

Elektrické světlo

KEE/ESV

Lenka Raková

12. přednáška

2015/2016

1

Obsah

- **Opakování – základní výpočty**
- **Osvětlení interiérů**
- **Osvětlování bytů**
- **Ekonomická a energetická náročnost OS**

OPAKOVÁNÍ ZÁKLADNÍ VÝPOČTY

3

OSVĚTLENÍ INTERIÉRŮ

10

UMĚLÉ OSVĚTLENÍ INTERIÉRŮ

Rozdělení dle zdroje proudu a provozního účelu

- **Normální** – při bezporuchovém stavu napájecí soustavy
 - **Hlavní** – dle zrakové činnosti pro kterou je prostor určen
 - **Pomocné** – většinou pro činnosti související s údržbou a kontrolou prostoru
- **Nouzové** – při přerušení dodávky z ES

UMĚLÉ OSVĚTLENÍ INTERIÉRŮ

Rozdělení dle rozložení sledovaných světelně technických veličin

- **Celkové**
 - Rovnoměrné osvětlení prostoru bez ohledu na zvláštní místní požadavky
 - Zajišťuje požadovanou osvětlenost v celém prostoru **dle nejnáročnějšího zrakového úkolu** v řešeném prostoru
 - **Použití:** velké prostory, kanceláře, dílny, haly a skladové prostory
 - Nevýhodou je **energetická náročnost**
- **Odstupňované**
 - v části prostoru zesílené osvětlení na vyšší intenzitu (obvykle v místě pracovního úkolu)
 - Prostor vymezen do zón – funkčně vymezené části prostoru
 - **Použití:** velkoprostorová kancelář
- **Kombinované** – kombinace obou
 - Výhodou je **energetická náročnost**

UMĚLÉ OSVĚTLENÍ INTERIÉRŮ

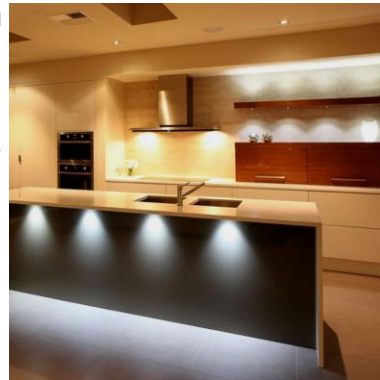
Rozdělení dle specifické světelné atmosféry

Akcentové

- Zdůraznění určitých předmětů, objektů či ploch v interiéru
- Využití směrového osvětlení
- Vyšší jas či sytost barev osvětleného předmětu v porovnání s okolím

- Činitel akcentu

- hodnotí míru vjemu akcentového účinku
- = podíl jasu osvětlovaného předmětu k jasu okolí



3. května 2016

13

12. přednáška KEE/ESV

UMĚLÉ OSVĚTLENÍ INTERIÉRŮ

Akcentové



14

UMĚLÉ OSVĚTLENÍ INTERIÉRŮ

Rozdělení dle specifické světelné atmosféry

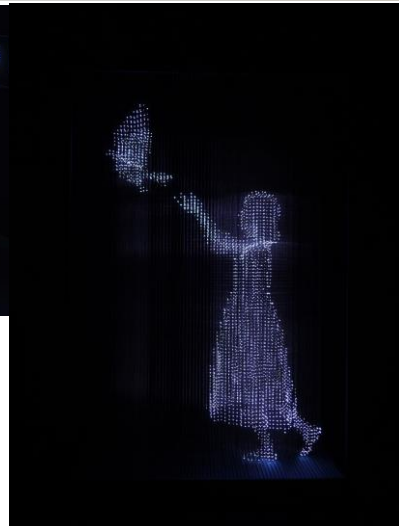
Efektové

- Vytvoření zajímavých světelných vzorů – **předmětem zájmu je světlo, ne předmět**
- Základem je vytvoření světelné kresby – výsledek je ovlivněn
 - Charakterem vyzařování svítidla
 - Materiálem a texturou povrchu
 - Směrností svítidla
 - Chromatičností a kolorita



