 0,70 (-). Z /tab. 07/ lze vysledovat určité závislosti, které také plynou ze vztahu (1). S rostoucí výškou svítidla nad podlahou se snižuje udržovaná osvětlenost srovnávací roviny. Současně se zvyšuje rovnoměrnost osvětlení. Svítidla svítí z větší výšky na větší plochu, která je ale méně osvětlena. Při použití jednořadých variant umístění svítidel se zvětšením výšky svítidel zvyšuje také minimální hodnota osvětlenosti (používá se k výpočtu rovnoměrnosti). Zvýšení mezi výškou svítidla 4,0 m a 4,5 m je ale výrazně menší než mezi výškou 3,5 m a 4,0 m. Pro výšku svítidla 5,0 m lze již uvažovat se snižující

Umístění a počet svítidel			Výška svítidel nad podlahou	Minimální osvětlenost úkolu	Udržovaná osvětlenost úkolu	Rovnoměrnost osvětlení úkolu
orientace	počet řad	ks v řadě	[m]	[lx]	[lx]	[-]
kolmo na pás	1	10	3,5	158	240	0,66
			4,0	164	231	0,71
			4,5	166	223	0,74
		12	3,5	169	263	0,64
			4,0	177	252	0,70
			4,5	180	242	0,74
		14	3,5	181	285	0,64
			4,0	188	272	0,69
			4,5	192	261	0,74
rovnoběžně s pásem	1	8	3,5	145	207	0,70
			4,0	148	200	0,74
			4,5	148	193	0,77
		10	3,5	162	230	0,70
			4,0	165	221	0,75
			4,5	166	212	0,78
		12	3,5	176	251	0,70
			4,0	179	240	0,75
			4,5	180	230	0,78
		14	3,5	187	271	0,69
			4,0	191	258	0,74
			4,5	192	246	0,78
		8	3,5	211	280	0,75
			4,0	209	266	0,79
			4,5	206	254	0,81
		10	3,5	265	333	0,80
			4,0	261	316	0,83
			4,5	254	300	0,85
			5,0	252	291	0,87

Červené jsou nevyhovující hodnoty

Tabulka 07 | Výsledky výpočtů různých variant umístění svítidel



se hodnotou. U varianty svítidel umístěných ve dvou řadách se zvětšením výšky snižuje také minimální hodnota osvětlenosti a osvětlení je také rovnoměrnější oproti jednořadé variantě. Z /tab. 07/ je také patrné, že všechny jednořadé varianty nevyhovují na udržovanou osvětlenost úkolu a v některých případech také na rovnoměrnost. Vyhovující je dvouřadá varianta s 10 ks svítidel v řadě s výškami 3,5m, 4,0m nebo 4,5m. Z návrhu vzešly následující počty a výšky svítidel:

- sekce A: 3 řady po 8 ks svítidel umístěných ve výšce 4,0m nad podlahou
- sekce B: 2 řady po 10 ks svítidel umístěných ve výšce 3,5m nad podlahou
- sekce C: 3 řady po 5 ks svítidel umístěných ve výšce 3,5m nad podlahou

Obr. 11 | Body měření a vypočítané hodnoty: v sekci A je 40 bodů v rozteči 3,5×1,7 m, v sekci B jsou na každém z 20 pracovišť 4 body v rozteči 1,0×1,0 m a v sekci C je na každém z 5 pracovišť 10 bodů v rozteči 1,0×1,0 m



Instalace osvětlovací soustavy byla provedena v lednu 2011. Na fotografiích /07 až 10/ je interiér haly. Pro účely kolaudace bylo nutno provést měření umělého osvětlení. Měření bylo provedeno dle požadavků ČSN 36 0011-1 [3] a ČSN 36 0011-3 [4]. Při té příležitosti byly do výpočtového modelu zaneseny body, ve kterých bylo měření prováděno a byla provedena konfrontace vypočítaných a naměřených hodnot. Na /obr. 11/ jsou vyneseny body měření a vypočítané hodnoty udržované osvětlenosti. Porovnání je v /tab. 08/.

