



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

## **Studijní materiály k předmětu Osvětlovací soustavy a jejich projektování**

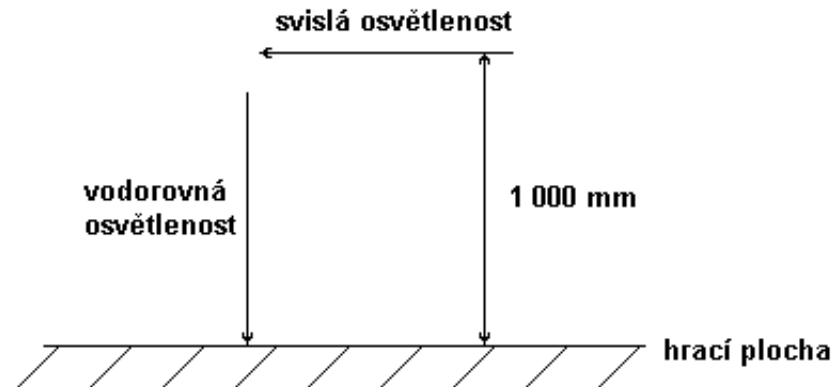
# **Osvětlování sportovišť**

# Úvod do ČSN EN 12193 Světlo a osvětlení - Osvětlení sportovišť:

- Celou normou se vedle sebe prolínají definice hlavní plochy a celkové plochy.
- Pro výpočty a rozmístění výpočtových bodů je důležitá poznámka, která pro většinu druhů sportů doporučuje rozmístění sítě bodů (srovnávací plocha) na hlavní ploše.
- Pojem celková plocha **TA** tedy může projektant chápat (dle tabulek v přílohách normy) pouze jako hlavní (srovnávací) plochu **PA** plus bezpečnostní pásmo.

# Srovnávací síť bodů pro výpočet a měření

- Pravidla pro volbu sítě bodů u pravoúhlých sportovišť jsou obdobná jako pro výpočet dle staré normy ČSN 360450. Je však nutná změna uvažování srovnávací roviny. Pro výpočet vodorovné osvětlenosti se uvažuje (pokud pro daný sport není stanoveno jinak) úroveň povrchu sportoviště. To znamená, že výška výpočtových bodů nebude 850 mm, ale 0 mm.
- Dále si je nutné uvědomit definování osvětleností:
- Svislá osvětlenost je vektor osvětlenosti rovnoběžný s hrací plochou. Svislá osvětlenost se zpravidla počítá (měří) ve výšce 1000 mm nad hrací plochou.



# Rozmístění výpočetních bodů pro víceúčelová sportoviště:

Vzhledem k tomu, že většina sportovišť není pouze jednoúčelová, ale na jedné ploše se provozuje více druhů sportů, je třeba uvažovat i různé požadavky na rozmístění bodů. Proto je nutné, aby každé z mnoha vyznačených sportovišť odpovídalo svými parametry nejen pro zvolenou síť bodů v rámci celé plochy sportoviště, ale i pro normou předepsaný počet bodů na srovnávací ploše pro daný sport. Pro sportoviště, jehož plocha je výrazně menší než celková plocha sportoviště, může nastat problém s tím, že zbytek plochy sportoviště bude s výrazně nižší osvětleností.

Pro takto osvětlené sportoviště může nastat toto subjektivní hodnocení:

- „Vždyť je tam tma.“
- „Kam umístili reklamy?“
- „Kde budou poskakovat roztleskávačky?“

Z tohoto důvodu jsou i regule u některých sportů co se týče osvětlované plochy a intenzitu osvětlení přísnější.

# Udržovací činitel:

- Je známo, že úroveň osvětlení se snižuje vlivem stárnutí světelných zdrojů a svítidel, znečišťování světelných zdrojů a svítidel, stárnutí povrchů prostoru a výpadku dožívajících zdrojů. „Není-li dohodnut udržovací činitel, použije se hodnota 0,8“.
- V praxi investoři (zadavatelé) nevznášejí požadavky na snížení udržovacího činitele, protože tento krok neodvratně zvyšuje jak investiční náklady, tak náklady na provoz a údržbu osvětlovacích soustav.
- Porovnáním hodnoty 0,8 s celkovým udržovacím činitelem v čistém prostředí dle ČSN EN 12464-1 dojdeme k tomu, že by bylo vhodné udržovací činitel počítat. Vypočtený udržovací činitel je výrazně menší a více se blíží realitě než jeho doporučená hodnota 0,8. Nižší udržovací činitel sice zvýší příkon a počet svítidel, ale na konci života osvětlovací soustavy bude vypočtená osvětlenost více odpovídat realitě.