UMĚLÉ OSVĚTLENÍ INTERIÉRŮ

Efektové



3. května 2016

16

UMĚLÉ OSVĚTLENÍ INTERIÉRŮ

Rozdělení dle specifické světelné atmosféry

Dekorační

- Použití vzhledově zajímavých svítidel a svítících objektů



12. přednáška KEE/ESV

3. května 2016

17

UMĚLÉ OSVĚTLENÍ INTERIÉRŮ

Dekorační



12. přednáška KEE/ESV

3. května 2016

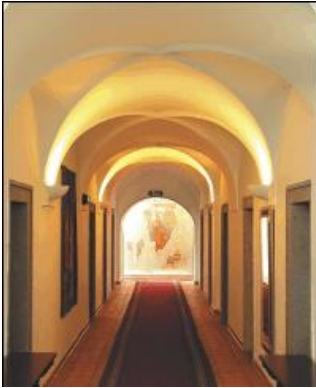
18

UMĚLÉ OSVĚTLENÍ INTERIÉRŮ

Rozdělení dle specifické světelné atmosféry

Architekturní

- Cíl upoutání pozornosti k architektuře prostoru



12. přednáška KEE/ESV

3. května 2016

19

UMĚLÉ OSVĚTLENÍ INTERIÉRŮ

Rozdělení dle specifické světelné atmosféry

Barevné

- Osvětlení či prosvětlení velkých ploch
- Světelné zdroje vyzařující pouze v části viditelného spektra (barevné zářivky, vysokotlaké výbojky, LED)



12. přednáška KEE/ESV

3. května 2016

20

UMĚLÉ OSVĚTLENÍ INTERIÉRŮ

Biodynamické osvětlení

- Napodobení průběhu denního osvětlení
- Proměnná intenzita osvětlení a barevné popřípadě směrové vlastnosti
- Bezokenní prostory (nemocnice, dispečinky a velíny, atd.)



12. přednáška KEE/ESV

3. května 2016

21

12. přednáška KEE/ESV 3. května 2016

ZÁKLADY OSVĚTLOVÁNÍ BYTŮ

22

OS BYTŮ

- **Pro návrh je důležité znát**
 - Jaká zraková činnost se bude v daném místě vykonávat
 - Dítě X dospělí
 - Poloha pozorovatele (v sedě, ve stoje, v leže)
- V místě kde nepotřebujeme dosáhnou určité osvětlenosti nutné pro zrakový výkon, tak tam **musí být dodržena minimálně osvětlenost** pro zachování **zrakové pohody**.
- **Index podání barev** byl měl být **vyšší než 80** nejlépe **vyšší než 90**
 - **Centrální osvětlení**
 - stropní svítidlo – nepřímé osvětlení – příjemné měkké světlo
 - **Místní osvětlení** – doplňuje centrální – stolní či stojanové svítidlo

12. přednáška KEE/ESV

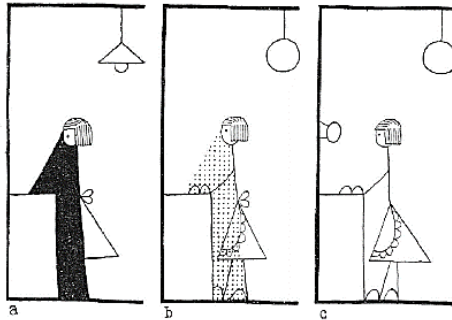
3. května 2016

23

	Prostor	Udržovaná osvětlenost E_m (lx)	Index oslnění UGR_L	Index podání barev R_a	Výška vodorovné srovnávací roviny nad podlahou (m)
1	Domovní dvory, atria	10	–	–	0
2	Domovní, méně frekventované komunikace	20	25	60	0
3	Vnitřní části domovních vstupů, vstupy do výtahů u objektů s malou frekvencí	30	25	60	0
4	Na místě se jménem uživatele bytu, na zvonkovém tablu a na vstupu do bytu	30	–	–	–
5	Celkové osvětlení obytné místnosti (které se ještě doplňuje místním osvětlením)	50	22	80	0.85
6	Komunikace v bytě	75	22	80	0
7	Obytné kuchyně, šatny, spíže	100	22	80	0.85
8	Sušárny, úschovny kočárků a kol	100	28	60	0.85
9	Domovní, frekventované komunikace včetně vnitřních částí vstupů a vstupy do výtahu – zvýšený pohyb v objektu nebydlících osob	100	25	60	0
10	Domovní prádelny	150	25	80	0.85
11	Koupelny, WC	200	22	80	0.85
12	Domácí dílny, místnost pro domácí práce, mandl	300	22	80	0.85
13	Kuchyňská pracovní linka, varná deska sporáku	300	22	90	–

