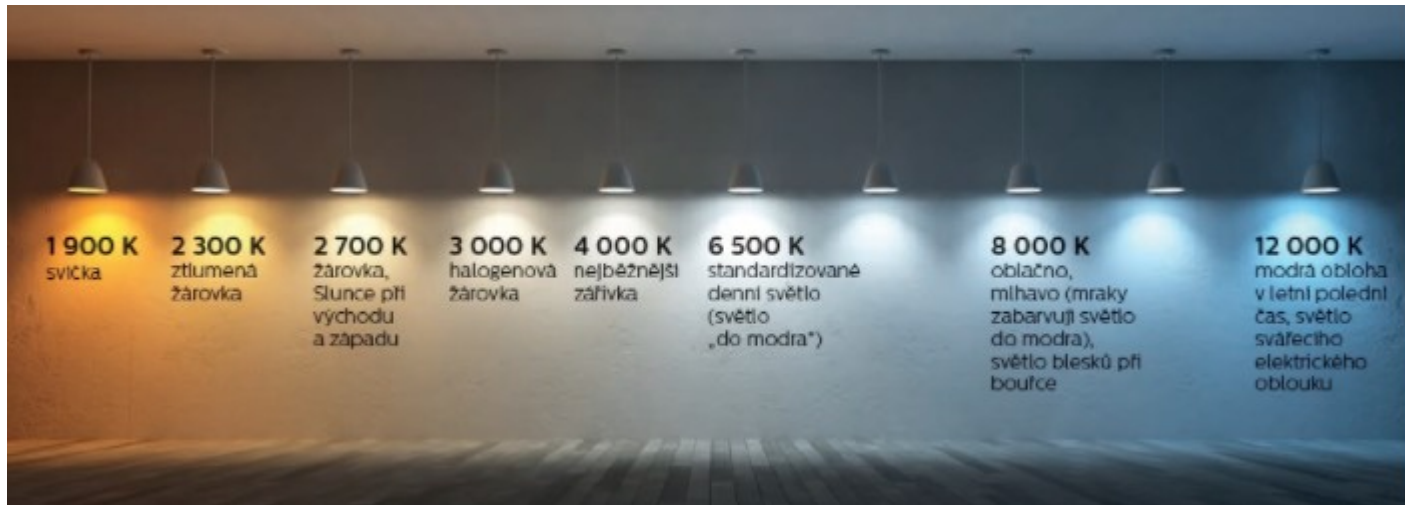


# Světlo a osvětlení



Hygiena školního prostředí

# Světlo a fyzika

- Světlo

<https://www.youtube.com/watch?v=FEWVnjbLI9o>

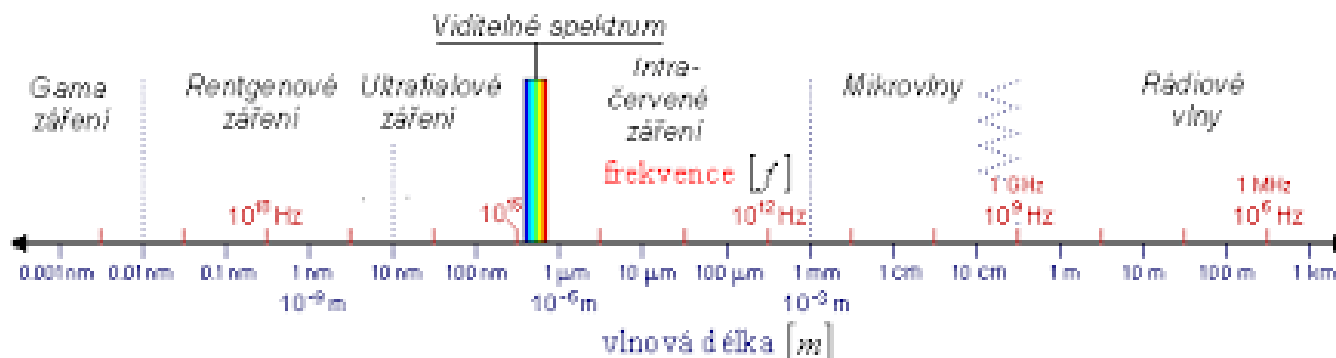
- Podstata světla

<https://www.youtube.com/watch?v=gaFKAQVA8Ak>

# Světlo

- Ovlivňuje jako faktor životní prostředí značnou měrou fyzickou a psychickou pohodu člověka, jeho pracovní výkon a schopnost regenerace organismu.
- Vidění
  - Zrak
  - Přeměna energie optického záření pomocí chemické energie (funkce rhodopsinu) na elektrické potenciály neuronů zrakového nervu, které vyvolávají ve zrakové kůře mozku zrakové vjemy.

# Viditelné světlo 380 – 760 nm



# Čidlo zraku

- ROHOVKA
- DUHOVKA
- ČOČKA
- SÍTNICE (lat. retina)
- vnitřní vrstva oční koule
- v ní obsaženy vlastní receptory:

## a) tyčinky

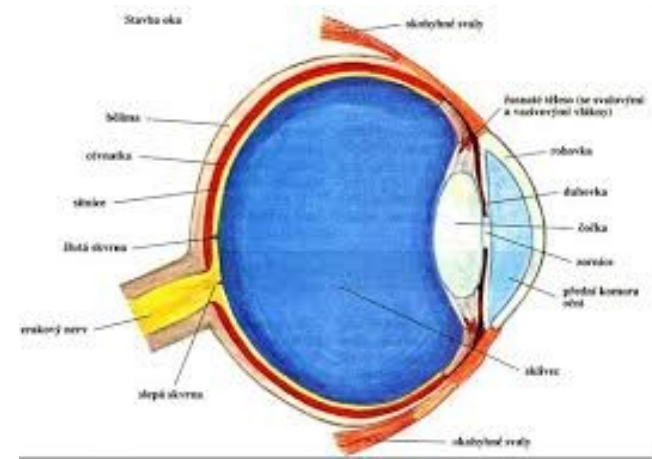
- zaznamenávají velmi malé množství světla
- **zajišťují černobílé vidění**
- obsahují pigment RHODOPSIN (citlivý na světlo, osvětlený ztrácí barvu - bledne a rozpadá se na OPSIN (bezbarvý protein) a na RETINAL (derivát vitamínu A))

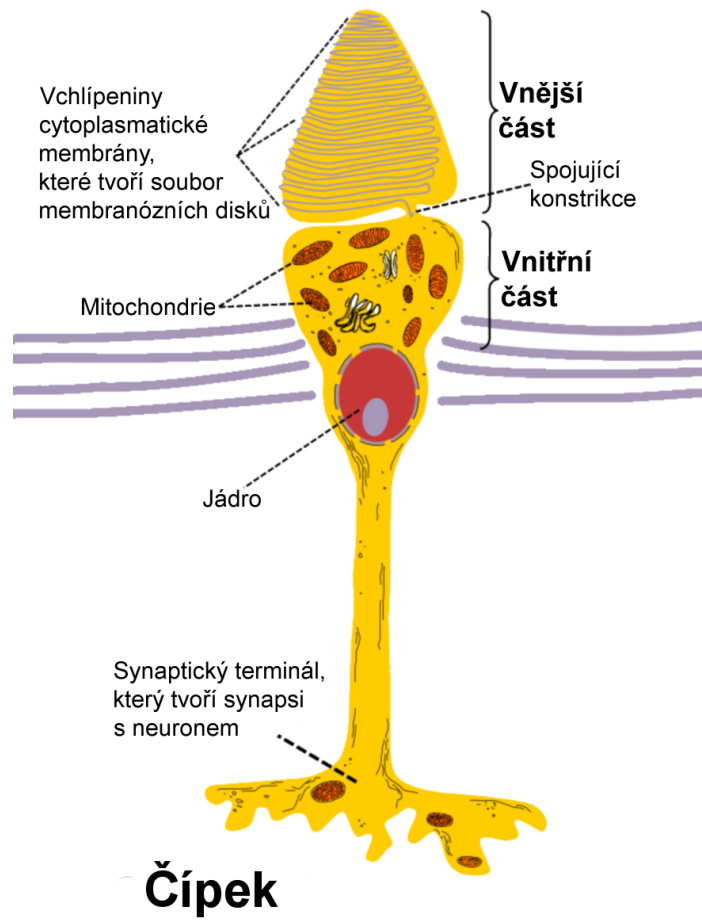
## b) čípky

- aktivní jen od určité úrovně osvětlení
- barevné vidění
- trojího druhu a každý je citlivý na jednu ze základních barev – modrou, zelenou a červenou

ŽLUTÁ SKVRNA - nejvíce tyčinek a čípků, místo nejostřejšího vidění

SLEPÁ SKVRNA – místo, kde ústí oční nerv, které je bez tyčinek a čípků





# Osvětlení

- **Denní osvětlení** – osvětlení slunečním světlem pronikajícím do místností osvětlovacími otvory
- **Umělé osvětlení** – osvětlení zajišťující podmínky pro zrakovou činnost při nedostatku denního osvětlení
- **Sdružené osvětlení** – záměrné současné osvětlení vnitřního prostoru denním a umělým osvětlením

# Typy umělých osvětlovacích těles ve školách

- Zářivky
- LED
- Liniová osvětlení



# Vyhláška o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých

## OSVĚTLENÍ

Osvětlení

### • § 12

- (1) Ve vnitřních prostorech budov zařízení pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání, určených k dlouhodobému pobytu žáků, musí být vyhovující denní osvětlení odpovídající normovým požadavkům. U užívaných staveb je po předchozím projednání s orgánem ochrany veřejného zdraví výjimečně možné použít celkové sdružené osvětlení. Toto osvětlení musí být v souladu s normovými požadavky české technické normy upravující sdružené osvětlení. **Místa žáků v lavicích musí být v učebnách orientována tak, aby žáci** nebyli v zorném poli oslňováni jasem osvětlovacích otvorů a ani si nestínili místo zrakového úkolu.
- (2) V prostorech určených pouze ke krátkodobému pobytu je možné použít celkového sdruženého osvětlení. Dále je možné celkové sdružené osvětlení použít v případech s jiným uspořádáním lavic než čelem k tabuli nebo v dílnách při potřebě osvětlit stíněné povrchy. **Pro žáky se zrakovým postižením nebo zrakovými vadami je nutné zajistit denní i umělé osvětlení odpovídající specifickým potřebám podle stupně jejich postižení.** V soustavě sdruženého osvětlení denní i doplňující umělé osvětlení musí vyhovovat příslušným normovým hodnotám a požadavkům.
- (3) Parametry umělého osvětlení ve vnitřních prostorech budov zařízení pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání musí odpovídat normovým požadavkům české technické normy upravující požadavky na osvětlení pro vnitřní pracovní prostory. **Barevný tón umělého světla volit pro hodnoty  $\bar{E}_m \leq 200$  lx teple bílý;  $200 \text{ lx} < \bar{E}_m \leq 1000$  lx neutrálně bílý;  $\bar{E}_m > 1000$  lx chladně bílý podle normových požadavků.** **Rovnoměrnost umělého osvětlení na chodbách a schodištích musí být větší než 0,2.**
- (4) **Osvětlení tabule musí odpovídat normovým požadavkům české technické normy upravující požadavky na osvětlení pro vnitřní pracovní prostory.** Osvětlenost bílé tabule musí mít nejméně stejnou úroveň jako osvětlenost učebny. Tabule musí mít matný povrch, což se nevztahuje na tabule, na které se nepíše křídou. Ze všech pracovních míst ve směru pohledu na tabuli musí být vyloučeno zrcadlení svítidel na tabuli. Ve stěně za tabulí nesmí být osvětlovací otvor (okno nebo střešní okno), v opačném případě musí být zakryt neprůsvitným materiálem, jehož činitel odrazu světla se blíží hodnotě činitele odrazu této stěny.

