

Současné možnosti efektivního osvětlování v interiéru

Ing. Jan Škoda, Ph.D.

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Technická 12, Brno, 616 00

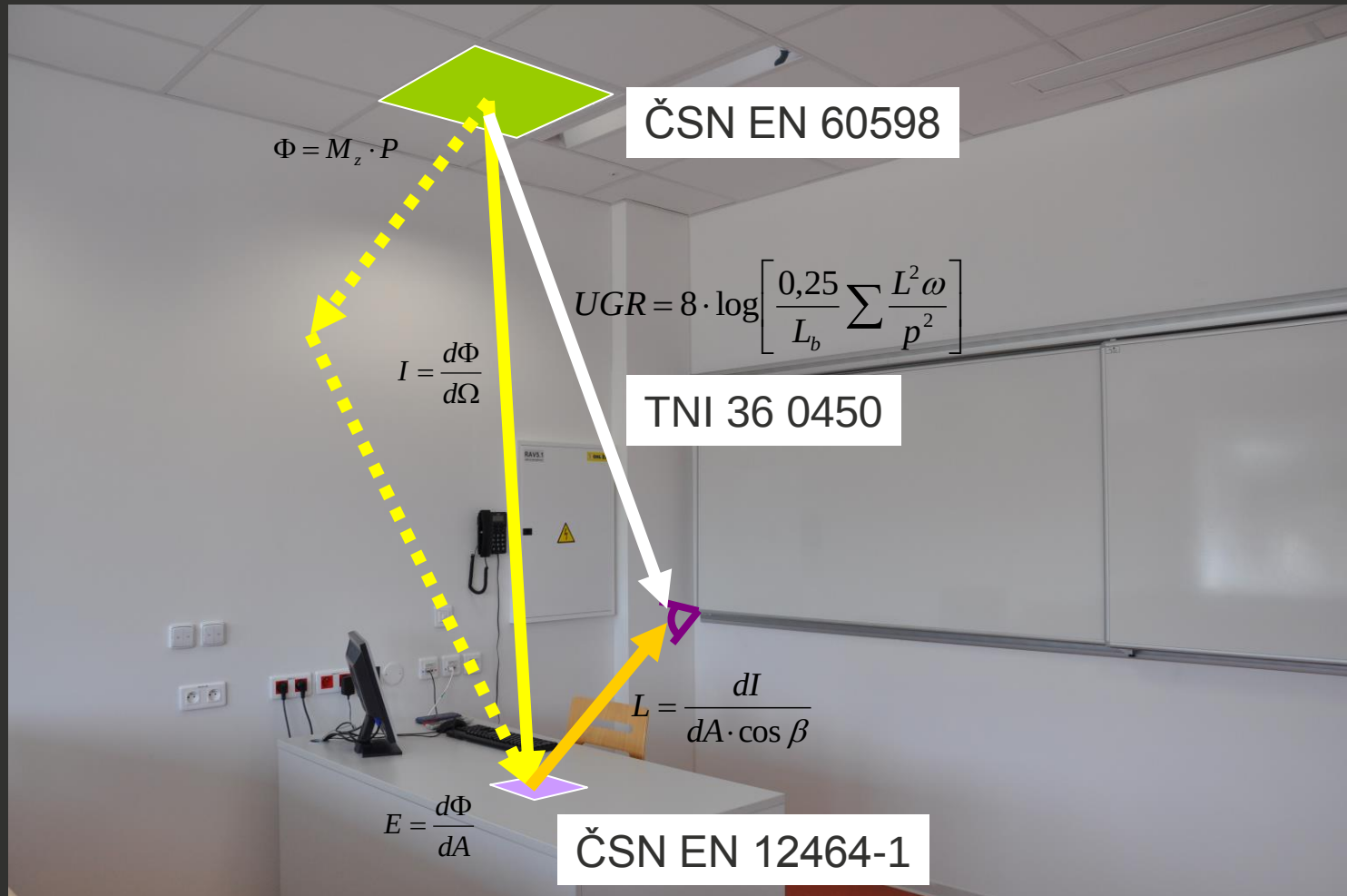
Tel.: 541 146 238, email: skoda@feec.vutbr.cz

www.svetelnalaborator.cz, www.lumidisp.eu

Proč osvětlujeme?

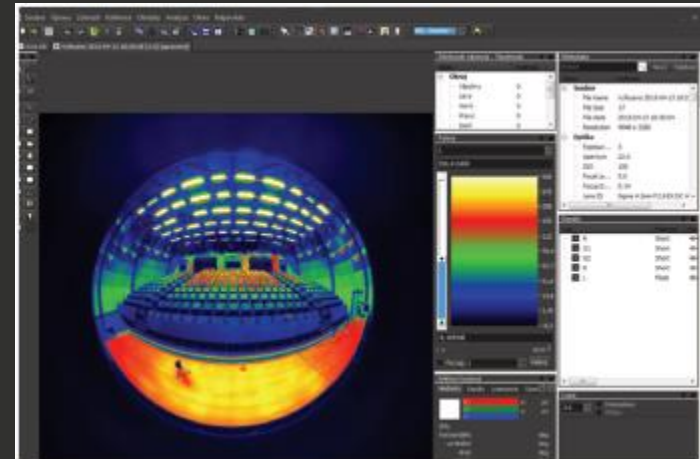
- Člověk přijímá zrakově více než 90% informací
- Zraková pohoda
 - je takový psychologický stav, při němž zrakový systém optimálně plní svoji funkci, příliš se neunavuje ani při delším úkonu, člověk má pocit, že dobře vidí, cítí se dobře a prostředí je mu vzhledově příjemné
- Kdy a kde?
 - Tehdy, kdy už denní světlo nesvítí (dopravní komunikace, směnný provoz, prodloužení dne – domácnosti, ...)
 - Tam, kde denní světlo nelze zavést nebo je jej málo (uvnitř budov, doly, ...)

Jak to funguje?



Jak měřit jas a oslnění?