# Bezpečnostní osvětlení:

Tato nenápadná kapitola je schopna vytvořit obrovské problémy a to u sportovišť určených pro dynamické sporty, které nejde okamžitě přerušit. Účelem bezpečnostního osvětlení je okamžité zajištění osvětlení na dokončení činnosti, po výpadku hlavního osvětlení. U většiny těchto sportů jde požadavek bezpečnostního osvětlení ruku v ruce s velkými osvětlovacími vzdálenostmi (sjezdové lyžování, dráhová cyklistika). To znamená, že je nutné dosáhnout poměrně velkého světelného výkonu při výpadku napájecího napětí a to okamžitě, aby bylo možno bezpečně ukončit provozovaný druh sportu.

Vezmeme-li v úvahu například osvětlení lyžařských svahů a složité podmínky náhradních el. zdrojů, či samotné elektroinstalace, dostaneme 3 možné principy řešení, z nichž není ani jedno zcela ideální:

- napájení z náhradního nezávislého napájecího uzlu
- kontinuálně spuštěný dieselagregát
- použití statického záložního zdroje

# Omezení oslnění:

- Pro vnitřní prostory je uvažováno s výpočty UGR. To znamená, že hodnoty pro výpočet oslnění by při dominantních směrech pohledů měly odpovídat požadovaným hodnotám oslnění při výpočtech standardního umělého vnitřního osvětlení dle ČSN EN 12464-1.
- Pro venkovní prostory se používá hodnot pro omezení oslnění GR dle doporučení tabulek z přílohy A námi rozebírané normy. Současné výpočetní programy již standartně tento parametr dokáží počítat.

# Obecné požadavky na osvětlení sportovišť:

- Veškeré osvětlenosti se týkají hlavní plochy. Pro celkovou plochu platí, že osvětlenost na této ploše musí být min. 75% osvětlenosti hlavní plochy. Z tohoto důvodu je vhodné počítat veškeré plochy pro celkovou plochu. Důvod je jednoznačný. Téměř každá osvětlovací soustava má na krajích nižší intenzitu osvětlenosti, protože nedochází k příspěvkům ze všech stran.
- Poznámka týkající se víceúčelových hal s převažující třídou osvětlenosti III. Pokud je osvětlovací soustava osazena vysokotlakými sodíkovými výbojkami, může docházet ke splývání čar vymezujících jednotlivá hřiště.
- Pro dobré prostorové vnímání sportovců požaduje norma minimální svislou osvětlenost. Ta je vyčíslena 30% úrovně vodorovné osvětlenosti. Tuto složku lze posuzovat součtem svislých složek  $x+$ ,  $x-$ ,  $y+$ ,  $y-$  ve směrech jejich příspěvků do výpočtového bodu.



# Zvláštní požadavky pro barevnou televizi:

- Zvláštní ustanovení jsou dána požadavky kamer na vysoké osvětlenosti ve směru jejich snímání. Norma rozděluje požadavky na intenzitu osvětlenosti podle druhu sportu a podle maximální vzdálenosti snímání. Velmi důležitou veličinou, u které mohou nastat největší problémy při návrhu osvětlení je „Rovnoměrnost na svislých rovinách v jednom bodu sítě“. Dotýká se požadavku na kvalitní prostorové vnímání z pohledu hráče. Tato kapitola požaduje, aby podíl minimální svislé osvětlenosti a maximální svislé osvětlenosti v jednom bodě byl větší nebo roven hodnotě 0,3. Tzn., že pro dodržení tohoto požadavku, musí svítidla do každého měřicího bodu přispívat svislou složkou ze všech čtyřech stran, což je zejména na krajích sportovišť velmi těžko dosažitelná hodnota.
- Na tuto veličinu se zapomíná i v nově budovaných sportovištích. Osvětlovací soustavy sice disponují tzv. televizní řadou svítidel, ale právě proto, že je to pouze „řada“ jsou dominantní příspěvky svislé složky právě a jenom z jednoho směru.

# Osvětlení tělocvičen pro výuku tělesné výchovy - úvod

Školní tělocvičny jsou v současné době prostory s rostoucím procentem využití. Slouží nejen pro výuku tělesné výchovy, ale v pozdějších odpoledních a večerních hodinách také pro zájmové sportovní kroužky, pohybovou rekreaci, či tréninkové účely sportovních oddílů a klubů. Využití školních tělocvičen podléhá rovněž sezónním výkyvům.

