

STAVEBNÍK : STATUTÁRNÍ MĚSTO DĚČÍN, Mírové nám. 1175/5, Děčín
NÁZEV AKCE : STAVEBNÍ ÚPRAVY V OBJEKTU KINA SNĚŽNÍK – NOVÁ ŠATNA
Podmokelská 1070/24, Děčín IV
PROFESE : ELEKTROTECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ
STUPEŇ : Dokumentace k stavebnímu řízení (DSŘ)
ČÍSLO ZAKÁZKY : HB2019.018

Výtisk č.

EL2 – NÁVRH A VÝPOČET OSVĚTLENÍ

(příloha technické zprávy)

Obsah dokumentu :

1. Úvodní část	2
1.1 Účel projektu	2
1.2 Rozsah dokumentace	2
1.3 Podklady a prostředky použité pro výpočty	3
1.4 Předpoklady shody výpočtu se skutečností	3
2. Praktická část.....	3
2.1 Charakteristika objektu a metodika návrhu osvětlení.....	3
2.2 Tabulka místností a pracovišť, zařídění a limity	4
2.3 Výpočtové protokoly – tiskové sestavy	4
3. Závěr.....	5
3.1 Příprava a realizace osvětlovacích soustav	5
3.2 Uvedení do provozu, kolaudace, zkušební provoz	5
3.3 Seznam použité literatury, norem a předpisů	6

VYPRACOVAL : Ing. Hynek BUREŠ

DATUM : 06 / 2019

PODPIS :

1. Úvodní část

1.1 Účel projektu

Tato světelně technická dokumentace je vypracována v souladu s platnými právními předpisy, zejména §2 odst. 1 písm. b) zákona č. 309/2006 Sb. o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, §45 nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci, případně ustanovení dalších právních předpisů pro specifické prostory nebo druhy činností. Tyto právní předpisy odkazují na platné technické normy, které definují základní světelnotechnické veličiny a názvosloví (ČSN EN 12665), kategorizují požadavky dle typů prostorů a prováděných činností a předepisují hodnoty světelnotechnických veličin pro návrh, provoz a údržbu osvětlovacích soustav. Denní osvětlení se posuzuje na základě ČSN 73 0580-1, ČSN 73 0580-2, ČSN 73 0580-3, ČSN 73 0580-4. Umělé osvětlení vnitřních pracovních prostorů se navrhuje dle ČSN EN 12464-1, umělé osvětlení venkovních pracovních prostorů dle ČSN EN 12464-2 a umělé osvětlení v obytných budovách dle ČSN 73 4301 vč. změny Z1. Sdružené osvětlení se řeší dle ČSN 36 0020. Měření osvětlení se provádí dle ČSN 36 0011-1, ČSN 36 0011-2 a ČSN 36 0011-3.

Aby lidé mohli vykonávat zrakové úkoly účinně a přesně, musí jim být poskytnuto vhodné osvětlení. To může být zajištěno denním osvětlením, umělým osvětlením nebo jejich kombinací. Obsahem tohoto dokumentu a výpočetních příloh je návrh, resp. posouzení osvětlovacích soustav výpočtovými metodami dle citovaných norem a dosažení požadovaných hodnot dle příslušných kategorií.

Tento dokument včetně příloh je součástí souboru projektové dokumentace, která podléhá povinnému schválení orgánem místně příslušného pracoviště krajského hygienika.

1.2 Rozsah dokumentace

Tato dokumentace definuje a předepisuje všechny základní faktory, které určují a ovlivňují vlastnosti osvětlení. Na základě zadání výchozích údajů vyhledává optimální řešení osvětlovacích soustav, aby byly dodrženy všechny předepsané mezní hodnoty sledovaných světelnotechnických veličin a současně požadavky bezpečnostní, energetické a architektonicko-estetické.