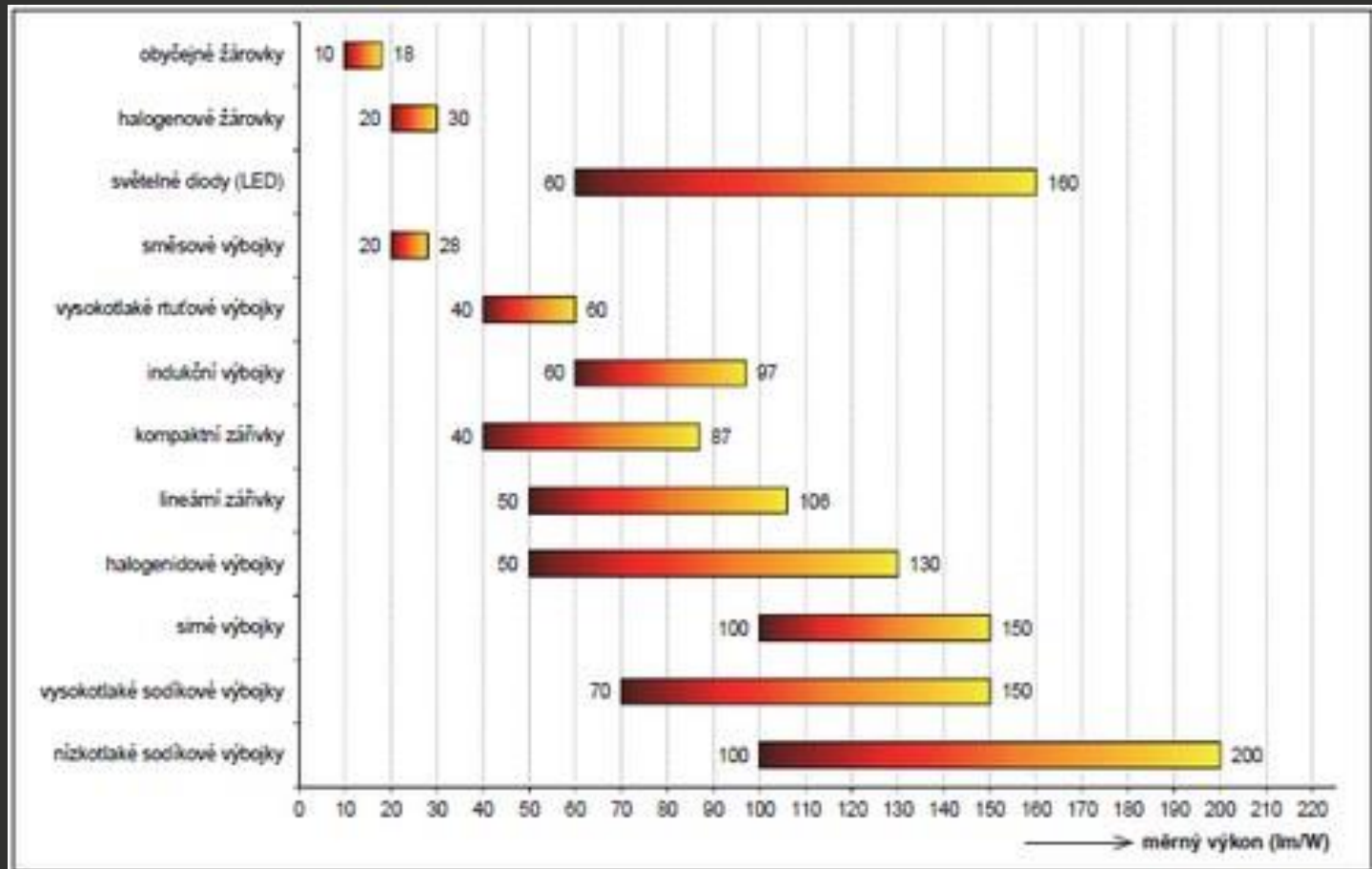
- Jasové analyzátory
 - LDA – LumiDISP (VUT v BRNĚ)
 - Konica Minolta
 - Technoteam
 - ...



Kde být efektivnější?

- Účelné využití světla
 - Pokud chceme maximálně uspořit – NESVIŤME!
 - Maximálně využívejme denní světlo – JE TO *zatím* ZADARMO!
 - Denní světlo je nejpřirozenější pro člověka, zvířata a rostliny
 - Dynamické vlastnosti
 - Biorytmy
 - Výborné podání barev
 - Když už svítit uměle, tak jen tam kde je třeba a kdy je třeba
 - Řízení
- Účinnější světelné zdroje
- Kvalitní optické systémy
- Návrh osvětlovacích soustav

Jak je to tedy s měrným výkonem?



Jak je to s LED?

- Široká škála měrných výkonů
 - Teoretické možnosti
 - 60 $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$ modrá
 - Více než 200 $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$ bílá
 - 260 $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$ červená
 - 500 $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$ žlutá
 - 590 $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$ zelená
 - Maximální teoretická účinnost 683 $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$
 - 26.3.2014 CREE oznámila, že pokořila hranici 303 $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$ (při CCT 5150 K a 350 mA)
- Široká škála barevných teplot
 - 2500K – 10000 K
- RGB mixování barev
- Okamžitá odezva – různé aplikace, řízení
- Dlouhá životnost



Co s nevyhovující osvětlovací soustavou?