K zajištění nejen co nejkvalitnějšího, ale také co nejúspornějšího osvětlení je nutno problematiku sledovat z více úhlů pohledu. Při návrhu osvětlovací soustavy je nutno vycházet ze současných nabízených technických možností osvětlovacích soustav. Je nutno uspokojit zrakové nároky uživatelů co do množství i kvality světla. Z pohledu provozovatele musí být osvětlovací soustava přijatelná investičně i provozně. V neposlední řadě je nutno dodržet příslušná ustanovení platných předpisů a Českých i Evropských norem:

- požadavkům normy ČSN EN 12193 Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť
- Vyhlášky 108 / 2005 Ministerstva zdravotnictví, která stanovuje hygienické požadavky na prostory školských zařízení

# ČSN EN 12 193 Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť

- Všeobecným požadavkem, je pro všeobecný nácvik, tělesnou výchovu (školní sporty) a pohybovou rekreaci přiřazena nejnižší, nejméně náročná **třída osvětlení III.** Tato třída je určena pro soutěže nízké úrovně jako jsou soutěže místní nebo malých klubů, které zpravidla nezahrnují diváky. **Třída I.** je určena soutěžím nejvyšší úrovně jako jsou mezinárodní a národní soutěže, které jsou zpravidla spojeny s vysokými počty diváků a velkými pozorovacími vzdálenostmi. **Třída II.** je určena soutěžím střední úrovně, jako jsou krajské nebo místní klubové soutěže, které jsou zpravidla spojeny se středními počty diváků a středními pozorovacími vzdálenostmi.
- Norma přiřazuje hodnoty průměrné konečné horizontální osvětlenosti ( $E_{av}$ ), rovnoměrnosti horizontální osvětlenosti ( $E_{min}/E_{av}$ ) a indexu podání barev.

Třída	Vodorovná osvětlenost		Index podání barev
	$E_{av}$ (lx)	$E_{min}/E_{av}$	
I.	750	0,7	60
II	500	0,7	60
III.	200	0,5	20

# Vyhláška 108 Ministerstva zdravotnictví z roku 2005

Vyhláška 108 Ministerstva zdravotnictví stanovuje hygienické požadavky na prostory a provoz škol, předškolních zařízení a některých školských zařízení. Osvětlením se zabývají paragrafy 12 až 16. Tyto paragrafy se odkazují nejen na normu ČSN EN 12193, ale také na normy na denní a sdružené osvětlení (ČSN 730580-1,2,3 a ČSN 360020) a také na normu pro vnitřní pracovní prostory (ČSN EN 12464-1), která nám minimální požadavky na hodnoty uvedené v tabulce výrazně zpřísňuje.

	Vodorovná osvětlenost		UGR	Index podání barev
	$E_{av}$ (lx)	$E_{min}/E_{av}$		
ČSN EN 12464-1	300	0,7	22	80

# Shrnutí změn požadavků na osvětlení školních tělocvičen dle ČSN EN 12464-1

## Kvantitativní požadavky na osvětlení:

- Hladina průměrné horizontální osvětlenosti je nyní 300 lx,
- Z důvodu výuky gymnastiky je nutné dodržet průměrné hodnoty osvětlenosti 200 lx ve vertikálních rovinách a to ze všech čtyřech stran,
- Dodržení požadavků na denní osvětlení.

## Kvalitativní požadavky na osvětlení:

- Rovnoměrnost osvětlení v horizontální rovině je 0,7,
- Rovnoměrnost osvětlení ve všech 4 vertikálních rovinách 0,5,
- Index podání barevného se zvedá na minimální hodnotu 80,
- Pro omezení oslnění je nutné počítat UGR, které musí být nižší než 22.

## Bezpečnostní osvětlení:

- bezpečnostní osvětlení musí zajistit bezpečné dokončení právě probíhající činnosti (u gymnastiky – hrazda, přeskok,...), to znamená že musí být k dispozici okamžitě po výpadku hlavního osvětlení.

# Výběr svítidel pro osvětlování sportovišť

## Zářivková svítidla:

- Zářivkové širokozářiče
- Zářivkové hlubokozářiče
- Zářivková asymetrická svítidla

## Výbojková svítidla pro halogenidové a vysokotlaké sodíkové výbojky:

Vzhledem ke kompaktnějším rozměrům výbojek lze u těchto svítidel provádět snadnější směřování (přesné reflektory, snadné směřování svítidla na konzole).

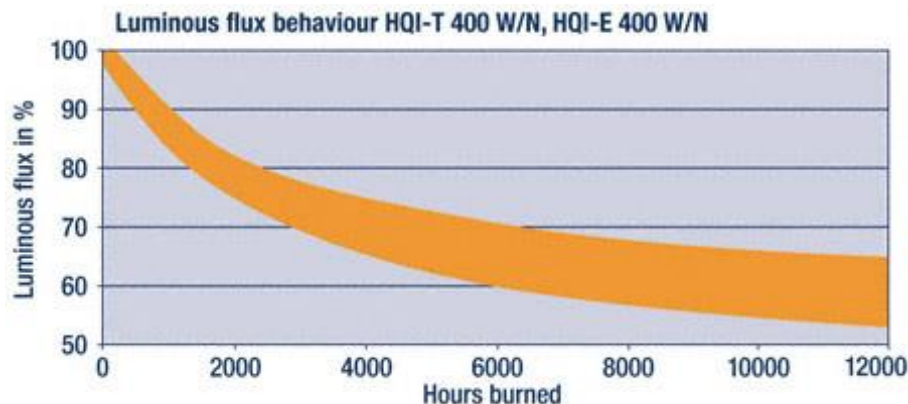
- Závěsná hrncová výbojková svítidla
- Výbojkové světlomety s širokou vyzařovací charakteristikou
- Výbojkové hlubokozářiče
- Výbojkové světlomety s asymetrickou vyzařovací charakteristikou