## Vyhláška č. 410/2005 Sb.

### ***Vyhláška o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých***

- **§ 13**

- (1) Úroveň denního i umělého osvětlení prostorů se zobrazovacími jednotkami musí být v souladu s normovými hodnotami a požadavky.
- (2) **Pracoviště u zobrazovacích jednotek musí být umístěna tak, aby žáci nebyli oslňováni jasným osvětlovacím otvorům a ani se jim tyto otvory nezrcadlily na zobrazovací jednotce.** Svítidla musí být vhodně rozmístěna a mít takové rozložení jasů a úhly clonění, aby se nezrcadlila na zobrazovací jednotce a nedocházelo ke ztížení zrakového úkolu.
- (3) Vzdálenost zobrazovací jednotky od očí musí být regulovatelná, nejméně 0,5 m od horního okraje zobrazovací jednotky ve výši očí. U pracovišť se zobrazovacími jednotkami musí být pro zachování dobrých podmínek vidění, zrakové pohody i vyhovující pracovní polohy zajištěna pro všechny uživatele možnost úprav pracovního místa podle jejich individuálních potřeb (zejména podle tělesné výšky a prováděných činností) a regulace denního osvětlení.

- **§ 14**

- V ložnicích ubytovacích zařízení musí denní osvětlení vyhovovat normovým hodnotám pro obytné místnosti. Celkové umělé osvětlení v ničem necloněné srovnávací rovině v úrovni podlahy musí mít  $\bar{E}_m = 100 \text{ lx}$ . Svítidla místního osvětlení musí být polohovatelná tak, aby se osvětlení dalo přizpůsobit zrakovým potřebám uživatelů a zajistila se osvětlenost  $\bar{E}_m = 300 \text{ lx}$ .

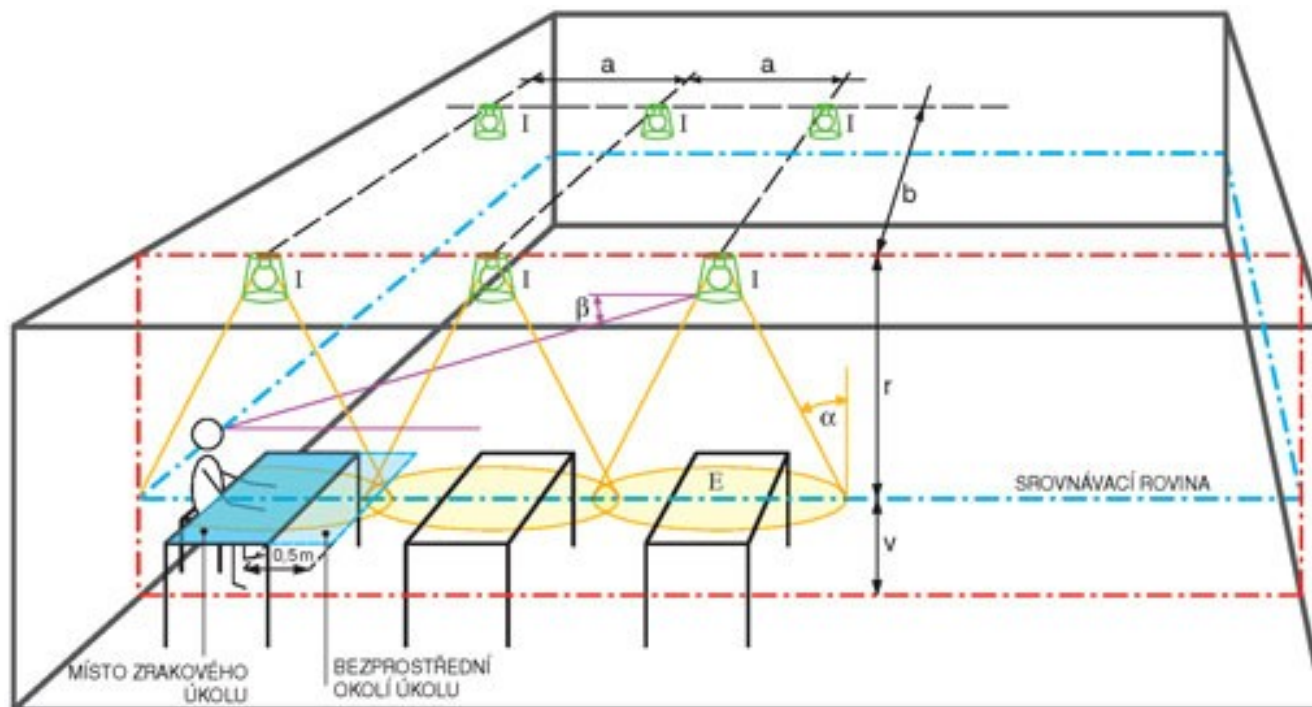
## Vyhláška č. 410/2005 Sb.

### *Vyhláška o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých*

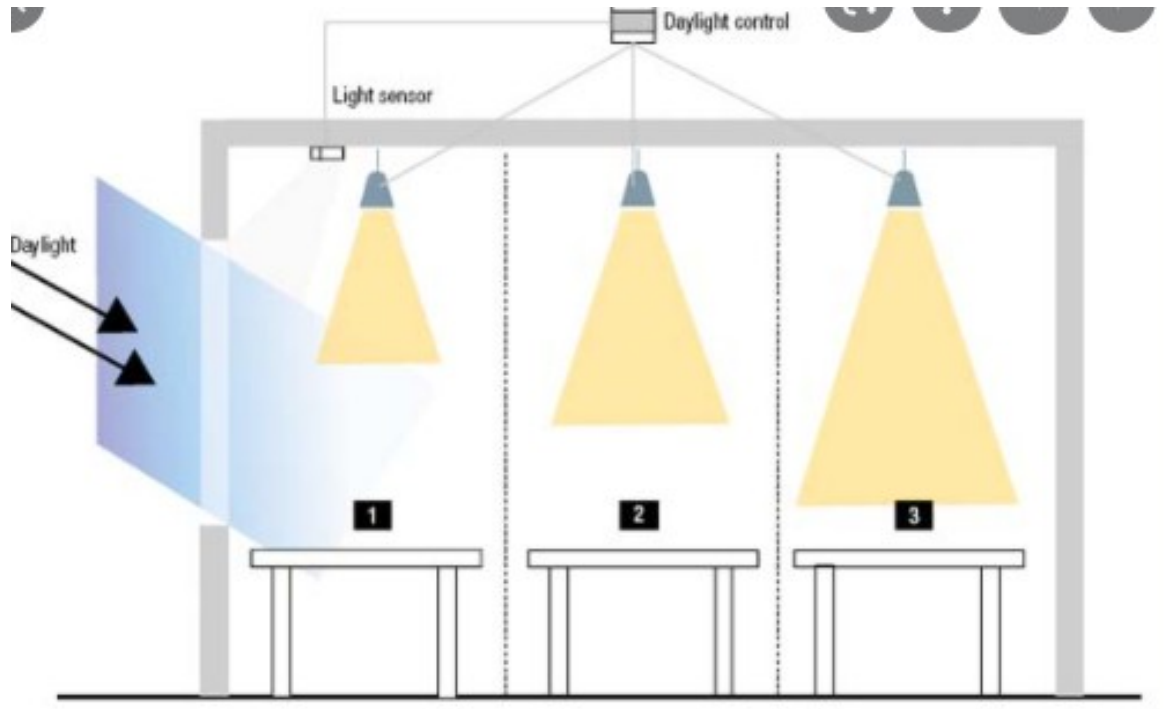
#### • § 15

- **(1)** Pro většinu zrakových činností v zařízeních pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání se vyžaduje směr denního osvětlení zleva a shora. Svítidla u soustav umělého osvětlení se umísťují na strop rovnoběžně s okenní stěnou, pokud to umožňuje stavební dispozice místnosti, zejména klenby nebo překlady.
- **(2)** Při zrakově obtížných a náročných činnostech je nejvhodnější orientace osvětlovacích otvorů na neslunečnou stranu.
- **(3) Výška horizontálních srovnávacích rovin pro návrh a posouzení osvětlení místa zrakového úkolu**
- **a)** u denního osvětlení v zařízeních pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání pro děti předškolního věku je 0,45 m nad podlahou,
- **b)** u denního osvětlení v zařízeních pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání žáků ve školách a školských zařízeních je 0,85 m nad podlahou,
- **c)** u umělého osvětlení v zařízeních pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání pro děti předškolního věku je dána převládající výškou stolů, v ostatních prostorách herny a v ložnici úrovni podlahy,
- **d)** u umělého osvětlení v zařízeních pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání žáků ve školských zařízeních je stejná jako převládající výška lavic.
- **(4) Za místo zrakového úkolu je považován prostor s lavicemi nebo stůl učitele a za bezprostřední okolí zrakového úkolu je považován prostor místnosti sloužící výuce.**
- **(5)** Osvětlovací soustavy a části vnitřních prostorů odrážející světlo musí být čištěny a obnovovány ve lhůtách daných plánem údržby v souladu s projektem osvětlení a musí být udržovány v takovém stavu, aby požadované vlastnosti osvětlení byly splněny po celou dobu života osvětlovací soustavy. Není-li zpracován v projektu osvětlení plán údržby, postupuje se v souladu s ustanovením § 22 písm. e).

## místo zrakového úkolu



# Osvětlení žákovského místa



**Místo zrkového úkolu** – místo, kde se nachází zrkový úkol (vizuální prvky vykonávané práce) – povrch lavic, demonstrační stůl, tabule, katedra,...

**Bezprostřední okolí úkolu** - pás o šířce alespoň 0,5m okolo místa zrkového úkolu uvnitř zorného pole

- ◆ Výška ploch pro posouzení osvětlení:
  - Mateřské školy – denní a umělé osvětlení – 0,45 m nad podlahou
  - Základní školy – denní osvětlení – 0,85 m nad podlahou, umělé podle výšky lavic
- ◆ Vzdálenost očí od zobrazovací jednotky – min. 50 cm od horního okraje (+ možnost úpravy sedadla a regulace denního osvětlení)