Základní ovlivňující faktory jsou rozměrové, tvarové a materiálové faktory včetně vlastností osvětlovacích otvorů, výběr typů, počtu, rozmístění a orientace svítidel a výběr příslušných světelných zdrojů. Pro stanovení požadavků jsou definovány **soustavy kontrolních bodů na srovnávacích rovinách**, které charakterizují např. celkové osvětlení místností (prostorů), místa výskytu zrakových úkolů dle jejich charakteru, resp. polohu pozorovatele pro posouzení rušivého oslnění. Základní **sledované veličiny** jsou :

Činitel denní osvětlenosti (D_{\min} – minimální hodnota a D_m – průměrná hodnota [%]) ověřeny kontrolním výpočtem denního osvětlení. Výsledky lze obvykle ovlivnit pouze stavebními úpravami (velikostí a počtem oken, vlastnosti zasklení, vlastnosti povrchů, tvar místnosti, vnější a vnitřní překážky). V případě výsledků nedosahujících normové hodnoty **D_{\min} pro příslušnou třídu zrakové činnosti** dle ČSN 73 0580-1 nelze prostory využívat pro trvalý pobyt osob, pouze v odůvodněných případech (změny užívání, rekonstrukce stávajících objektů) se navrhuje **osvětlení sdružené** (současné osvětlení denním a umělým světlem) dle ČSN 36 0020.

Osvětlenost (hodnota E_m [lx] – průměrná intenzita osvětlení na srovnávací rovině, pod kterou osvětlenost nesmí poklesnout, případně i jako umělá složka sdruženého osvětlení). Kategorizováno v ČSN EN 12464-1 tabulkovou metodou dle druhu prostoru a zrakové činnosti (v případě sdruženého osvětlení zvýšena dle ČSN 36 0020). Lze ovlivnit výběrem vhodných svítidel a světelných zdrojů a jejich množstvím a polohou.

Rovnoměrnost osvětlení (U_o [-] poměr minimální a průměrné hodnoty osvětlenosti na srovnávací rovině). Pro soustavu výpočetních bodů odpovídající místu a typu **zrakového úkolu** je **min. hodnota daná tabulkou** v ČSN EN 12464-1 (obvykle 0,4 až 0,7), pro **bezprostřední okolí úkolu** (pás o šířce aspoň 0,5m okolo místa zrakového úkolu uvnitř zorného pole) **min. hodnota 0,4**. Pro **pozadí**

úvalu (celý prostor, resp. pás šíře 3m podél bezprostředního okolí zřakového úvalu) je předepsaná hodnota rovnoměrnosti **minimálně 0,1**. Tyto hodnoty jsou předepsány i pro denní osvětlení světlíky; lze ovlivnit rovnoměrným rozmístěním většího množství svítidel a vhodným uspořádáním pracovních míst.

Faktor rušivého oslnění UGR [-] – logaritmická hodnota stanovená „jednotným systémem hodnocení oslnění“ bodovou metodou výpočtu. Kategorizováno v ČSN EN 12464-1 tabulkovou metodou dle druhu prostoru a zřakové činnosti. Hodnoty souvisí s polohou pozorovatele a převažujícím směrem pohledu (v případě zřakově náročných činností je proto vhodné předem jednoznačně vymezit místa zřakových úvalů). Hodnoty UGR lze ovlivnit výběrem vhodných svítidel (jas a clonění světelných zdrojů) a jejich polohou (výškou zavěšení a rozmístěním v souvislosti s polohou pozorovatele).

Činitel podání barev (R_a) [-] a **barevný tón světla (T_{cp}) [°K]**. Kategorizováno v ČSN EN 12464-1 tabulkovou metodou dle druhu prostoru a zřakové činnosti. Lze ovlivnit výběrem vhodných světelných zdrojů.

V případě výskytu pracovních míst se zobrazovacími jednotkami (DSE – displeje, obrazovky počítačů apod.) se navíc kontrolují mezní jasy svítidel [cd/m^2], které se mohou zrcadlit na displejích.

V odůvodněných případech (specifické požadavky) lze posuzovat další faktory – směrovost světla a stínivost, podání tvaru, míhání světla (požadavky vyloučení stroboskopických jevů), hodnoty osvětlenosti v jiných směrech než vertikálním, energetická a ekonomická hlediska apod.