OS BYTŮ

- **Osvětlení domovních vstupů** – zvonek, jmenovky – vertikální osvětlenost minimálně 20 lx
- **Obývací pokoj** – velká variabilita – dle charakteru užití
- **Kuchyň**



Obr. 14. Kdy si při práci v kuchyni stíníme?

a) obvyklá instalace svítidla; b) náprava předchozího řešení; místo osvětlení přímého osvětlení smíšené; c) správný způsob

25

OS BYTŮ

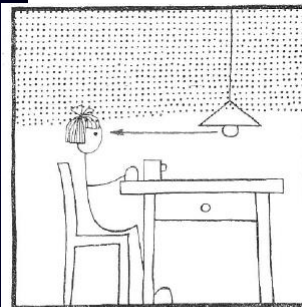
Jídelna

světlo dopadá na předmět zájmu, tedy na prostřenou tabuli (vyšší hladina není na škodu).

- vhodné svítidlo spuštěné poměrně nízko nad stolem (zásady jako v případě svítidla spuštěného nad konferenční stůl v obývacím)

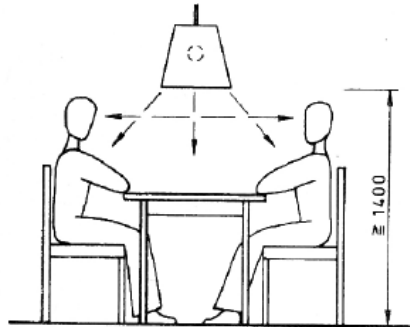
- celkové osvětlení - není dobré, když se zbytek jídelny ztrácí v temnotách

(příjemný efekt osvětlením obrazu, květiny, příborníku)



Obr. 15. Oslňování je největší chybou při pracovním osvětlení: vyčnívající zdroj nezdravě oslňuje

OS BYTŮ



Obr. 50. Osvětlení jídelního stolu. Svítidlo musí osvětlit rovnoměrně celou plochu stolu a nesmí bránit pohledům mezi stolujícími (výška min. 1,4 m).

Svítidlo 1,4 m - stíny nesmí zkreslovat obličej (cel. OS), nižší jas, clonění ! děti

Vyšší jas - umístit výš - přitahuje - třpyt příborů a skla, pestré stínidlo zkresluje barvy, $R_a > 80$ - jídlo přirozenou barvu

12. přednáška KEE/ESV

3. května 2016

27

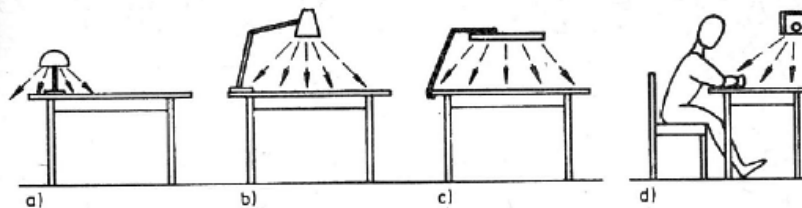
OS BYTŮ

Pracovna

Nastavitelné svítidlo

(jas stínidla menší než jas osvětlované plochy)

- osvětlení z leva - praváci
- osvětlení z prava - leváci



Obr. 48. Osvětlení pracovního stolu. a — nízké svítidlo osvětlí jen malou část plochy, b — žárovkové nastavitelné svítidlo, c — žárovkové svítidlo osvětlí rovnoměrně celý stůl, d — stůl u stěny se výhodně psvětí nástěnným svítidlem, cloněným proti přímému pohledu do zdroje.