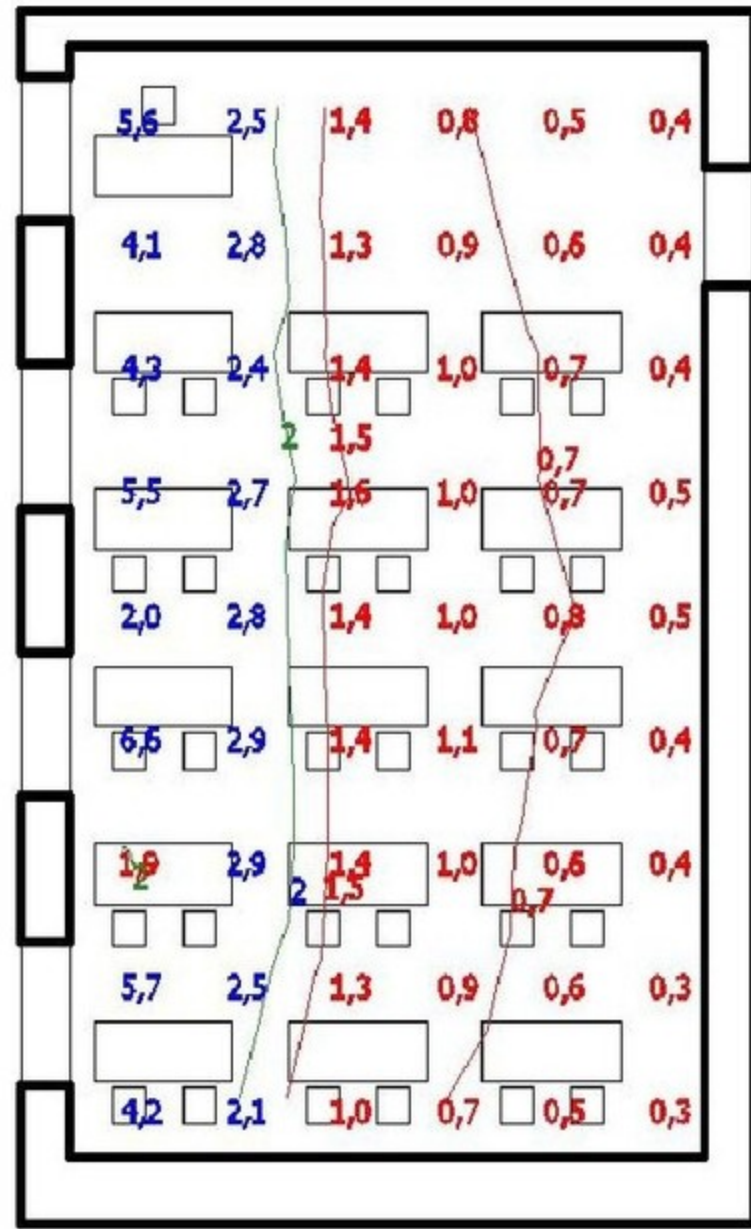
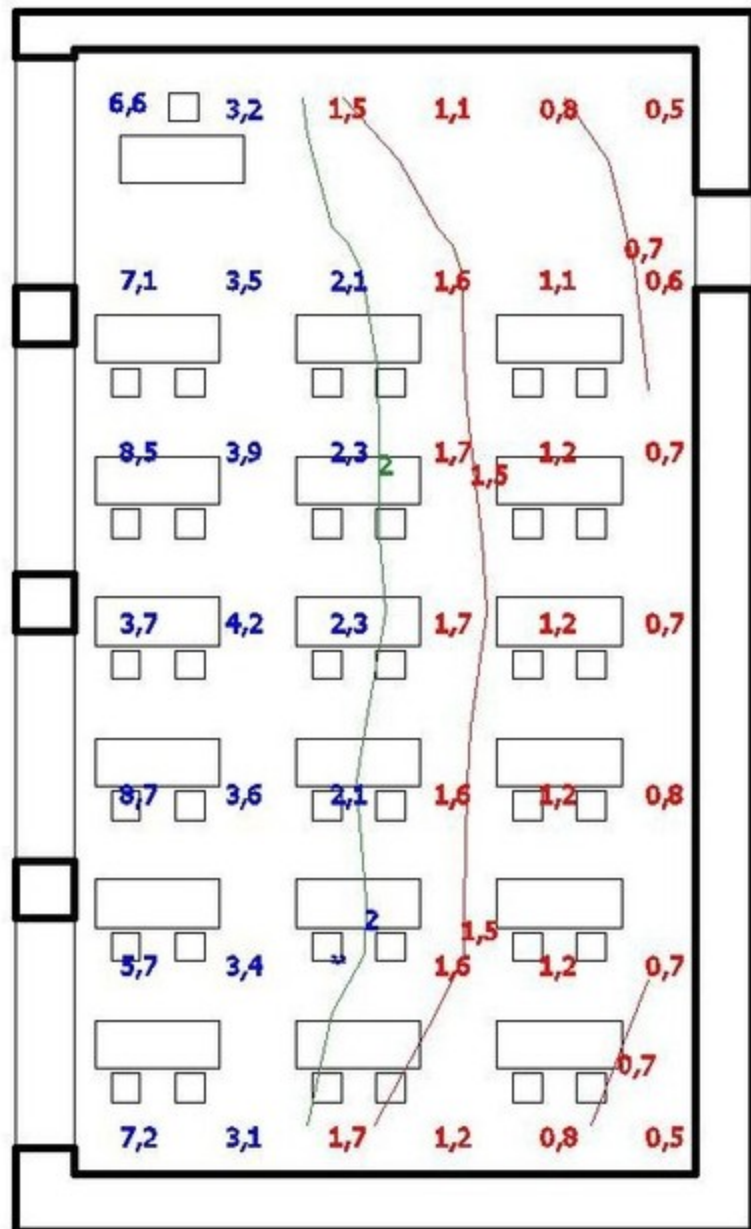
# Hodnocení umělého osvětlení

## Délka pobytu

- Občasný pobyt
- Krátkodobý pobyt
- Trvalý pobyt kategorie
- Trvalý pobyt bez denního světla

Názorný přehled o umělém osvětlení se získá doplněním plánu místnosti s naměřenými hodnotami, izočarami pro osvětlenost – izoluxami.

# Výpočet dle platné ČSN EN 17037:





# 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 zrkového úkolu, které doplňuje celkové osvětlení a lze jej samostatně ovládat,
  - **nouzové** – určené pro použití v případě poruchy normálního osvětlení.
- 
- Základní veličinou, kterou se hodnotí umělé osvětlení, je **intenzita osvětlení E** (dle ČSN EN 12665 nazývaná též **osvětlenost**).
  - V praxi je osvětlenost ovlivněna mnoha dalšími faktory
    - stárnutí světelných zdrojů (stanoveno na základě údajů výrobce)
    - znečištění zdroje
    - znečištění ploch osvětlovaného prostoru
    - funkční spolehlivost zdroje

# Osvětlení

## Měření a hodnocení

- **Svítivost**  $I$  (cd) - 1 cd odpovídá svítivosti jedné svíčky. Wolframová žárovka o příkonu 100 W má svítivost přibližně 200 cd. LED žárovka stejné svítivosti má příkon zhruba 8x menší.
- **Světelný tok**  $\Phi$  (lm) - světelná energie, kterou zdroj vyzáří za 1 sekundu. „Typ výkonu“ ukazuje, jak silně bude světelný zdroj svítit. U klasických žárovek se uvádí ve Watech (W). U LED žárovek se uvádí v podobě světelného toku, udávaného v jednotce lumen (lm). Čím více lumenů, tím jasnější světlo je. **Světelný tok se snižuje se stářím** u všech technologií zdrojů světla. U LED žárovek klesne světelný tok zpravidla na 70 % původní hodnoty ke konci její životnosti.
- Rozložení světelného toku a směr osvětlení  
[https://www.inled.cz/sluzby/certifikovane-mereni-osvetleni?gclid=EAlaIQobChMIqNP1w8zA8wIV-QWiAx2jYQE0EAAYASAAEgl32fD\\_BwE](https://www.inled.cz/sluzby/certifikovane-mereni-osvetleni?gclid=EAlaIQobChMIqNP1w8zA8wIV-QWiAx2jYQE0EAAYASAAEgl32fD_BwE)
- **Osvětlení**  $E$  (lx) = intenzita osvětlení. Velmi důležitá veličina. 1 Lux je osvětlení plochy, na jejíž každý čtverečný metr dopadá rovnoměrně rozložený světelný tok 2 lumenu

## Síla svítivosti – množství lumen na Watt

Orientační svítivost	Klasická žárovka (vláknová)	Halogenová žárovka	Úsporná žárovka (kompaktní zářivka)	LED žárovka (osvětlení)
500lumen	40W	35W	11W	7W
750lumen	60W	42W	15W	9W
1300lumen	100W	70W	23W	15W

norma ČSN EN 12464-1.

Prostor	Intenzita osvětlení
chodby, skladiště	100 lx
schodiště, eskalátory, pohyblivé chodníky	150 lx
šatny, umývárny, koupelny, toalety	200 lx
místnosti pro tělesná cvičení, běžná práce u strojů	300 lx
ošetřovny	500 lx
přesné práce	1000 lx
elektronické dílny	1500 lx

Tab.8-4 Parametry osvětlení ve vybraných pracovních prostorech

Typ prostoru, úkolu nebo činnosti	$\bar{E}_m$ (lx)	$UGR_L$	$R_a$
<b>Cirkulační prostory a chodby</b>	100 <sup>1)</sup>	28 <sup>2)</sup>	40 <sup>2)</sup>
Schodiště, eskalátory, pohyblivé chodníky	150	25 <sup>2)</sup>	40 <sup>2)</sup>
Nakládací rampy a místa	150	25	40
<b>Kanceláře - kopírování, kompletace atd.</b>	300	19	80
psaní, čtení, zpracování dat	500 <sup>3)</sup>	19	80
Technické kreslení	750	16	80
Pracovní stanice CAD	500 <sup>3)</sup>	19	80
<b>Konferenční a shromažďovací místnosti</b>	500	19	80
Recepční stůl	300	22	80
Archiv	200	25	80
<b>Učebny a konzultační místnosti</b>	300 <sup>4)</sup>	19	80
Učebny pro večerní studium a vzdělávání dospělých	500 <sup>4)</sup>	19	80
Přednáškové sály	500 <sup>4)</sup>	19	80
Tabule	500 <sup>5)</sup>	19	80
Místnosti pro výtvarnou výchovu	500	19	80
dtto na výtvarných školách	750 <sup>6)</sup>	19	90

\* ) Index oslnění podle metody „Jednotného systému hodnocení oslnění UGR“

<sup>1)</sup> Osvětlenost na podlaze (150 lx, jsou-li na cestě vozidla). Zabránit oslnění řidičů a chodců. Osvětlení východů a vchodů bez náhlých změn hladin osvětlenosti.

<sup>2)</sup>  $R_a$  a  $UGR_L$  podobně jako u přílehlých prostorů.

<sup>3)</sup> Při používání displejů respektovat i další požadavky.

<sup>4)</sup> Regulovatelné osvětlení.

<sup>5)</sup> Zamezit zrcadlovým odrazům.

<sup>6)</sup>  $T_{os} > 5\ 000\ K$ .

# Osvětlení - pokračování

## Měření a hodnocení

- **Jas**  $L$  ( $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$ )
- **Barva světla (teplota chromatičnosti)** -  $T_{cp}$ , důležitý parametr umělého osvětlení
- většina pevných látek začíná vyzařovat viditelné záření od teploty  $525^{\circ}\text{C}$  (Draperův bod), tzn. až po zahřátí na tuto teplotu je těleso viditelné pouhým okem v absolutní tmě.
- světlo dané teploty chromatičnosti vytváří barevně nejpodobnější zrakový vjem jako tepelné záření vyzařované absolutně černým tělesem zahřátým na tuto teplotu.
- **Index podání barev  $R_a$**  - velice důležitou hodnotou. Mnoho výrobců ho však vůbec neuvádí. Udává, jak jsme schopni pod tímto osvětlením rozlišovat barvy. Pohybuje od 0 do 100. Hodnota podání barev udává kvalitu vyzařovaného světla. Doporučuje se nekupovat světelné zdroje s menším indexem podání barev než 80. Světlo bude přirozenější a příjemné.