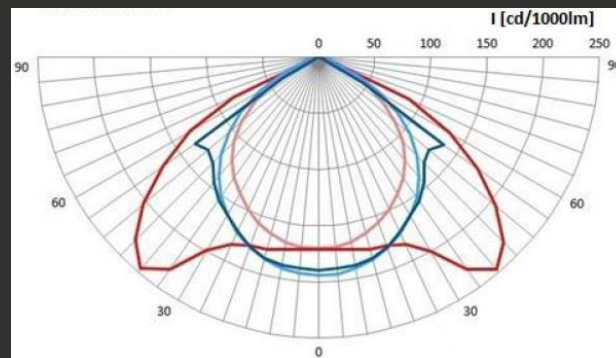
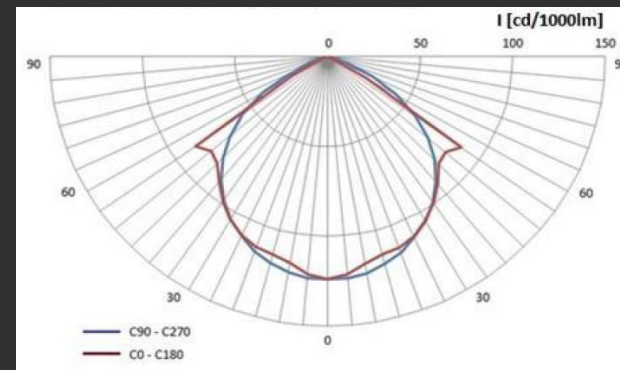
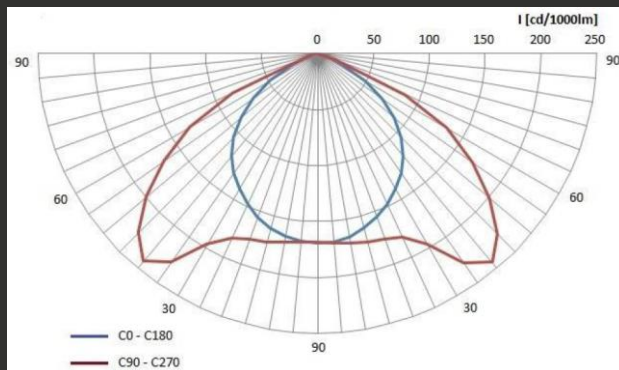
- Kompletní výměna včetně svítidel
- Náhrada neefektivních světelných zdrojů
- Nutné je však položit otázku: Proč soustava nevyhovuje?
 - Provoz je moc drahý?
 - Svítí nedostatečně?
 - Nestačilo by třeba vymalovat nebo vyměnit světelný zdroj s jinými barevnými vlastnostmi?
 - Vliv barev na psychiku člověka.
 - ČSN 01 2725 Směrnice pro barevnou úpravu pracovního prostředí

Co očekávat?

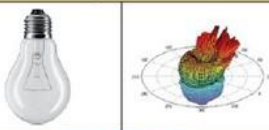
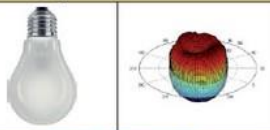
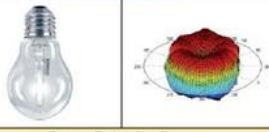
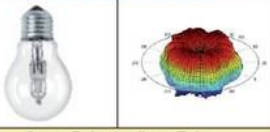
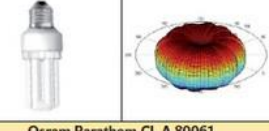
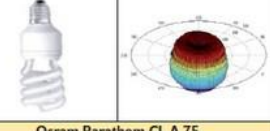
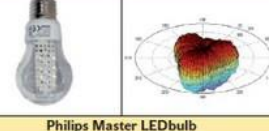
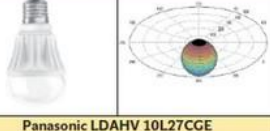
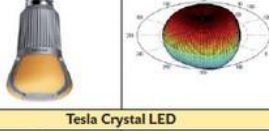
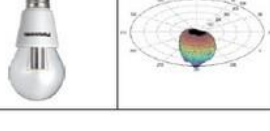
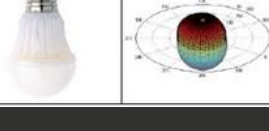


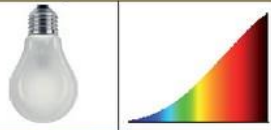
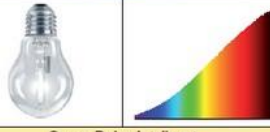
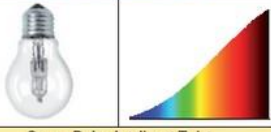
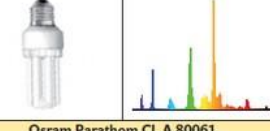
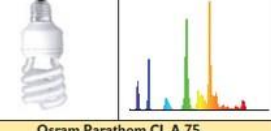
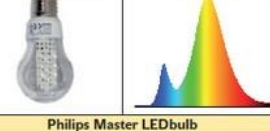
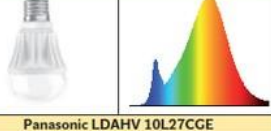
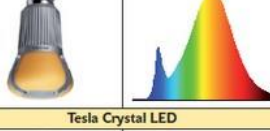
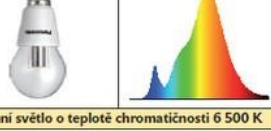
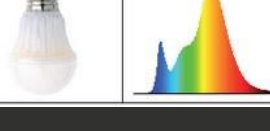
Na co si dát pozor?