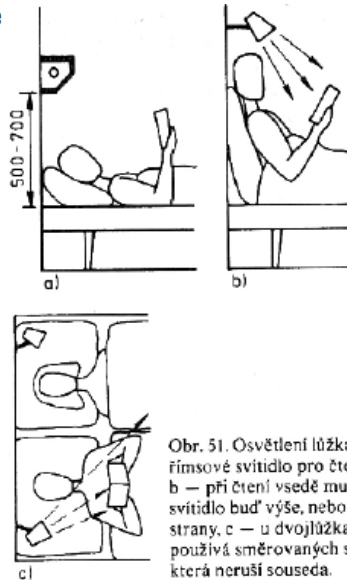
12. přednáška KEE/ESV

3. května 2016

28

OS BYTŮ

Ložnice



Obr. 51. Osvětlení lůžka. a — římsové svítidlo pro čtení vleže, b — při čtení vsedě musí být svítidlo buď výše, nebo ze strany, c — u dvojlůžka se používá směrovaných svítidel, která neruší souseda.

**Převažující směr zezadu
shora - ze strany nebo shora
! nestínit hlavou, mimo zorné
pole
dlouhodobě nemocní -
část světla nepřímé osvětlení
dětské postýlky - orientační)
světlo pro kontrolu dítěte -
nesmí rušit**

9

12. přednáška KEE/ESV 3. května 2016

ENERGETICKÁ NÁROČNOST OSVĚTLOVACÍCH SOUSTAV

30

ENERGETICKÁ NÁROČNOST OS

- **Návrh OS** – využití daného prostoru dle možnosti osvětlení
= vytvoření dostatečných světelných podmínek pro danou zrakovou činnost
- **Energetická náročnost** – až na druhém místě
= požadovaných světelnotechnických parametrů by mělo být dosaženo energeticky co možná nejúčinnějším způsobem.

Požadavky na světelně technické jsou vždy nad požadavky
na nižší energetickou náročnost!!!

Požadavky pozorovatelů

- **Fyziologické** – požadavky na zrakový výkon (průmyslové, kancelářské objekty)
- **Psychologické** – světelná atmosféra, většinou součástí výtvarného řešení interiéru (divadla, kina, restaurace) – těžko lze hodnotit objektivně – subjektivní vjem – obtížné posouzení energetické náročnosti (nutno konzultovat s autorem – OS)
- **Biologické** – ovlivnění biologických pochodů (cirkadiánní cyklus) – vyšší energetická náročnost než běžné OS

12. přednáška KEE/ESV

3. května 2016

31

ENERGETICKÁ NÁROČNOST OS

Posuzování energetické náročnosti umělého osvětlení budovy

- ČSN EN 15 193 Energetická náročnost budov – Energetické požadavky na osvětlení.

Dva případy

• Nová OS

- Instalovaný příkon osvětlení - znám
- Doba využití a skutečný provozní příkon – odhad na základě předpokládaného charakteru provozu daného objektu

• Existující (stávající) OS

Energetickou náročnost je možné stanovit z naměřených hodnot spotřeby elektrické energie – podíl spotřeby elektrické energie pro osvětlení na celkové spotřebě objektu se jen odhaduje.

12. přednáška KEE/ESV

3. května 2016

32

ENERGETICKÁ NÁROČNOST OS

Na základě instalovaného příkonu a charakteru provozu – odhad časového využití OS např. během jednoho roku.

Pro stanovení možných úspor je důležité stanovení míry nepřesnosti tohoto odhadu!

Přesná spotřeba – přímé měření



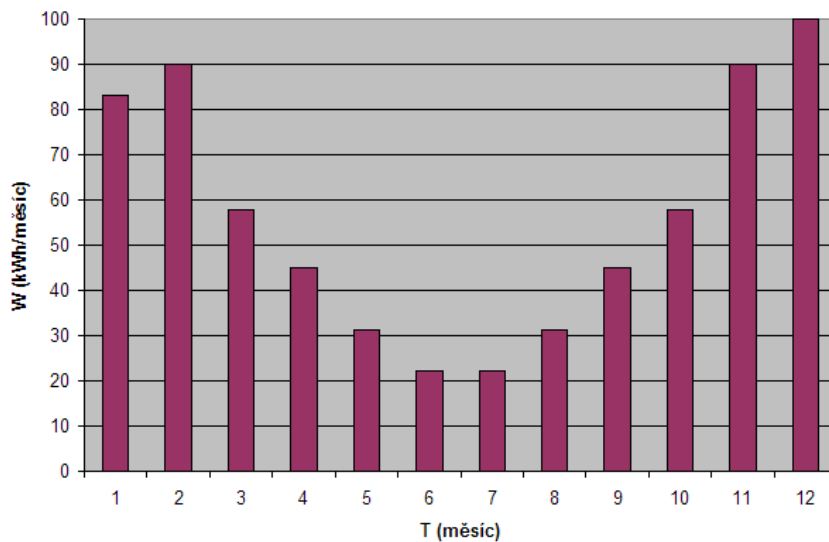
Příklad odhadu energetické náročnosti umělého osvětlení jako poměru z celkové spotřeby objektu za určité časové období (např. rok).