# Příklady teplot chromatičnosti a barevný tón některých zdrojů světla

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	

Teplé barvy

Neutrální

Studené barvy



1800 K

3000 K

4500 K

8000 K

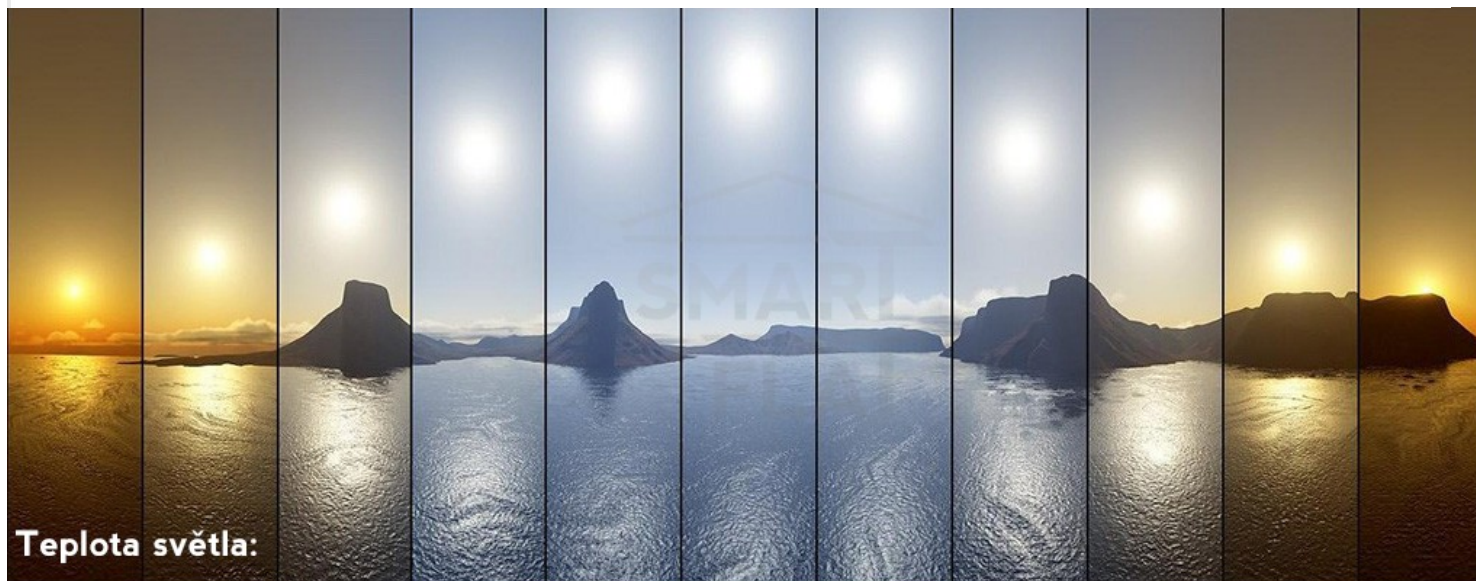
12000 K

16000 K

2700 K  
Teplá bílá

4000 K  
Neutrální bílá

5000 K  
Studená bílá



Teplota světla:

1500 K

6500 K

1500 K



Probuzení



Cvičení



Práce



Vaření



Studium

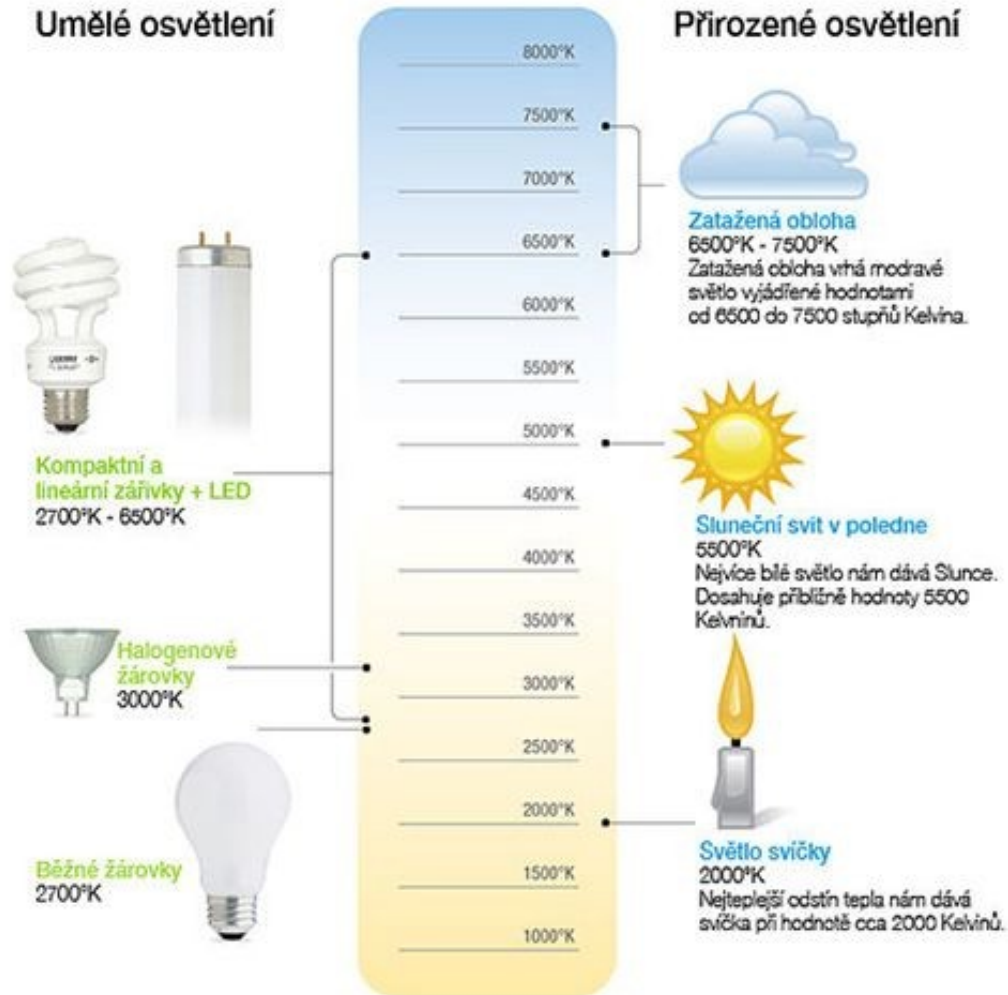


Odpočinek



Usínání

# Barva světla





# Problémová místa školní praxe

- Zhoršování kvality umělého osvětlení vzniká samotnými osvětlovacími tělesy (nedostatečný počet, nestejný barevný tón a intenzita), problémové může být i alternativní uspořádání lavic, které nezohledňuje stávající řady světel.
- Nedostačující četnost čištění světel, frekvence malování stěn a stropů nebo malování pouze do určité výšky stěny s vynecháním stropů.
- Nevyhovující barevnost stěn a podlahy, včetně jejího lesku, či nezajištění přisvětlení tabule.

# Školní budova

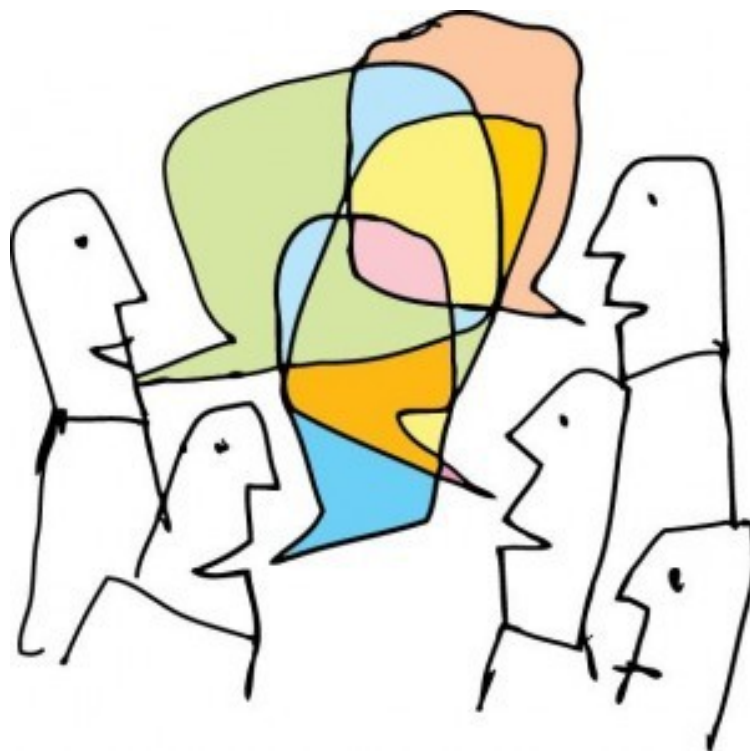
- Katastrální situace stavby
- Charakteristika řešeného objektu
- Popis lokality
- Množství denního osvětlení ve školní budově
  
- Školní budova – vesnice, město, u silnice, u lesa...
- Světová strana (slunce, denní světlo, stín)
- Třídy, odborné pracovny, tělocvičny, herny v MŠ atd.



- Normy uvádí hodnoty pro různé typy učeben, přičemž **nejvyšší je požadována v kreslárnách (750 lx) a nejnižší v jazykových a počítačových učebnách (300 lx).**
- Osvětlení běžných tříd by mělo být na úrovni 300 nebo 500 lx (třídy pro večerní studium, učebny pro výtvarnou výchovu, dílny, laboratoře, přednáškové haly).
- S ohledem na potřebnou univerzálnost využití tříd lze za standard považovat osvětlení tříd na úroveň 500 lx. Školní tabule je třeba osvětlit také na 500 lx.
- Typ použitých svítidel lze volit s ohledem na charakter činnosti v konkrétní třídě.