- Světelný tok resp. měrný výkon
- Křivka svítivosti



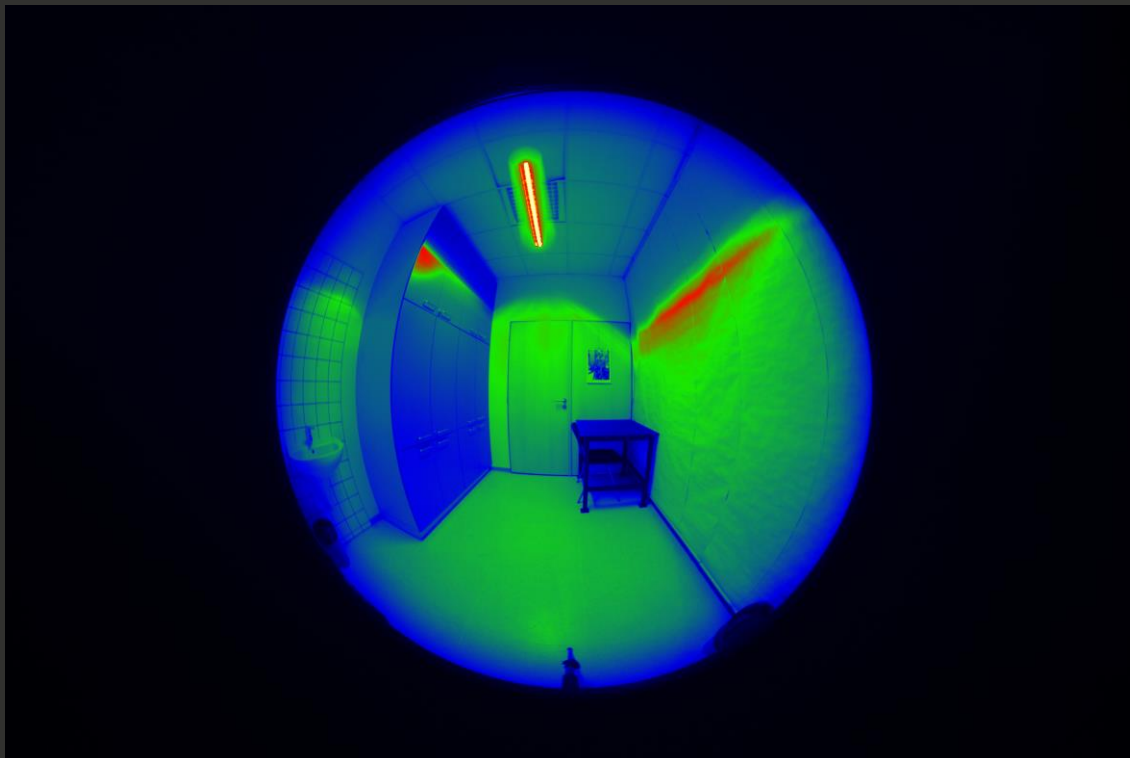
Na co si dát pozor?

Philips Classictone		Philips Classictone frosted	
Philips Eco Classic		Osram Eco Pro Classic A	
Osram Dulux Intelligent		Osram Dulux Intelligent Twist	
Osram Parathom CL A 80061		Osram Parathom CL A 75	
Philips Master LEDbulb		Panasonic LDAHV 10L27CGE	
Tesla Crystal LED			

Philips Classictone		Philips Classictone frosted	
Philips Eco Classic		Osram Eco Pro Classic A	
Osram Dulux Intelligent		Osram Dulux Intelligent Twist	
Osram Parathom CL A 80061		Osram Parathom CL A 75	
Philips Master LEDbulb		Panasonic LDAHV 10L27CGE	
Tesla Crystal LED		Denní světlo o teplotě chromatičnosti 6 500 K	

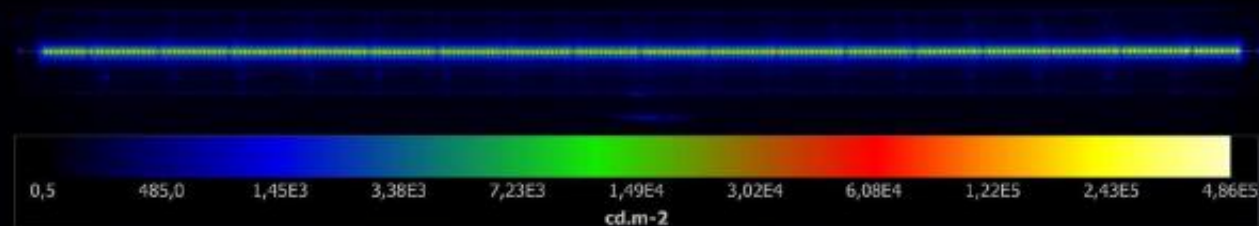
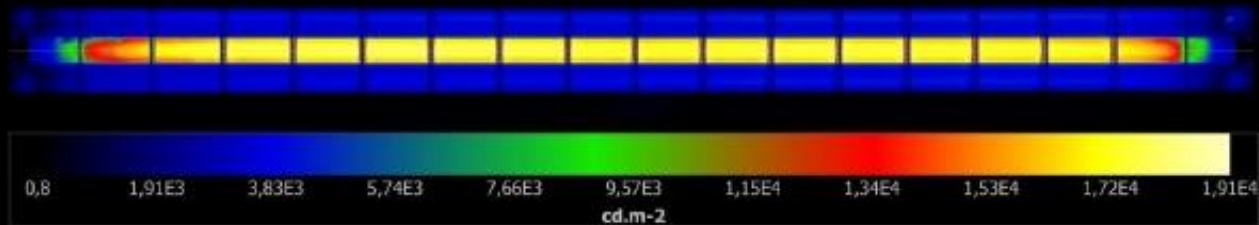
Na co si dát pozor?

- Hladina osvětlenosti a rovnoměrnost osvětlení



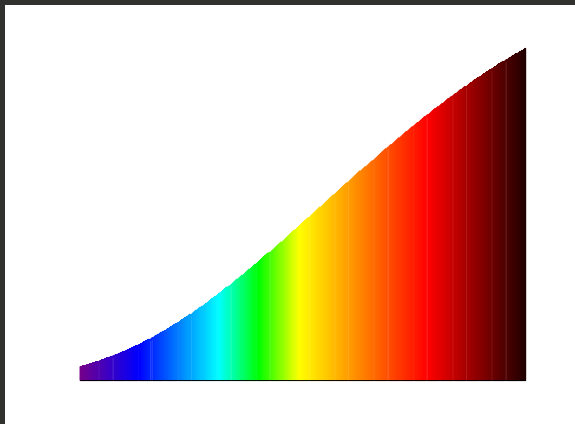
Na co si dát pozor?

- Oslnění

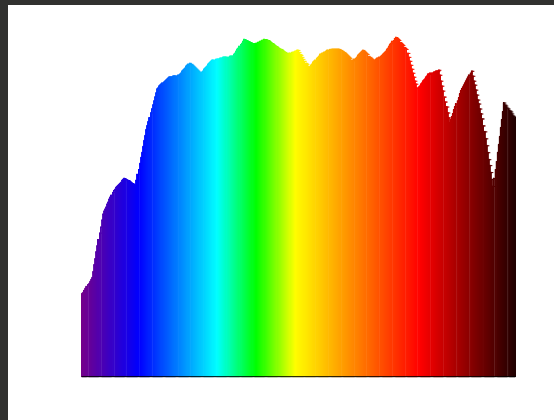


Na co si dát pozor?