1.3 Podklady a prostředky použité pro výpočty

Základními podklady pro světelnotechnické výpočty jsou rozměry místností včetně případných překážek nebo nepravidelných tvarů, vlastnosti povrchů stropu, stěn a podlahy (souvisí též s vybavením interiéru), velikost a vlastnosti otvorů pro denní osvětlení (oken, světlíků). Pro zařazení do tříd a kategorií je nutno seznámit se podrobně s charakterem činností, rozmístěním pracovních míst a souvisejících faktorů, které mohou zvyšovat nebo snižovat požadované hodnoty osvětlenosti. Dle typu prostorů se volí vhodné typy svítidel a světelných zdrojů pro dosažení požadovaných hodnot s ohledem na design a ekonomické faktory.

Vlastní výpočty se provádějí sadou počítačových programů pro výpočty denního a umělého osvětlení WDLS 4.1 a WILS 6.3 (Copyright ASTRA MS Software s.r.o., Zlín). Výstupy programu jsou tabulkové a grafické se zdůrazněním zásadních posuzovaných hodnot.

1.4 Předpoklady shody výpočtu se skutečností

Ve výrobních a zpracovatelských (technologických) prostorách navazují definice soustav výpočetních bodů na technologickou část projektu; v místnostech obchodního, administrativního, školského, zdravotnického a obdobného charakteru včetně různých polyfunkčních prostorů je obvyklým podkladem rozmístění nábytku v interiéru, poloha přípravných a obslužných pultů a pokladen, prostory pro obsluhu zákazníků (hostů), jednací prostory, komunikační a manipulační zóny, samoobslužné zóny apod.

2. Praktická část

2.1 Charakteristika objektu a metodika návrhu osvětlení

Výpočetní model charakterizuje velikost a tvar prostorů včetně případných nepravidelností a překážek, s respektováním barevného řešení, čistoty prostředí a případných jiných faktorů, které mohou být ve výpočtu reprezentovány dalšími koeficienty nebo zadáním nejistoty výpočtu. V případě tvarového zjednodušení modelu se k němu přistupuje vždy s rezervou na straně jistoty.

Denní osvětlení zahrnuje příspěvky současně všech bočních i horních osvětlovacích otvorů s respektováním vlivu vnějších překážek, pokud se vyskytují (okolní stavby, nerovnosti terénu, trvalé porosty). Umělé osvětlení bude provedeno elektrickými svídky, jejichž typy, přesné umístění, orientace a osazení světelných zdrojů jednoznačně vyplývá z výpočetních protokolů a grafických příloh.

2.2 Tabulka místností a pracovišť, zařídění a limity

Návrh a výpočet osvětlení je zadán pro místnosti (prostory), ve kterých se vyskytují trvalá nebo krátkodobá pracoviště podléhající vyjádření krajského hygienika. V tabulce č. 1 jsou uvedeny charakteristické a zrakově nejnáročnější činnosti v prostorech nebo vymezených zónách (místech zrakového úkolu). Světelnotechnické parametry pak pochopitelně vyhovují i pro méně náročné pomocné provozní a manipulační činnosti, např. udržování čistoty.

Tabulka č. 1 – Vnitřní pracovní prostory

Prostor – místnost	Tř.	Ref.	Část prostoru – pracoviště	$D_{min}^{*)}$	$E_m^{*)}$	UGR _L	U _o	R _a
Šatna	NE	5.28.2 5.28.4	Celkové osvětlení Příjem a výdej oděvů	-	200 300	25 22	0,4 0,6	80
<p>Charakteristika: Prostor určený k pracovní činnosti krátkodobého charakteru, související s provozem kina – příjem a výdej svrchních oděvů před zahájením a po skončení promítání.</p> <p>Denní osvětlení: Vzhledem k charakteru prostoru a doby pracovní činnosti denní osvětlení není vyžadováno..</p> <p>Umělé osvětlení: Umělé osvětlení místnosti je navrženo celkové, budou instalovány čtvercové LED panely vestavěné v rastrovém podhledu se světlovodivou akrylátovou deskou a opálovou rozptylovou deskou, příkonu 45W/4300lm/4000°K. Řízení osvětlení provádí manuálně dle potřeby personál.</p>								
Denní místnost	V	5.2.2	Prostor celkově	1,0	100	22	0,4	80
<p>Charakteristika: Místnost pro odpočinek dle §55 odst.3 NV č. 361/2007 Sb. V prostoru musí být zajištěno vyhovující denní osvětlení vyjádřené hodnotou nejméně $D_{min}=1$. Světelné technické parametry musejí vyhovět v celém půdorysu prostoru určeného pro odpočinek, s důrazem na zrakovou pohodu.</p> <p>Denní osvětlení: Denní osvětlení místnosti bočním osvětlovacím otvory vyhovuje v celém prostoru.</p> <p>Umělé osvětlení: Umělé osvětlení místnosti je navrženo celkové, budou instalovány čtvercové LED panely vestavěné v rastrovém podhledu se světlovodivou akrylátovou deskou a opálovou rozptylovou deskou, příkonu 45W/4300lm/4000°K. Řízení osvětlení provádí manuálně dle potřeby personál.</p>								