# Prostory ve školách

- Diskuze





*Ilustrační obrázek učebny 1*



*Ilustrační obrázek učebny 2*

## Interiér I.; s denním osvětlením

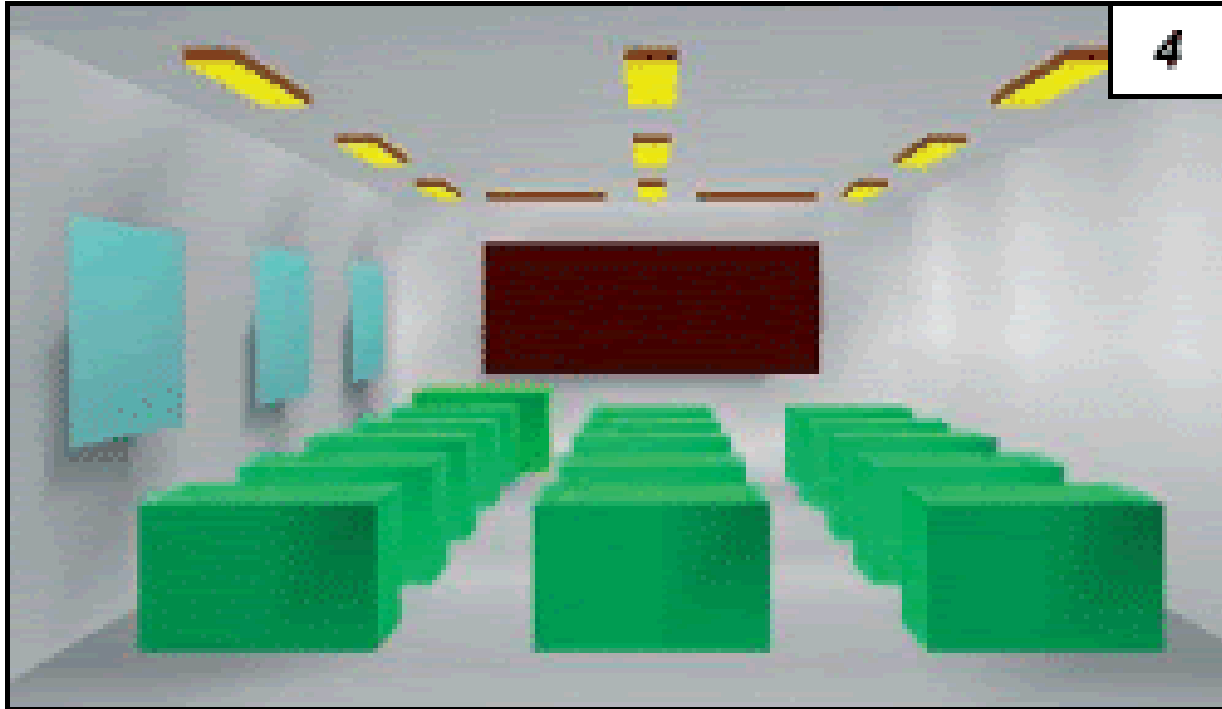


## Interiér II.; s denním osvětlením







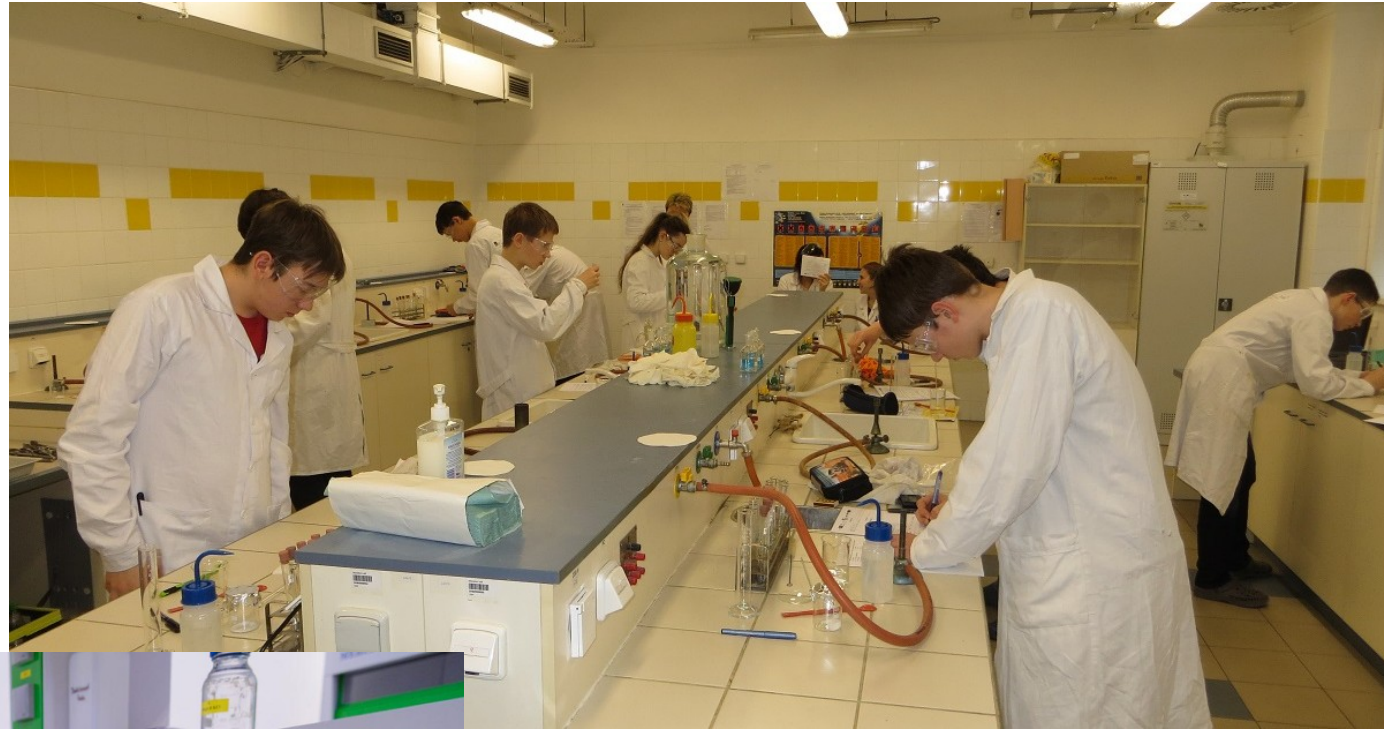


4

## Interiér III.; s denním osvětlením



## Interiér IV.; s denním osvětlením – odborné učebny



## Interiér V.; bez denního osvětlení– odborné učebny



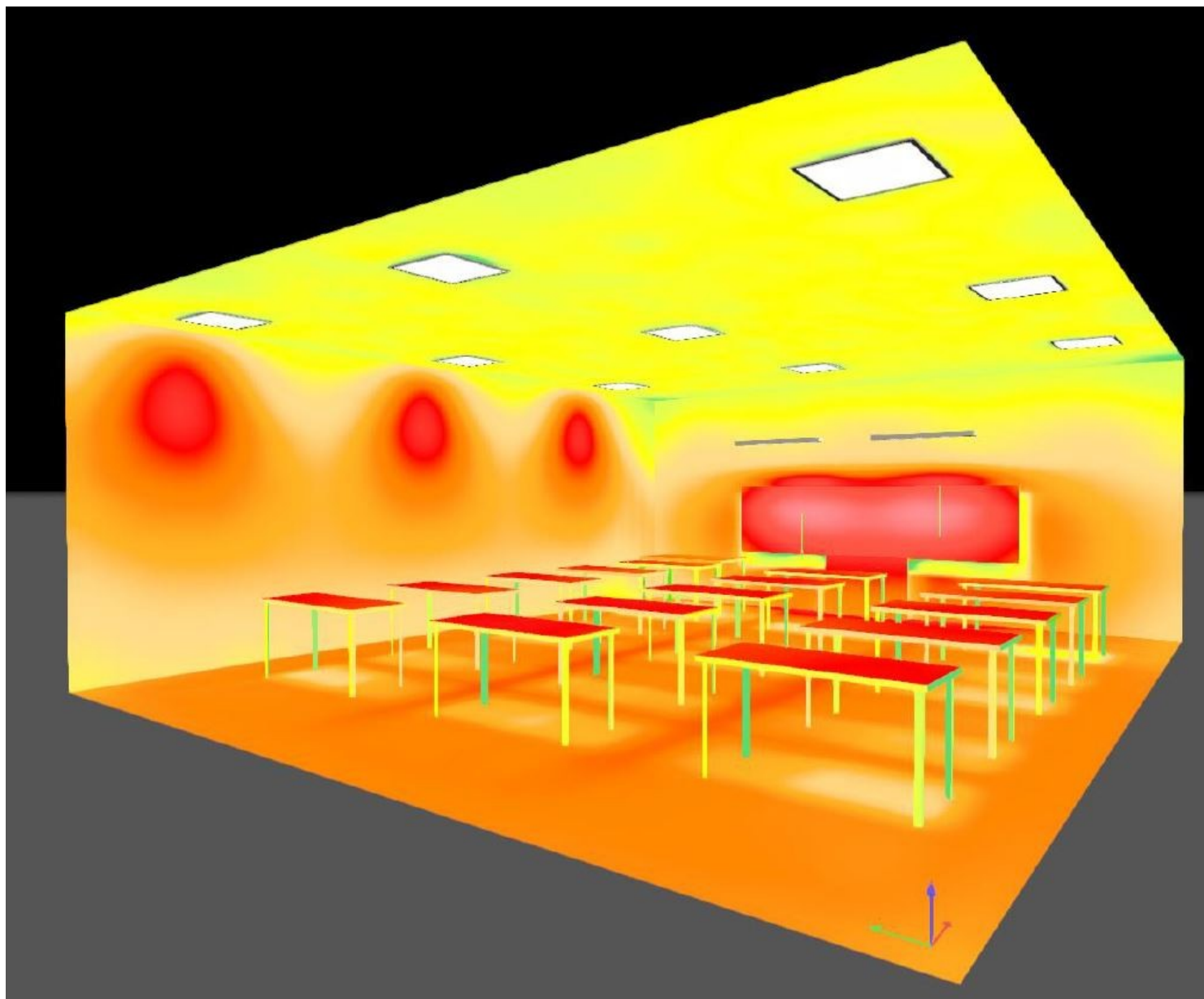
## Interiér VI.; bez denního osvětlení



## Interiér VII., různé činnosti



# Interiér VIII.

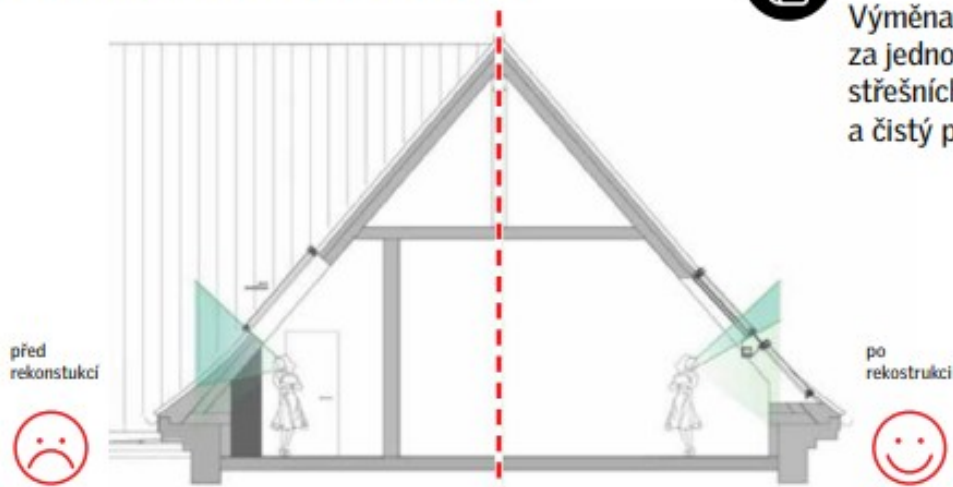




### Příklad rekonstrukce podkrovní učebny vedoucí ke zlepšení výhledu



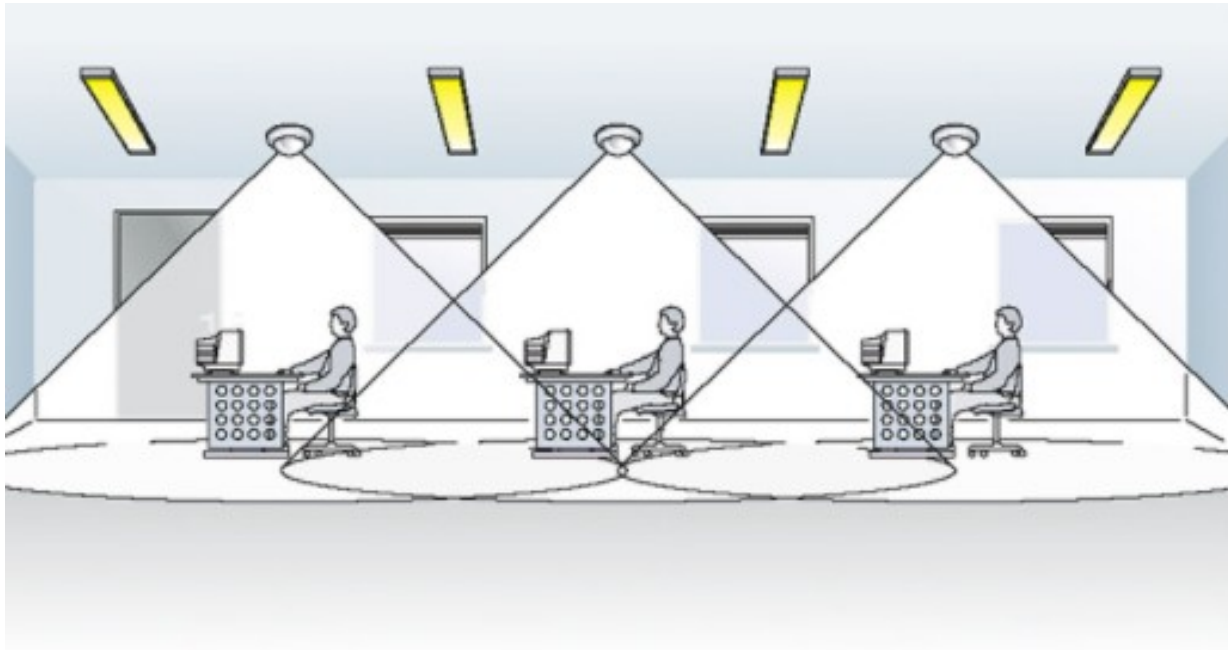
Výměna střešního okna za jedno, nebo více střešních oken je rychlý a čistý proces.