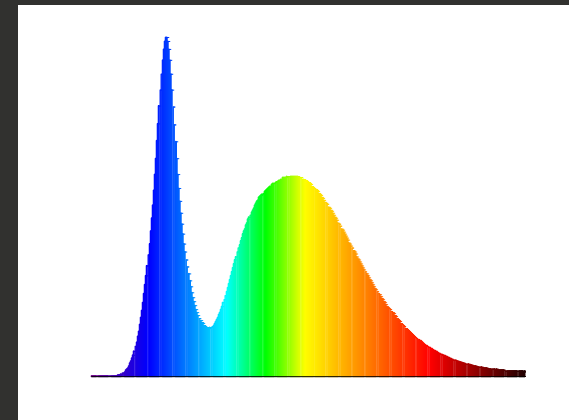
- Index podání barev Ra
- Spektrální složení světla – biorytmy



Teplotní zdroj

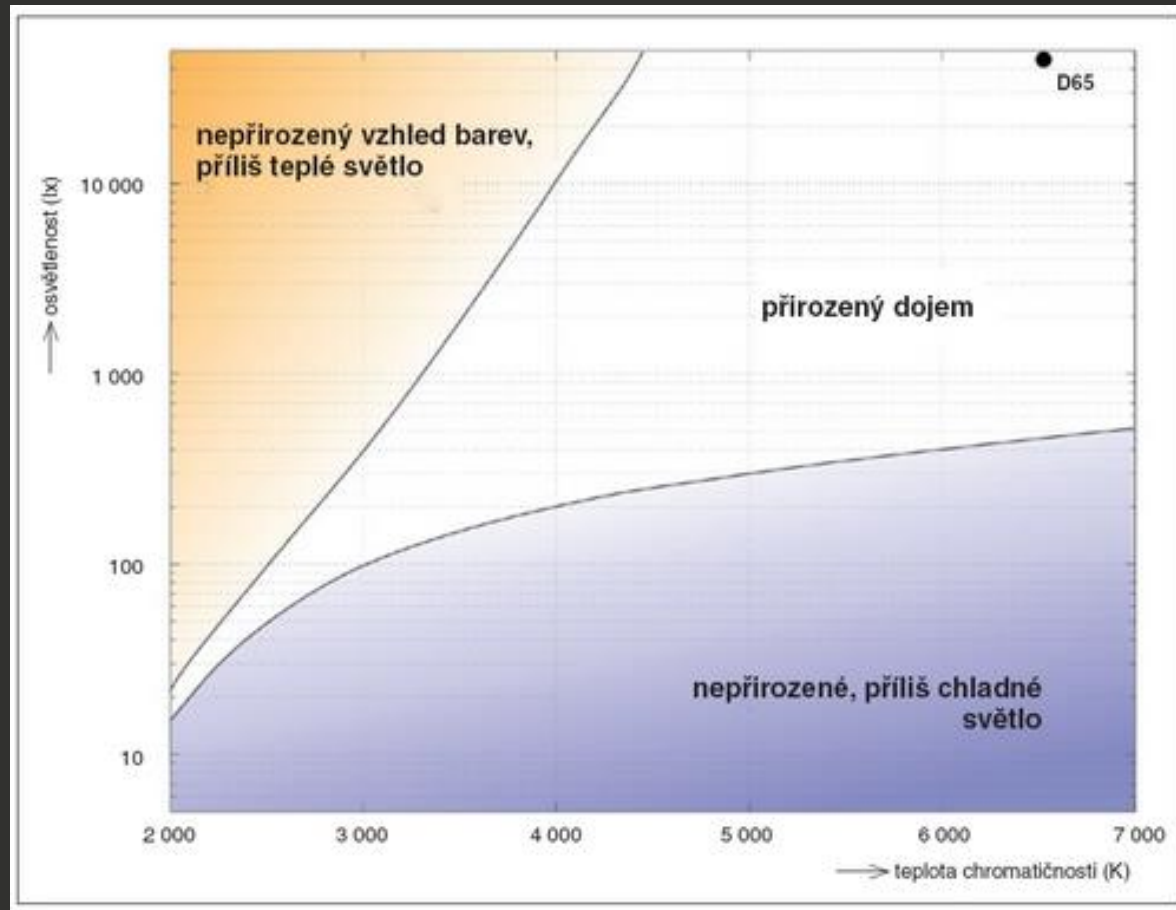


Denní světlo

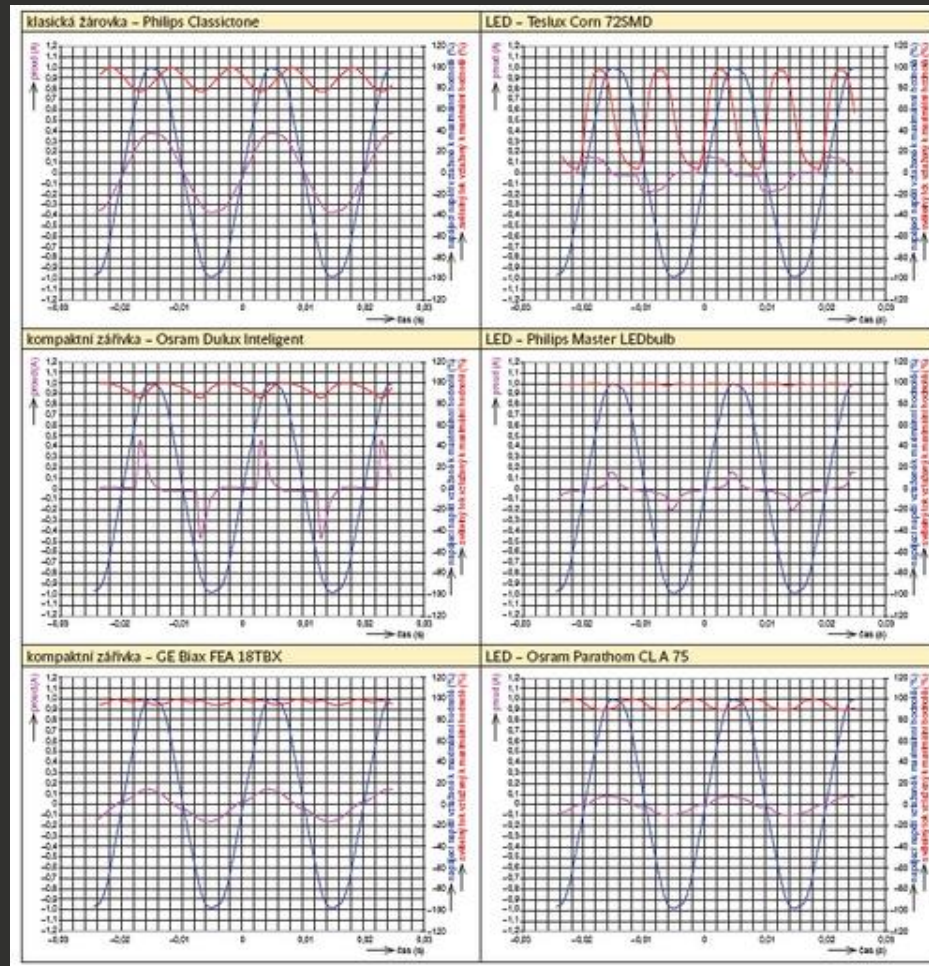


Studená LED

Na co si dát pozor?



Na co si dát pozor?



Na co si dát pozor?

- Legislativa
 - Bezpečnost
 - Odpovědnost
- Stmívatelnost
- Náběh světelného toku
- Teplota
- Rozměry



Jak je to s ekologií?

- Ekologická závadnost rtuti
 - Světelné zdroje obsahující rtuť jsou v neporušeném stavu ekologicky nezávadné, nicméně při porušení jejich hermetičnosti rtuť uniká do životního prostředí.
 - Bohužel často se dostávají do běžného komunálního odpadu, kde se po rozbití část rtuti odpaří a část se vymyje nebo odteče do půdy.
 - Infiltrace do potravního řetězce - vysoce toxické sloučeniny methylrtuť a dimethylrtuť.

Jak je to s ekologií?

- V roce 2007 ze všech světelných zdrojů v celé EU uniklo 5,3 t rtuti do životního prostředí.
- Na celé planetě se lidskou činností do atmosféry dostane ročně 2.000 až 3.000 t rtuti a přírodními procesy dalších 1.400 až 2.300 t. Jen v USA roku 2002 se lidskou činností dostalo do atmosféry 145 t a dentálními přípravky 600 kg.