12. přednáška KEE/ESV

3. května 2016

33

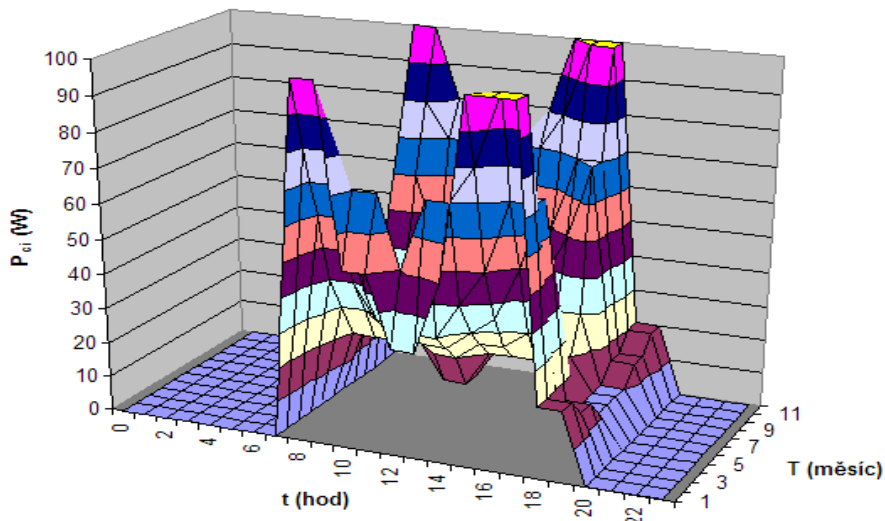
ENERGETICKÁ NÁROČNOST OS



Příklad podrobnějšího zpracování výsledků měření spotřeby elektrické energie pro umělé osvětlení v měsíčních časových intervalech ve sledovaném ročním období.

34

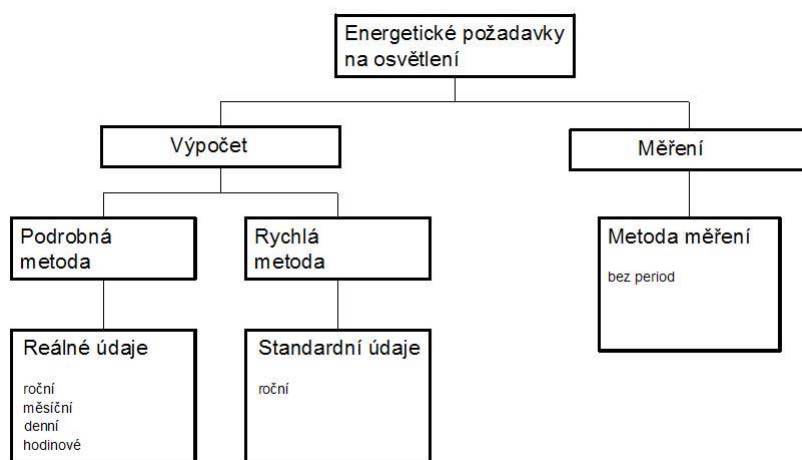
ENERGETICKÁ NÁROČNOST OS



Příklad podrobného zpracování výsledků měření skutečného příkonu P dolní index ci [W] vybraného svítidla sledované soustavy umělého osvětlení.