## Interiér IX.; tělocvična



# Kabinety, počítačové učebny



# Osvětlení tabule

- musí být osvětlena tak, aby ji bylo možné snadno a s co nejmenší námahou sledovat
- při změně pohledu z tabule na lavici (a naopak) dochází ke změně směru pohledu, oko se musí přizpůsobit jiné pozorovací vzdálenosti, změně jasů i kontrastu. U oblíbených a stále velmi hojných černých, ale i tmavě zelených tabulí se střídá se změnou pohledu pozitivní kontrast na tabuli za negativní v knize či sešitu.
- Papír v knize či sešitu ležícím na lavici má jas běžně  $100 \text{ cd.m}^{-2}$ . Aby nedocházelo k nadměrnému namáhání zraku při změně pohledu z lavice na tabuli, tabule nesmí mít jas menší, než je přibližně třetina jasů papíru. Pro černou tabuli by vertikální osvětlenost musela být kolem 1000 lx. Pro tabuli tmavě zelenou již postačuje osvětlenost asi 600 lx. Uvedených hodnot lze dosáhnout volbou vhodných svítidel a světelných zdrojů. Změnu kontrastu (pozitiv – negativ) však neovlivní žádné svítidlo. **Řešením je světle šedá tabule a černé omyvatelné fixy.** Světle šedá tabule bude mít kromě negativního kontrastu i vyšší jas při stejně intenzivním osvětlení. Potom se zraková náročnost omezí pouze na přizpůsobení zraku na různou vzdálenost. Tomu již nelze zabránit – i když není technicky nemožné nahradit tabuli, učebnice, sešity počítačem. A není to ani příliš vzdálená budoucnost.
- V ČSN EN 12 464-1 je pro osvětlení tabule požadováno pouhých 500luxů. To vylučuje černou i tmavě zelenou tabuli.
- svítidla pro osvětlení tabulí musejí být umístěna tak, **aby se na tabuli neodrážel jejich obraz směrem do očí posluchačů.** Platí zde podobně zakázaná pásma, jak to bylo uvedeno v textu o osvětlování kanceláří

# Osvětlení tabule

- matový nátěr,
- světlo rozptylující povrchová úprava,
- vhodným umístěním tabule,
- správným rozmístěním svítidel mimo tzv. „zakázanou oblast“.

Při návrhu hlavního osvětlení učebny vycházíme z předpokladu, že známe účel užívání učebny. Jelikož v dnešní době bývá zvykem často měnit rozmístění lavic do nejrůznějších uspořádání a místo zrakového úkolu může být kdekoli. V současné době poučka o řadách svítidel nad levou hranou lavic je bezpředmětná. Nyní se navrhuje osvětlovací soustava celým půdorysem. Při návrhu osvětlení vycházíme vždy z nejhoršího možného místa pro umístění lavice. V celém prostoru a v každém jeho funkčním místě musí být zaručeny minimální požadované parametry pro osvětlování.

Při určování vhodné zóny k umístění svítidel pro osvětlení tabule je třeba brát v úvahu výšku a vzdálenost svítidel od tabule spolu se vzdáleností žáka sedícího v první lavici a výšky jeho očí nad podlahou. Svítidla se osazují do řady rovnoběžně s rovinou osvětlované tabule. Délka řady by měla být nejméně taková, jako je délka tabule v rozloženém stavu.

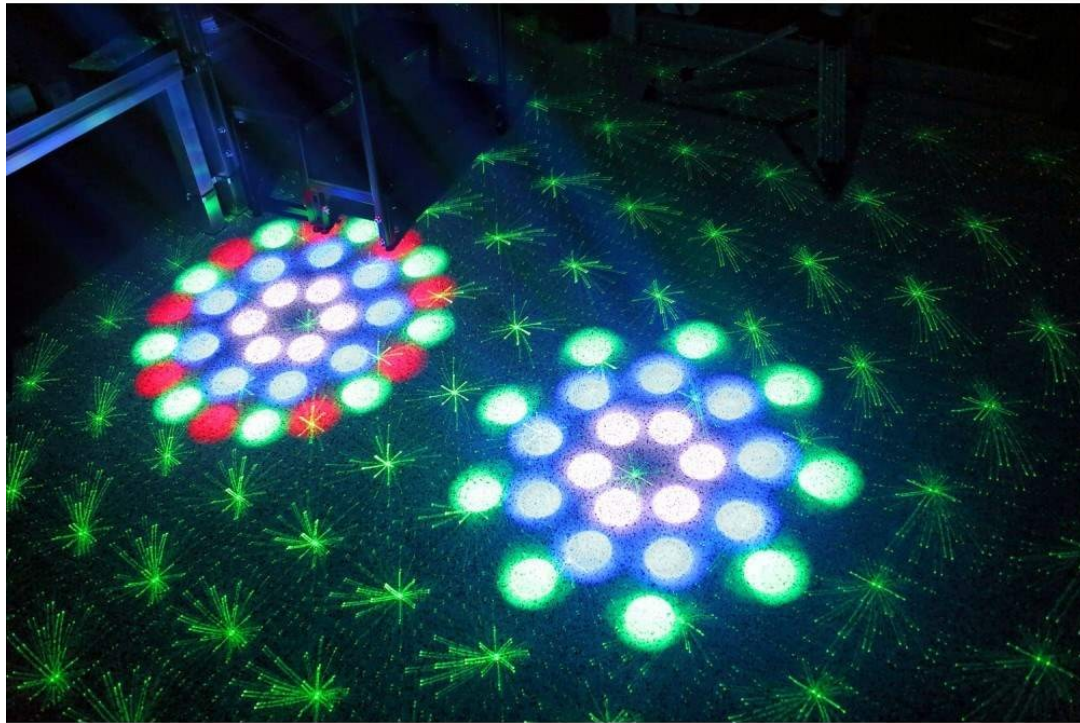
# Rušivé oslnění (tzv. URG)

- Oslnění – nepříznivý stav zraku. Narušuje zrakovou pohodu, ztěžuje vidění+ Subjektivita
- Mírný stupeň si většinou ani neuvědomujeme (únava zraku)
- Důležitá je doba působení oslnění
- **Oslnění kritickým jasem** (absolutní oslnění)
- **Přechodné oslnění** (např. přechod z tmavého prostoru do osvětleného)
- **Oslnění kontrastem** (relativní oslnění) – např. dívání se do žárovky proti stěně
- **Závojevé oslnění** – vzniká, vyskytuje-li se mezi okem a pozorovaným předmětem jasnější prostředí, kalné nebo s poměrně jemnou strukturou jako záclona, znečištěné okno, déšť, mlha
- subjektivita

# Rušivé osvětlení

## Stroboskopický efekt

- velmi efektivní
- blikající světlo (disco, zábavy, koncerty)
- jakoby rozfázuje pohyb tančících lidí a kapely na pódiu. Příčinou je stroboskopický jev (z řečtiny *stróbos* – otáčení, *skópos* – pozorovat).
- stroboskopická metoda pozorování jevů spočívá v přerušování osvětlení pohybujícího se tělesa, tak že těleso pozorujeme jen v určitých zcela krátkých okamžicích
- zrakový vjem nezaniká s podrážděním sítnice současně, ale průměrně asi o jednu třetinu sekundy později, proto se v mozku vytváří obrazy pohybujícího se tělesa v několika fázích současně. Podle frekvence stroboskopického osvětlení můžeme soudit na tvar a pohyb tělesa, na jeho rychlost a ostatní veličiny
- zdrojem přerušovaného světla mohou být např. zářivky a výbojky, protože v nich dochází k neustálému přerušování výboje, při normalizované frekvenci 50 Hz je to stokrát za sekundu. Pokud toto světlo bude svítit na periodický děj, pak budeme vnímat jen určité fáze pohybu.
- poprvé tento jev popsali v roce 1836 Joseph Plateau a Simon Stampfer, nezávisle na nich Christian Doppler v roce 1845. Stroboskopickou metodu pozorování velmi rychlých jevů zdokonalili Ernst Mach a Ludwig Boltzman v roce 1870.





# Monitory



- Nevhodně nastavený kontrast a jas monitorů, obrazovek
- Většinou v souvislosti se špatně zvoleným lokálním nebo celkovým osvětlením v místnosti (co do intenzity nebo směru)
- Vyvolává zrakovou zátěž s negativním dopadem na kvalitu práce, předčasným nástupem únavy
- Pozn.: zastaralé typy často nesplňují požadavky nízkého vyzařování (low radiation)

# Pozornost



# Čistota okenních skel



# Nedostatečná čistota svítidel

- Pokud není stanoveno jinak, v souladu s vyhláškou *o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých* by měla být svítidla **2x ročně** čištěna
- Výhodnější z hlediska údržby - svítidla uzavřená
- Vliv znečištění vnějšími faktory není tak výrazný, plastové kryty těchto svítidel lze snadněji čistit.

# Vztah mezi pracovní činností, osvětleností a kontrastem

Činnost	Požadavky na zrakový výkon	Kontrast	Osvětlenost (lx)
<b>Mimořádně jemné práce</b> – montážní práce a výroba (např. měřicích přístrojů), hodinářství, mimořádně jemné zámečnické práce, klenotnictví, restaurátorské práce apod.	velké	malý střední velký	5000 3000 2000
<b>Středně jemné práce</b> – strojní obrábění, řezání, pilování, broušení, zámečnické práce, opravy automobilů, svařování, náročné balení a třídění, středně náročná kontrola výrobků apod.	průměrné	malý střední velký	500 300 200
<b>Hrubé práce</b> – manipulace s materiálem (břemeny), např. zámečnické, instalátorské, hrubé nýtování, nenáročné svařování, hrubá kontrola chodu dopravníků.	malé	malý střední velký	200 150 100

# Doporučené kombinace barev v interiéru

Barva stropu	Barva stěn	Barva podlahy	Barva nábytku
Bílý	Světle šedé	Bledě zelená	Světle šedý
Bílý	Světle růžové	Šedá	Šedý sytější nebo světle modrý
Bílý	Světle modré	Šedá	Světle šedomodrý
Světle žlutý	Sytější žluté	Hnědá	Světle hnědý