- Dalších 46 t se dostalo do vody, z čehož 800 kg bylo úmyslně zaviněno a 400 kg z výplachu zubního amalgámu. V pevné podobě bylo uskladněno dalších 2.700 t rtutí kontaminovaného materiálu. V celé EU unikne každý rok přibližně 70 t rtuti do životního prostředí, v k životnímu prostředí nejšetrnějšímu Dánsku pouze 1 t

Jak je to s ekologií?

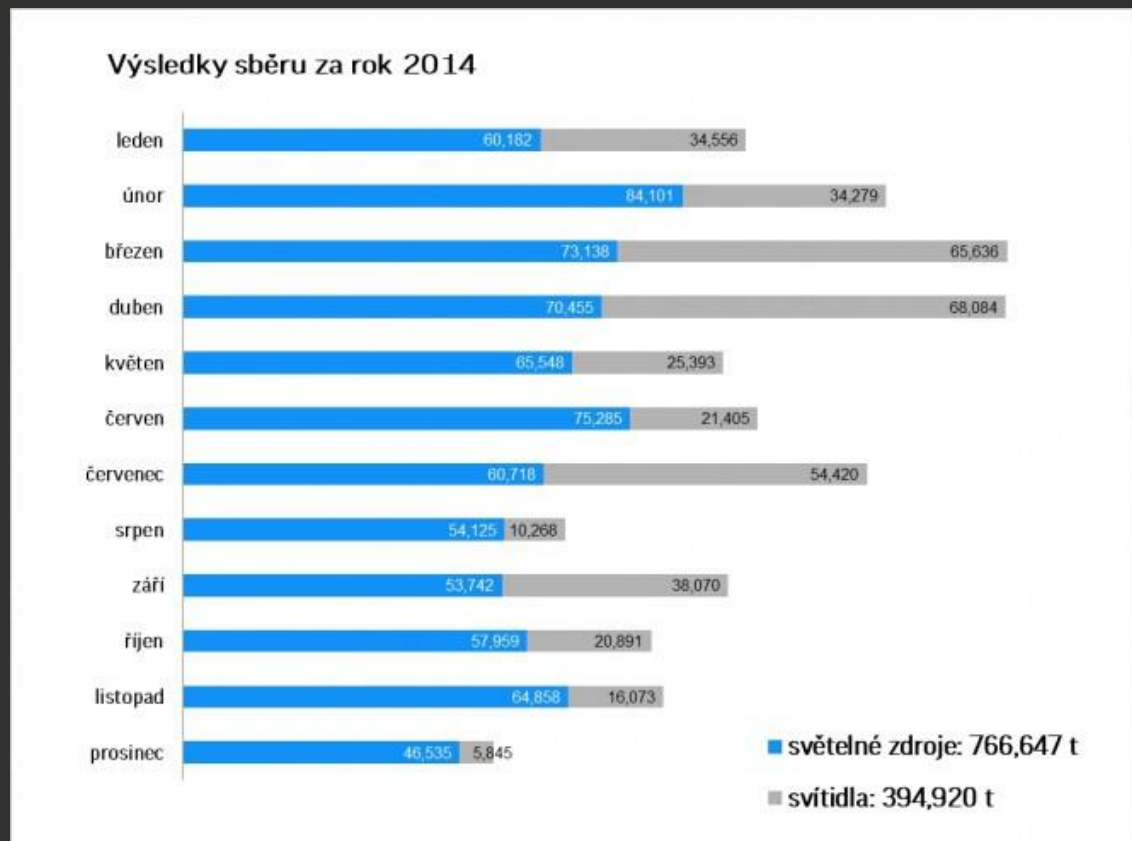
- Světelné diody (LED)
 - Jsou prezentovány jak zdroj šetrný k životnímu prostředí
 - Ani světelné diody nejsou bez obsahu toxických prvků a je nutné s nimi nakládat jako s toxickým odpadem, to znamená, že nepatří do běžného komunálního odpadu.
 - Dnešní výkonové světelné diody jsou zpravidla připevněny na kovovou destičku plošného spoje - nutnou pro odvod tepla, nečastěji vyrobenou z hliníku nebo mědi.
 - Samotný LED čip je na ni upevněn pomocí pájky.
 - Pro dosažení bílé LED je nečastěji použito materiálu substrátu InGaN s luminoforem z ytrium-hliníkového granátu (YAG) $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ aktivovaného cerem.