35

VÝPOČET SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE



VÝPOČET SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE

• Rychlá metoda

- spotřeba elektrické energie budovy jako celku
- k dispozici pouze hodnoty o celkové spotřebě elektrické energie pro osvětlení
- ověření zda daná hodnota spotřeby odpovídá směrným hodnotám pro referenční objekt

• Podrobná metoda

- analýza spotřeby z pohledu prostoru a časové distribuce spotřeby elektrické energie
- OS lze dělit dle typových prostorů, místností či zón

• Typové místnosti

= prostory s podobným charakterem využití jako posuzovaná místnost (např. kancelář)

12. přednáška KEE/ESV

3. května 2016

37

VÝPOČET SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE

Spotřeba elektrické energie pro osvětlení (W)

$$W = W_L + W_P$$

Spotřeba pro
napájení
nouzového
osvětlení

Spotřeba pro napájení **normálního osvětlení** (W_L)

$$W_L = \frac{(P_n \cdot F_c) \cdot [(t_D \cdot F_o \cdot F_D) + (t_N \cdot F_o)]}{1000}$$

- P_n je celkový instalovaný příkon svítidel ve vnitřním prostoru nebo v jeho části (W)
- t_D je doba provozu s denním světlem (h)
- t_N je doba provozu bez denního světla (h)
- F_c je činitel závislosti na denním světle (-)
- F_o je činitel závislosti na obsazení (-)
- F_D je činitel konstantní osvětlenosti (-)

12. přednáška KEE/ESV

3. května 2016

38

VÝPOČET SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE

Spotřeba (W_p) pro nabíjení svítidel nouzového osvětlení, pro krytí ztrát, včetně spotřeby pro ovládací systémy mimo pracovní dobu

$$W_p = \frac{P_{pc} \cdot [t_y - (t_D + t_N)] + P_{em} \cdot t_{em}}{1000}$$

VÝPOČET SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE

Spotřeba elektrické energie pro osvětlení (W)

$$W = W_L + W_p$$

Spotřeba pro napájení normálního osvětlení (W_L)

Spotřeba (W_p) pro nabíjení svítidel nouzového osvětlení, pro krytí ztrát, včetně spotřeby pro ovládací systémy mimo pracovní dobu

- **Rychlá metoda** – parametry popisují spotřebu elektrické energie na osvětlení u celého objektu.
- **Podrobná metoda** - parametry se stanovují pro jednotlivé celky či místnosti a pro dílčí časové úseky v průběhu roku.
- **Celková spotřeba** se stanoví součtem zjištěných dílčích spotřeb elektrické energie za celý rok.

VÝPOČET SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE

Po stanovení celkové spotřeby elektrické energie pro osvětlení výpočtem nebo měřením se určí

Měrná spotřeba energie na 1m² za rok = LENI (kWh.m⁻².rok⁻¹)

$$LENI = \frac{W}{A}$$

Celková využitelná plocha budovy (m²)

Spotřeba elektrické energie pro osvětlení za rok (kWh.rok⁻¹)

- porovná se směrnými údaji v normě.

Pro každý typ budovy uvedeny **směrné hodnoty měrné spotřeby energie** pro **tři třídy kvality** pro manuální ovládání osvětlení bez systému pro hlídání konstantní osvětlenosti.

12. přednáška KEE/ESV

3. května 2016

41

Typ prostoru	Třída kvality osvětlení	P _{em} (kWh/m ² .rok)	P _{pc} (kWh/m ² .rok)	PN (W/m ²)	LENI (W/m ²)
Administrativní budovy	*	1	5	15	42,1
	**	1	5	20	54,6
	***	1	5	25	67,1
Vzdělávací zařízení	*	1	5	15	34,9
	**	1	5	20	44,9
	***	1	5	25	54,9
Zdravotnická zařízení	*	1	5	15	70,6
	**	1	5	25	115,6
	***	1	5	35	160,6
Hotely	*	1	5	10	38,1
	**	1	5	20	72,1
	***	1	5	30	108,1
Restaurace	*	1	5	10	29,6
	**	1	5	25	67,1
	***	1	5	35	92,1
Sportoviště	*	1	5	10	43,7
	**	1	5	20	83,7
	***	1	5	30	123,7
Obchodní prostory	*	1	5	15	78,1
	**	1	5	25	128,1
	***	1	5	35	178,1
Průmyslové prostory	*	1	5	10	43,7
	**	1	5	20	83,7
	***	1	5	30	123,7