# Vliv délky slunečního svitu na člověka



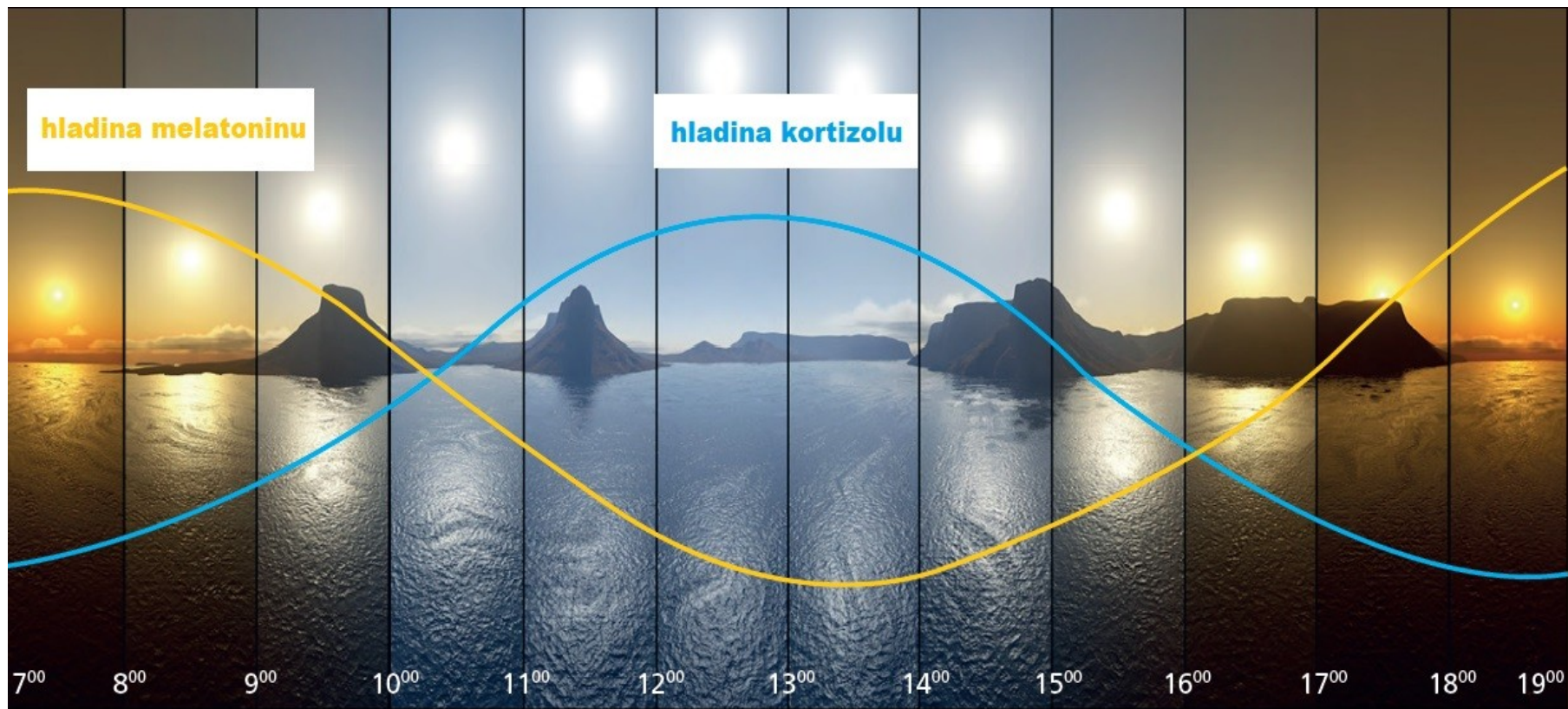
Světlo – škola – jedinec

Cirkadiánní rytmus neboli orgánové hodiny





•



# Cirkadiánní rytmus neboli orgánové hodiny

Letní a zimní čas



# Výzvy – pro ředitele a zřizovatele

4 způsoby, jak zlepšit denní osvětlení

- 1. Zajistit, aby denní světlo bylo dominantním zdrojem světla po většinu dne ve škole nebo třídě.
- 2. Zvolit takové systémy zastínění, které zaručí jeho vysokou kvalitu.
- 3. Soustředit se na nejvíce využívané prostory ve školách – investovat do řešení denního osvětlení tam, kde studenti skutečně pobývají – a v případě potřeby ponechat v místnosti i poněkud tmavší místa.
- 4. Zapracovat úspěšná architektonická řešení denního osvětlení do celkového návrhu školy.

Více denního světla zlepšuje učení

Žáci studující ve třídách s většími okny dosahovali o 15 % lepších výsledků v matematických a logických testech v porovnání s žáky z tříd s malými okny

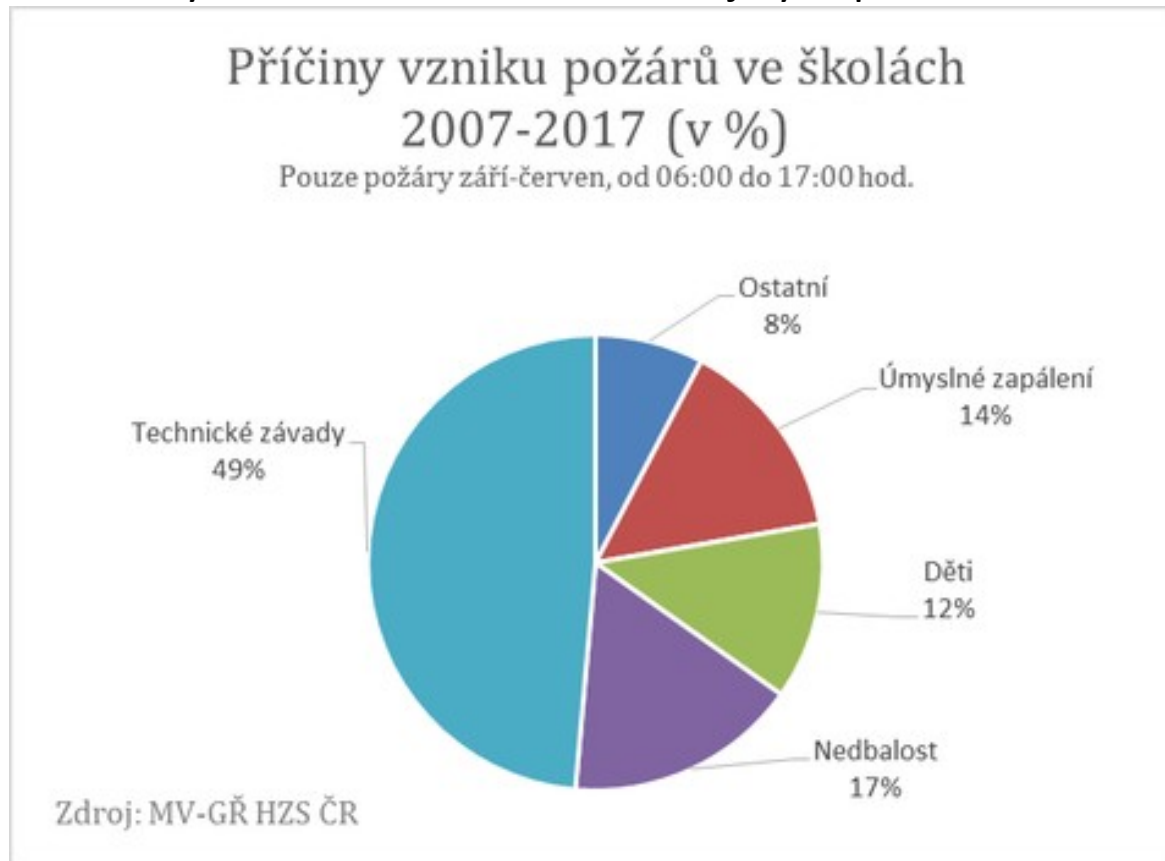
Zdroj: <https://velcdn.azureedge.net/-/media/marketing/cz/katalogy/pdf/velux-cz-brozura-stavime-lepsi-skoly.pdf>

# Osvětlení a požáry ve školách

<https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/17442-ne-dramaticke-pozary-v-ceskych-skolach>

Většina požárů na základních školách **jde na vrub technickým závadám. Ty tvoří polovinu všech požárů.**

Druhá čtvrtina požárů na základních školách je pak rovnoměrně rozložena mezi požáry založené úmyslně, z nedbalosti, anebo z jiných příčin.



## Příčiny vzniku požárů ve školách

Podrobnou analýzou dat o požárech vzniklých v průběhu školního roku a zároveň v době vyučování dojdeme k závěru, že děti do patnácti let se prokazatelně podílejí asi na 12 % všech požárů škol. Tento jev se týká téměř výhradně základních škol, kde školáci způsobí až čtvrtinu všech požárů. Z hlediska procentního zastoupení zní toto vyjádření přímo děsivě. Vždyť představa, že celá čtvrtina školáčků představuje nezletilé pyromany, musí v každém řediteli základní školy vyvolat krůpěje potu na čele. Je tedy na místě znovu připomenout, že čtvrtinou se v tomto případě rozumí 26 případů požárů, které nastaly v průběhu jedenácti let. To znamená, že průměrně se každý rok mezi žáky 4 140 základních škol najdou dvě „nepovedená kvítka“, která způsobí požár. Z tohoto zorného úhlu nevypadá situace s výchovou dětí na základních školách vůbec špatně.

# Současně platné normy a vyhlášky z hlediska denního osvětlení pro školy:

- **Normy:**
  - ČSN EN 17037 (08/2019)
  - ČSN 730580-1:2007 Denní osvětlení budov. Část 1:Základní požadavky (Změna Z3 z 08/2019)
  - ČSN 730580-3:1994 Denní osvětlení budov. Část 3:Denní osvětlení škol (Změna Z3 z 08/2019)
- **Vyhlášky:**
  - Vyhláška 465/2016 Sb. kterou se mění vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, ve znění vyhlášky č. 343/2009 Sb. (*předškolní a školní – vyjma škol vysokých*)
- *Tyto veškeré požadavky jsou závazné zákonem o územním plánování a stavebním řádu (z.č. 183/2006 Sb.) a prováděcí vyhláškou č.268/2009 Sb. O technických požadavcích na stavby.*

# ČSN Česká technická norma

## Požadavky ČSN EN 12464-1:

- udržovaná osvětlenost  $\bar{E}_m$ ,
- rovnoměrnost osvětlení  $E_{min}/\bar{E}_m$ ,
- index rušivého oslnění  $UGR_L$ ,
- index podání barev  $R_a$ ,
- osvětlení má být regulovatelné,
- je třeba zamezit zrcadlové odrazy.
- Tato evropská norma stanovuje požadavky na osvětlení pro vnitřní pracovní prostory z hlediska zrakové pohody a zrakového výkonu osob s normálním zrakem. Uvedeny jsou všechny běžné zrakové úkoly, včetně zobrazovacích jednotek (DSE, display screen equipment). Tato evropská norma stanovuje požadavky na řešení osvětlení pro většinu vnitřních pracovních a přilehlých prostorů z hlediska kvantity a kvality osvětlení. K tomu jsou doplněna doporučení pro správnou osvětlovací praxi. Revidovaná norma byla oproti prvnímu vydání značně zdokonalena. Hlavní změny revidovaného znění normy: - je uvažována důležitost denního osvětlení; požadavky na osvětlení jsou všeobecně použitelné nezávisle na tom, je-li poskytováno umělým nebo denním osvětlením nebo jejich kombinací, - jsou specifikovány požadavky na minimální osvětlenost stropů a stěn, - je specifikována válcová osvětlenost a detailní informace o podání tvaru (modelaci), - rovnoměrnost osvětlení je přiřazena zrakovým úkolům a činnostem, - je definováno pozadí zrakového úkolu a specifikováno jeho osvětlení, - je definována síť kontrolních bodů podle EN 12464-2, - jsou uvedeny nové limity jasů svítidel používaných u zobrazovacích jednotek (DSE, display screen equipment) podle ISO 9214-307. Původní národní příloha, která byla vydána v r. 2005 formou Změny Z1, byla v přejímaném revidovaném znění podstatně zkrácena a vložena přímo do konečného znění normy jako informativní příloha NA.