Jak je to s ekologií?

- Světelné diody (LED)
 - Pro dosažení jiných parametrů a úspor může být cer zastoupen gadoliniem, europiem nebo terbiem a hliník galliem. Složení substrátu ostatních LED může být z jiných materiálů: GaAs, AlGaAs, GaAsP, GaP, AlGaInP, InGaN, GaN, AlGaP, ZnSe, SiC, BN a AlN.
 - Z pohledu toxicity je materiál GaAs považován za silný karcinogen s rozpustností ve vodě 1 g/l, takže v případě úniku do životního prostředí dochází k rychlému vyplavování a kontaminaci okolí.
 - Používaný InP je také považován za karcinogen a materiály na bázi kadmia CdTe a CdCl za prudký jed s akumuláčními vlastnostmi.
 - Ostatní používané materiály již přímo toxické nejsou, nicméně mohou být ale živými organismy v půdě přeměněny na toxické a v prašném stavu škodí plicím a dráždí oči i kůži.
 - Při přípravě materiálů obsahujících arsen se s oblibou používá arzenovodík, jenž způsobuje hemolýzu a selhávání ledvin. Je to silný karcinogen, již koncentrace 25 ppm po dobu delší než půl hodiny je smrtelná a 250 ppm zabíjí ihned.

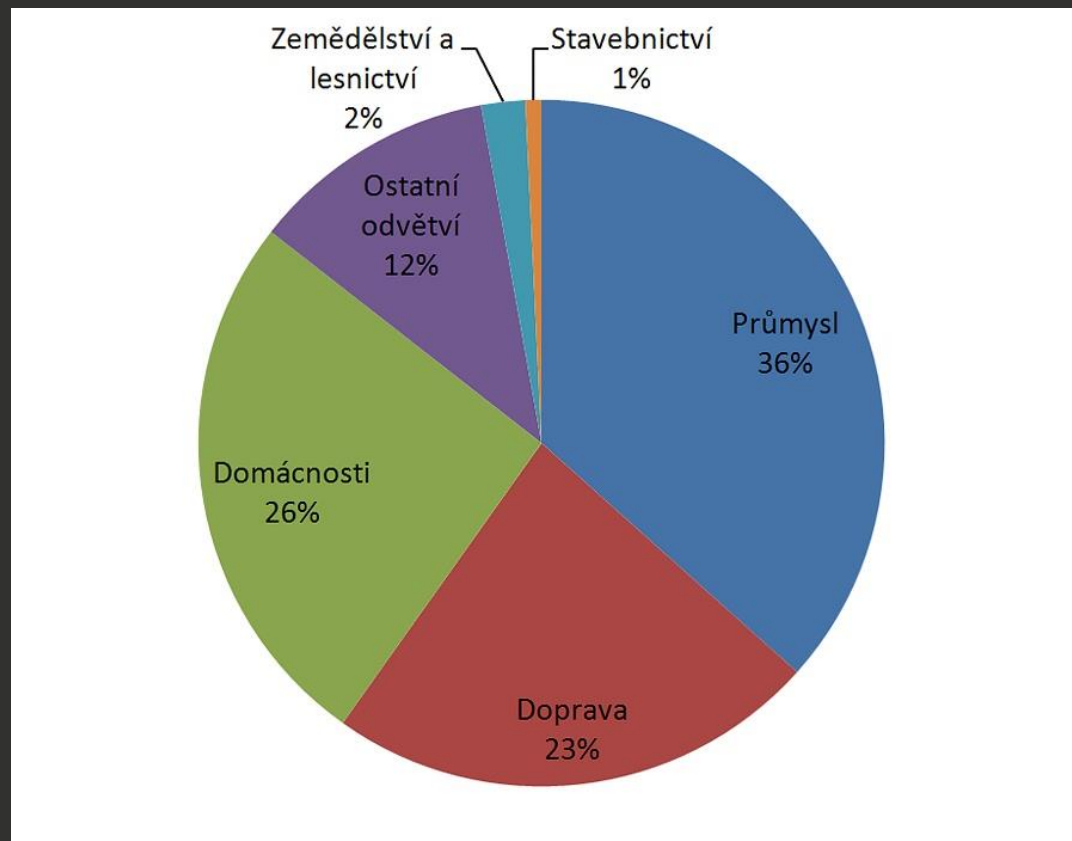
Třídíme správně?