# Výběr světelných zdrojů pro osvětlování sportovišť

## Halogenidové výbojky

- Tyto světelné zdroje se především používají do vyšších závěsných výšek. Díky velmi malému hořáku mají velké možnosti při směřování jejich světelného toku. Jsou vhodné i pro osvětlování školních tělocvičen, protože vykazují velmi slušný index podání barev.
- Základní vlastnosti: - nízká spotřeba, nepřiliš dlouhá doba života, výborné barevné podání, pomalejší náběh na 100 % světelného toku (cca 7 min), nemožnost okamžitého náběhu po vypnutí zdroje, výborný poměr cena výkon, použití pro velké závěsné výšky, nejlepší možnosti směřování, vysoké příkony (až 2000 W) a nemožnost stmívání.

Obrázek - závislost velikosti světelného toku halogenidových výbojek OSRAM HQI-T na počtu odsvícených hodin.



# Výběr světelných zdrojů pro osvětlování sportovišť:

## Vysokotlaké sodíkové výbojky

- Světelné zdroje s velmi vysokou střední dobou života a nízkým indexem podání barev mohou být použity pouze u sportovišť pro tréninkové účely.
- Základní vlastnosti: – nízká spotřeba, velmi dlouhá doba života, nízké barevné podání, pomalejší náběh na 100 % světelný tok (cca 7 min), nemožnost okamžitého náběhu po vypnutí zdroje, nejlepší poměr cena výkon, použití pro velké závěsné výšky, výborné možnosti směřování a vysoké příkony (až 1000 W).

## Zářivky

- Jsou velice výhodné zejména z ekonomického hlediska (vysoký měrný výkon). Používají se v osvětlovacích soustavách, u kterých není nutné brát v potaz teplotní závislost a relativně malý světelný tok vycházející z velké plochy světelného zdroje. Tato vlastnost může být chápána jako velká výhoda u osvětlovacích soustav s relativně nízkou závěsnou výškou, ale u vysokých závěsných výšek mohou nastat problémy se směřováním světelného toku a příliš velkým počtem světelných bodů.
- Základní vlastnosti: – nízká spotřeba, dlouhá doba života, výborné barevné podání, pomalejší náběh na 100 % světelný tok (cca 2 min) a výborný poměr cena výkon, výrazná teplotní závislost, velká plocha zdroje, použití pro malé závěsné výšky, špatné možnosti směřování a nízké příkony.



# Srovnání základních parametrů 3 typů světelných zdrojů

popis světelného zdroje	halogenidová výbojka (provozovaná na sodíkovém předřadníku)	vysokotlaká sodíková výbojka	lineární zářivka (provozovaná na elektronickém předřadníku)
typ	OSRAM Hqi-T 400/N	OSRAM NAV- T 400 SUPER 4Y	OSRAM L 58 W/830
orientační příkon svítidla	460 W	450 W	<b>55 W</b>
světelný tok světelného zdroje	42000 lm	<b>55 500 lm</b>	5200 lm (s CCG)
měrný výkon	91 lm/W	<b>123 lm/W</b>	94,5 lm/W
počet světelných zdrojů na 100 klm	2,38 ks	<b>1,8 ks</b>	19,2 ks
náhradní teplota chromatičnosti	3500 K	2000 K	3000 K
Index podání barev	65	25	<b>80</b>
doba dosažení udržovacího činitele 0,8 složeného z činitele stárnutí světelných zdrojů ( $Z_x$ ) a činitele funkční spolehlivosti světelných zdrojů ( $Z_{fz}$ )	Cca 1500 h	<b>Cca 20000h</b>	Cca 18000h

# Závěr

Na základě výše uvedených požadavků na osvětlování sportovišť, je nutné tomuto tématu věnovat vysokou pozornost už ve fázi příprav návrhu osvětlovacích soustav sportovišť. Diskuze musí probíhat nejen mezi projektantem a investorem, ale také mezi provozovatelem, protože ve většině případů není investor a provozovatel stejný a jejich zájmy tedy nemusí být zcela identické.