Návrh umělého osvětlení s použitím výpočtového programu byl v tomto případě na straně bezpečnosti, protože z tabulky je zřejmé, že vypočítané hodnoty udržované osvětlenosti pracovišť jsou nižší než hodnoty změřené. Na závěr bychom ještě doplnili informaci, že v současné době probíhá revize některých evropských norem na osvětlení. Jednou z revidovaných norem je také citovaná EN 12464-1 [9]. Nové znění by mělo nabýt platnosti na podzim 2011.

ATELIER DEK má na některých svých pracovištích nainstalovány plnospektrální zářivky. Od ledna do března 2009 se pracoviště v Praze a Olomouci účastnila výzkumu působení plnospektrálního osvětlení na subjektivní vnímání výkonnosti a pohodu při práci. Po předchozí domluvě nabízíme bezplatnou exkurzi na uvedených pracovištích (kontakt: Ing. Viktor Zwiener, Ph.D., mobil: +420 731 544 905, viktor.zwiener@dek-cz.com).

<Viktor Zwiener>

ATELIER DEK
vedoucí projekčního týmu

Literatura:

- [1] Nařízení vlády 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- [2] ČSN EN 12665 (36 0001) *Světlo a osvětlení – Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení*
- [3] ČSN 36 0011-1 *Měření osvětlení vnitřních prostorů – Část 1: Základní ustanovení*
- [4] ČSN 36 0011-3 *Měření osvětlení vnitřních prostorů*

Sekce	Pracoviště dle /obr. 03/	Udržovaná osvětlenost			Rovnoměrnost	
		Vypočítaná	Měřená ¹⁾	Nejistota ±	Vypočítaná	Měřená
		[lx]	[lx]	[lx]	[-]	[-]
A	plocha	329	371	44	0,80	0,81
B	B1	392	424	51	0,95	0,95
	B2	370	448	54	0,95	0,93
	B3	356	436	52	0,95	0,94
	B4	355	401	48	0,95	0,89
	B5	347	390	47	0,95	0,93
	B6	347	427	51	0,95	0,86
	B7	345	418	50	0,95	0,79
	B8	347	413	49	0,95	0,86
	B9	353	415	50	0,95	0,82
	B10	371	451	54	0,96	0,98
	B11	424	430	52	0,96	0,92
	B12	378	430	52	0,95	0,96
	B13	360	401	48	0,96	0,95
	B14	352	416	50	0,95	0,93
	B15	358	441	53	0,96	0,89
	B16	361	408	49	0,96	0,95
	B17	346	419	50	0,96	0,94
	B18	367	443	53	0,95	0,96
	B19	352	385	46	0,95	0,80
	B20	382	431	52	0,96	0,82
C	C1	310	371	44	0,85	0,79
	C2	339	402	48	0,90	0,80
	C3	310	377	45	0,87	0,93
	C4	301	365	43	0,84	0,91
	C5	307	401	47	0,84	0,84

¹⁾ hodnoty jsou korigovány podle kalibračních křivek přístrojů pro měření, druhu světla, aktuálního napětí v elektrické síti a vypočítaného udržovacího činitele (byla použita stejná hodnota jako pro výpočet)

Tabulka 08 | Porovnání vypočítaných a naměřených hodnot

07 | Sekce B: původní stav

08 | Sekce B: s realizovanou doplňující osvětlovací soustavou

09 | Sekce A: s realizovanou doplňující osvětlovací soustavou (krabice s tonery přichystané na rozbalování a hrubé třídění)

10 | Sekce B: s realizovanou doplňující osvětlovací soustavou – pohled na pás

- Část 3: Měření umělého osvětlení
- [5] ČSN 36 0020 *Sdružené osvětlení – Základní požadavky*
 - [6] ČSN EN 12464-1:2004 (36 0450) *Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostor*
 - [7] ČSN 73 0580-1 *Denní osvětlení*

- budov – Část 1: Základní požadavky*
- [8] ČSN 73 0580-4 *Denní osvětlení budov – Část 4: Denní osvětlení průmyslových budov*
 - [9] prEN 12464-1:2011 *Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places*