- Žárovky
- Zářivky
- LED



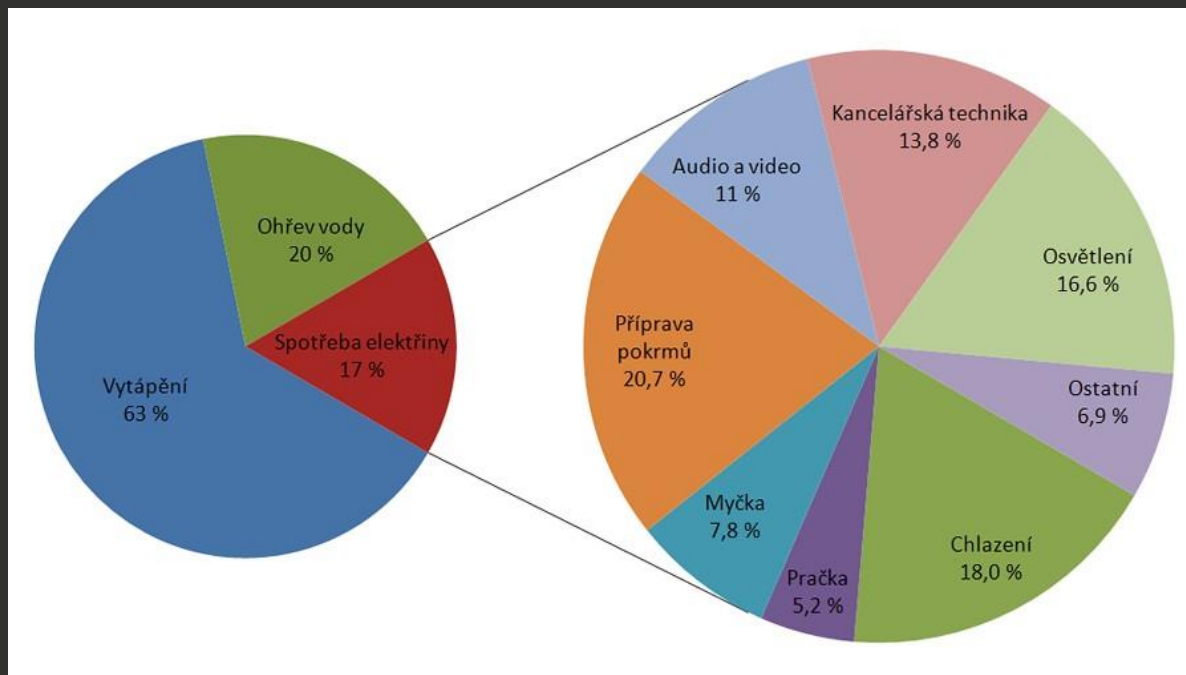
Kde máme ještě rezervy?

- Spotřeba energie v ČR podle sektorů [%]



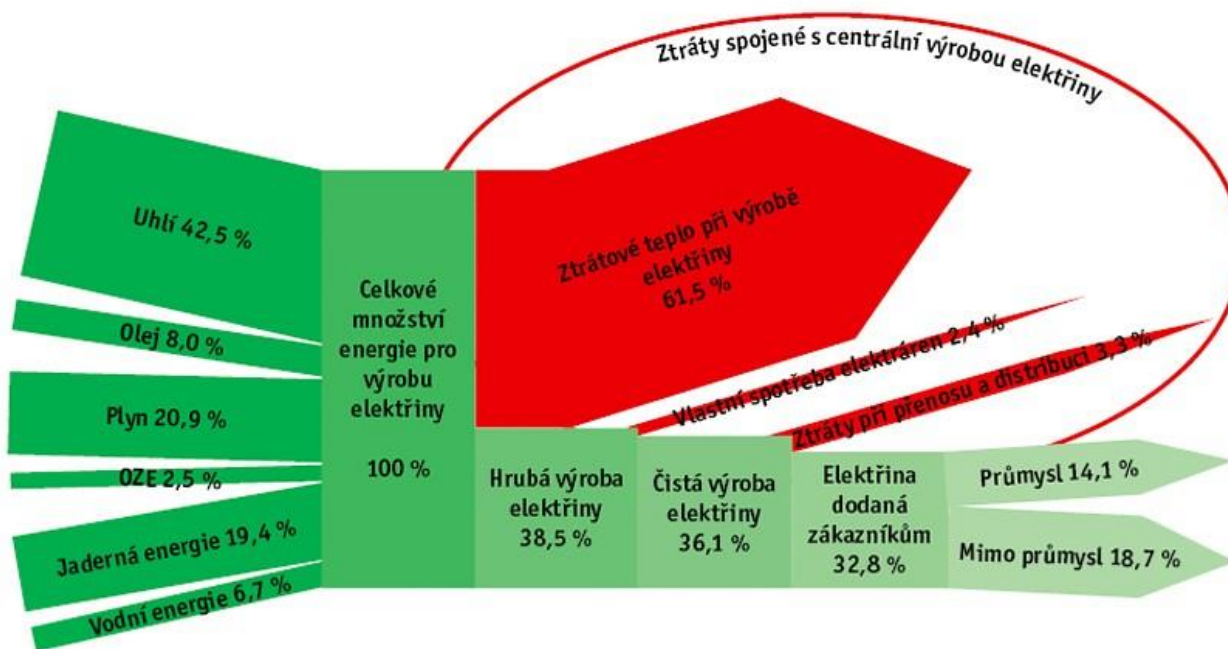
Kde máme ještě rezervy?

- Rozložení spotřeby energie v modelové domácnosti [%]
 - Tříčlenná (2dospělí a 1 dítě) domácnost v městském bytě o rozloze 80 m².
 - Zahrnuta je elektřina pro spotřebiče i teplo pro vytápění a ohřev vody, nezávisle na tom jakým způsobem se teplo pro vytápění nebo ohřev vody zajistí.



Kde máme ještě rezervy?

Celosvětová roční výroba elektřiny: 40 180 TWh



- Habel, J., Dvořáček, K., Dvořáček, V., Žák, P.: Světlo a osvětlování, FCC Public s.r.o., Praha 2013, ISBN 978-80-86534-21-3
- Krbal, M., Baxant, P., Iskandirova, M., Škoda, J., Sumec, S.: Světelné zdroje a ekologie, SVĚTLO 2014/2
- Bordovský, L.: Hodnocení led náhrad světelných zdrojů, Diplomová práce, 2013
- Tomeš. M.: Hodnocení led náhrad v reálných podmínkách, Diplomová práce, 2014