UVAŽOVANÉ SVĚTELNĚ TECHNICKÉ PARAMETRY PRO JEDNOTLIVÉ TŘÍDY KVALITY OSVĚTLENÍ

Parametry	Třída kvality osvětlení		
	*	**	***
Udržovaná osvětlenost \bar{E}_m	x	x	x
Omezení rušivého oslnění (UGR)	x	x	x
Vyloučení míhání a stroboskopického jevu	xx	xx	xx
Omezení závojových odrazů a oslnění odrazem		xx	xx
Zlepšené podání barev		x	x
Zajištění dobré modelace		xx	xx
Zajištění vhodného rozložení jasů v místnosti		xx	xx
Zajištění vhodného osvětlení obličejů E_z			xx
Věnování zvláštní pozornosti zdravotním hlediskům*)			xx
Poznámka: x musí splňovat světelně technické parametry dle ČSN EN 12464-1. xx musí splňovat slovně popsané požadavky na osvětlení dle ČSN EN 12464-1. *) zdravotní hlediska mohou vyžadovat mnohem vyšší osvětlenosti a tím i vyšší W/m ² .			

MOŽNOSTI ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ

- Úsporná opatření se navrhují po posouzení energetické náročnosti celého objektu
- Pro komplexní hodnocení celkové energetické náročnosti budovy je třeba zjištěnou spotřebu elektrické energie na osvětlení W (kWh. rok-1) **přepočítat** na veličinu **EP_{Light}** (GJ . rok-1)

$$EP_{Light} = \frac{W}{277,8}$$

Výsledná hodnota spotřeby elektrické energie je zahrnuta do celkové energetické bilance budovy!!!

MOŽNOSTI ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ

Pro návrh energeticky úsporné osvětlovací soustavy lze využít následujících strategií:

- volba osvětlovací soustavy
 - volba technických prostředků
 - kontrola dimenzování osvětlovací soustavy
 - využití denního světla
 - kontrola přítomnosti osob
 - využití časových režimů
-
- Volba strategie úsporných opatření dle spotřeby elektrické energie za určité časové období

$$W = P_n \cdot t_o$$

Celkový provozní příkon
svítidel(kW)

Provozní doba (h/rok)

12. přednáška KEE/ESV

3. května 2016

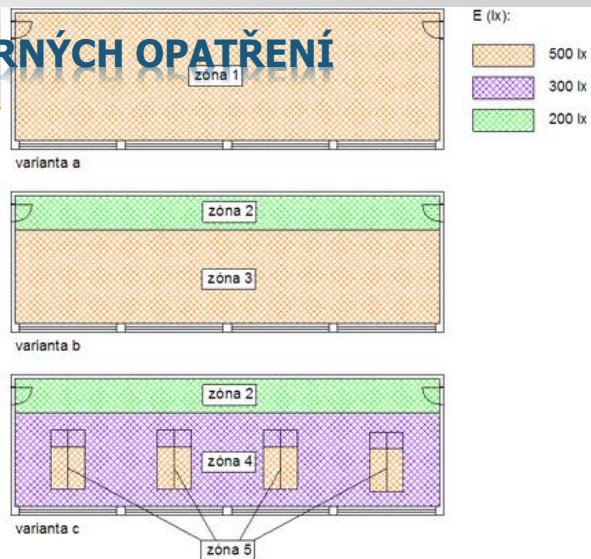
45

MOŽNOSTI ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ

Energetickou náročnost osvětlovací soustavy ovlivňuje její **typ a charakter**. Hlavní osvětlení vycházející z fyziologických požadavků uživatelů lze realizovat osvětlovací soustavou:

- **celkového osvětlení** – představuje největší energetickou náročnost,
- **odstupňovaného osvětlení**
- **kombinovaného osvětlení** – představuje nejmenší energetickou náročnost.

12. přednáška KEE/ESV



Obr. 6 Příklad půdorysu velkoprostorové kanceláře a jeho možného rozdělení do funkčně vymezených zón: varianta a – celková osvětlovací soustava; varianta b – odstupňovaná soustava; varianta c – kombinovaná soustava. Energetické náročnosti jednotlivých variant jsou v poměru 100 % : 80 % : 48 %.