## Požadavky vyhlášky 410/2005 Sb.:

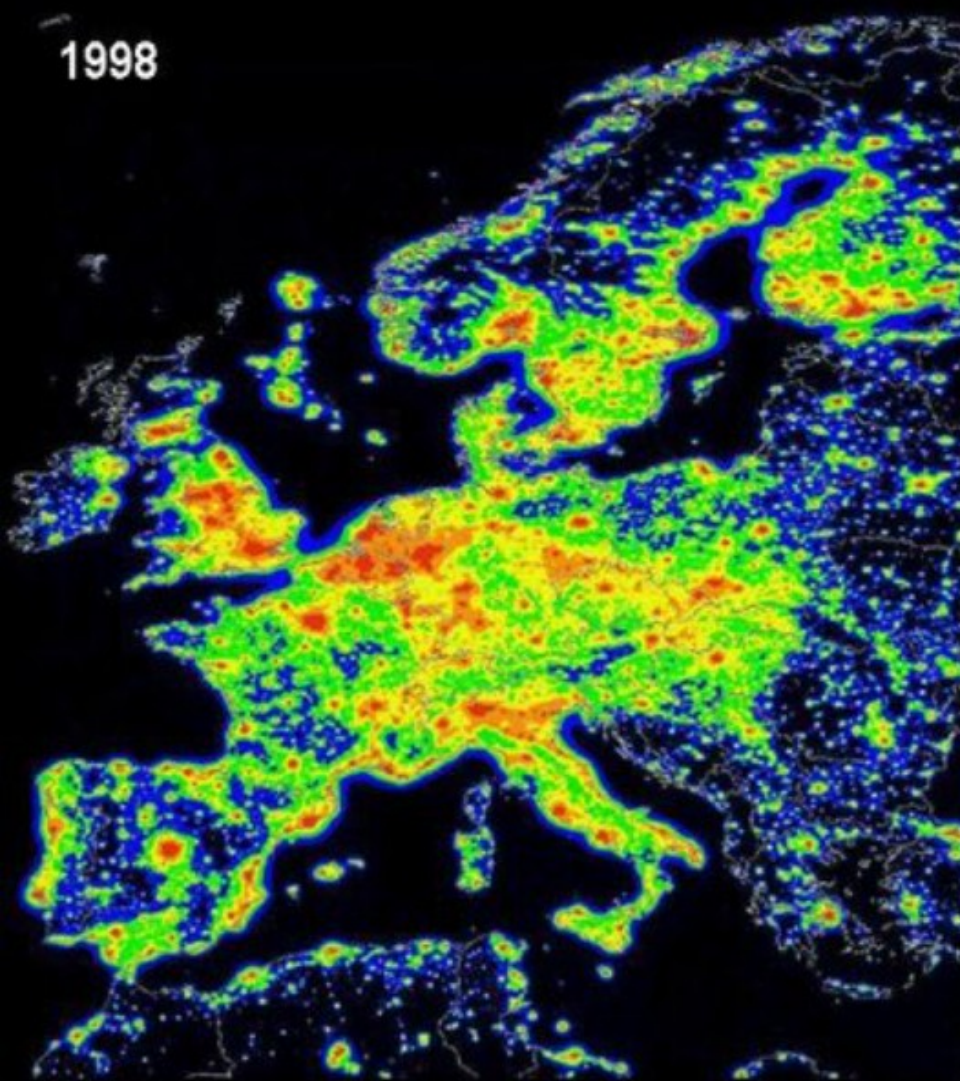
- osvětlení lavic zleva a shora,
- svítidla rovnoběžně s okenní stěnou,
- místem zrakového úkolu je prostor s lavicemi nebo stůl učitele,
- obnova povrchů stěn (malování) nejméně jednou za tři roky,
- nejméně dvakrát ročně celkový úklid všech prostor a zařízení.

# Světelný smog

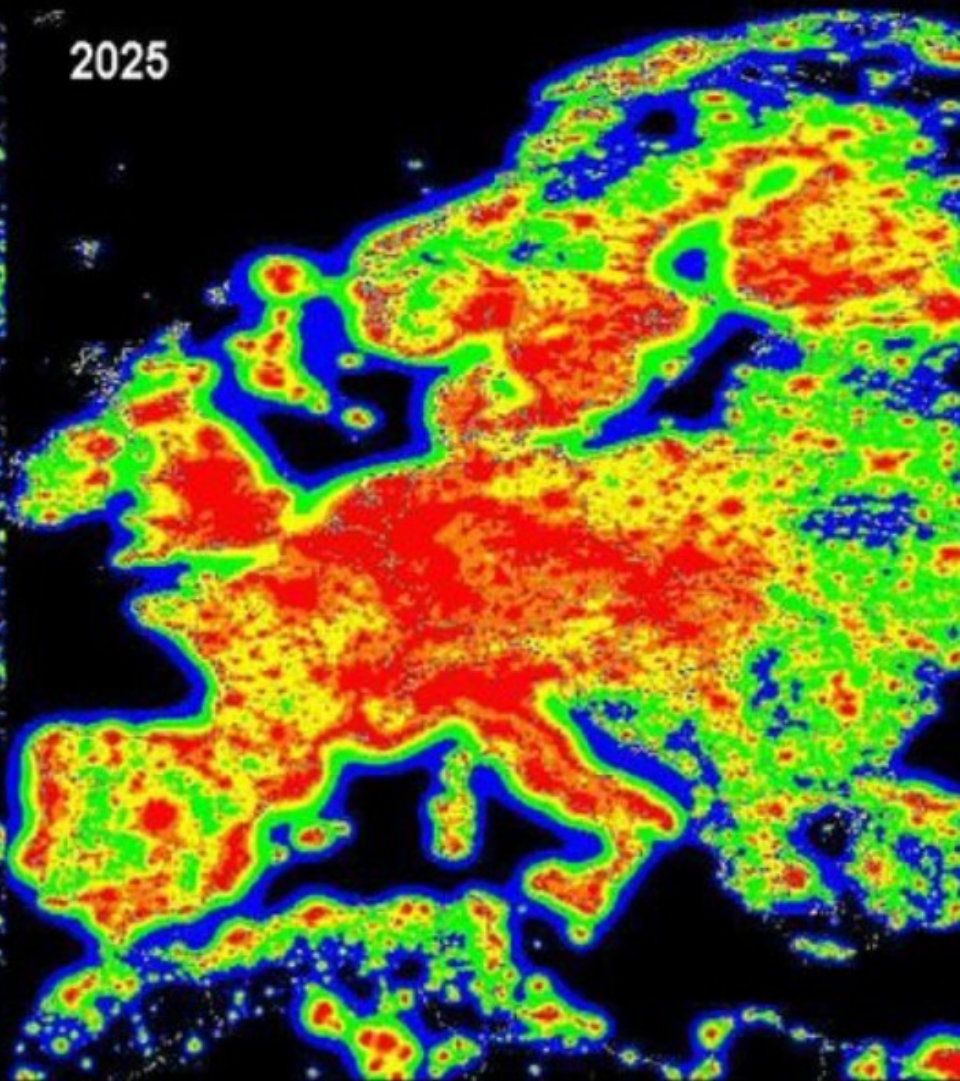




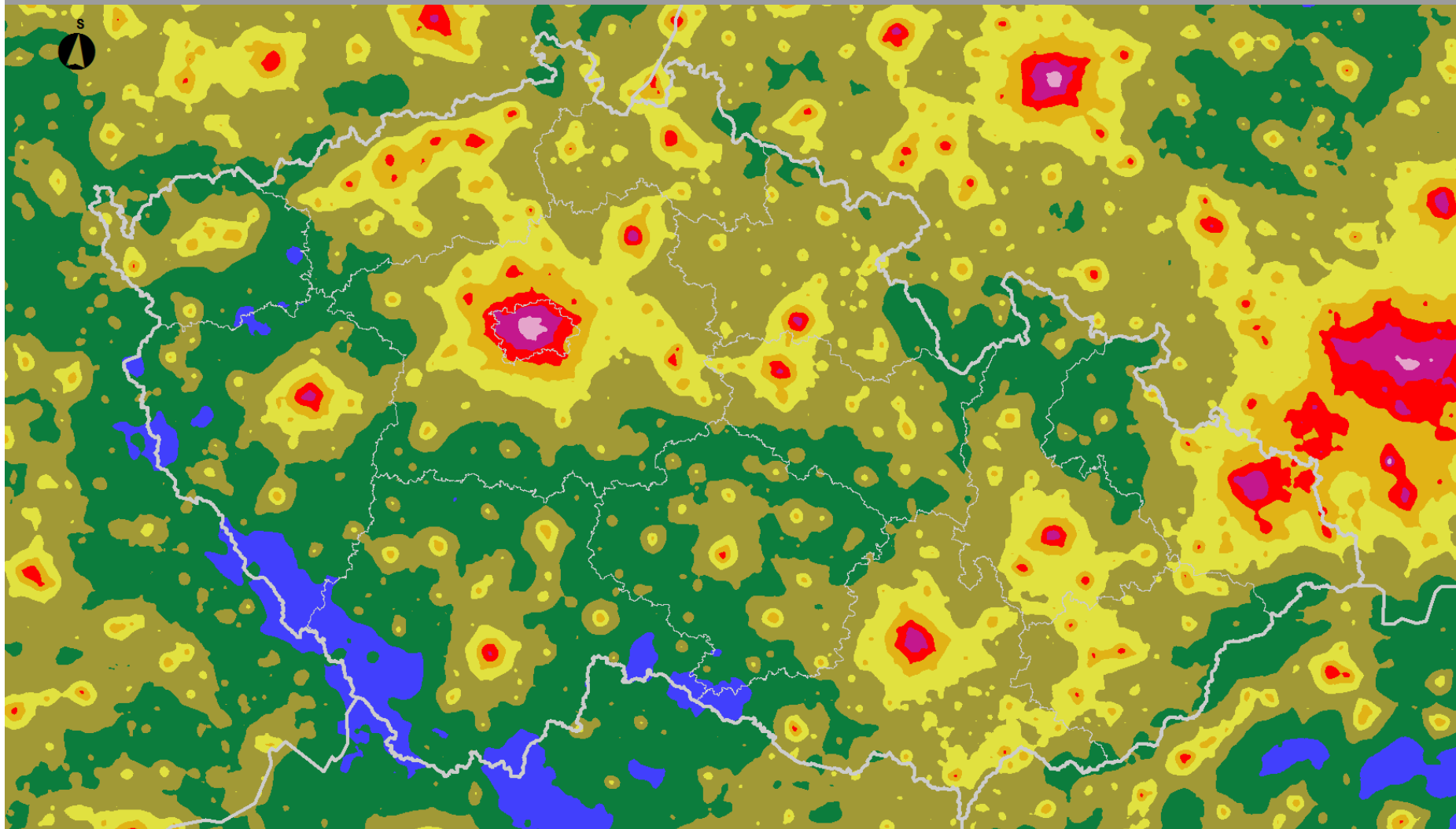
1998



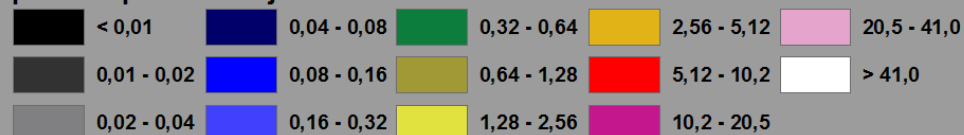
2025



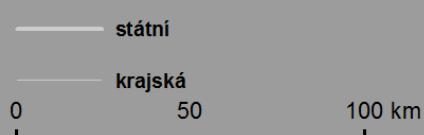
# UMĚLÝ JAS NOČNÍ OBLOHY NAD ČESKOU REPUBLIKOU



## poměr k přírodnímu jas



## hranice



Česká astronomická společnost, 2017

[www.svetelnezneisteneni.cz](http://www.svetelnezneisteneni.cz)

Převzato z:  
Supplement to: The New World Atlas  
of Artificial Night Sky Brightness,  
Falchi et al. 2016,  
<http://doi.org/10.5880/GFZ.1.4.2016.001>

?

- Hrozby, reality, budoucnost, současnost?



# VYHLÁŠKA

o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení  
a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých

- § 12-16
- Samostudium