Vysvětlivky zkratk, značek v tabulce č. 1

Tř.	Třída zrakové činnosti dle tab. 1 ČSN 73 0580-1 (denní osvětlení)
Ref.	Referenční číslo prostoru (pracoviště) dle čl. 5.3 ČSN EN 12464-1 resp. dle čl. 5.3 ČSN EN 12464-2
$D_{min}^{*)}$	(min.) činitel denní osvětlenosti [%], minimální hodnota *) hvězdičkou jsou označeny hodnoty min činitele denní osvětlenosti při sdruženém osvětlení
$E_m^{*)}$	(min.) udržovaná osvětlenost [lx], průměrná hodnota, *) hvězdičkou jsou označeny zvýšené hodnoty osvětlenosti doplňujícím umělým světlem při sdruženém osvětlení, resp. hodnoty zvýšené z důvodu nepřítomnosti denního osvětlení
UGR_L	(max.) faktor rušivého oslnění [-], maximální hodnota
R_a	(min.) index podání barev [-]

Poznámky k tabulce č. 1 (vnitřní prostory a pracovní místa – vazba na výpočtové protokoly)

„Prostor – místnost“ koresponduje s příslušným výpočtním protokolem denního, umělého a případně i sdruženého osvětlení.

„Část prostoru“ pracoviště koresponduje s příslušnou soustavou kontrolních bodů v bodových výpočtech. V případě, kdy nejsou předem definována pracoviště, je uvedeno „**typické pracovní místo**“. Vyhovují-li sledované hodnoty v této zóně (resp. ve všech alternativách), můžeme konstatovat vyhovění podmínek pro umístění pracovních míst v celém půdorysu místnosti.

V případě, že se denní osvětlení neposuzuje nebo nevyskytuje, příslušné hodnoty v tabulce se neuvádějí, je vyplněno „NE“.

V případech, kdy není dosaženo minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti dle Tabulky 1 z ČSN 73 0580-1 nebo se předpokládá záměrné řízení clonění osvětlovacích otvorů, posuzuje se osvětlení jako sdružené dle ČSN 36 0020. V případě, že činitel denní osvětlenosti nevyhovuje ani pro sdružené osvětlení, posuzuje se jako prostor bez denního osvětlení.

2.3 Výpočtové protokoly – tiskové sestavy

Tento dokument je doplněn grafickou přílohou vyjadřující výsledky výpočtu v půdorysných plánech.

Výstupní tiskové sestavy protokolů o výpočtech osvětlení jsou k tomuto dokumentu přiloženy pouze ve složkách určených pro vyjádření krajského hygienika.

Poznámky k výpočetním sestavám

Všechny polohy umístění bodů v modelovaném prostoru jsou ve výpočetním softwaru vyjádřeny souřadnicemi x, y, z s počátkem v levém dolním rohu u podlahy; souřadnice x a y určují polohu ve vodorovné rovině a souřadnice z je výška nad podlahou. Týká se rozměrů prostorů, rozmístění překážek, svítidel i výpočtových bodů včetně jejich vzájemné rozteče.

Soustava výpočetních bodů „Prostor/místnost celkově“ slouží k celkové představě o rozložení osvětlenosti E_m v rámci celého prostoru/místnosti včetně vykreslení izolux; podle způsobu uspořádání pracovních míst může reprezentovat bezprostřední okolí nebo pozadí zrakového úhlu dle ČSN EN 12464-1. Tomu by měla odpovídat osvětlenost a rovnoměrnost osvětlení. Výška srovnávací roviny je volena dle charakteru převažující činnosti (v komunikačních a manipulačních prostorech na podlaže 0,05m; v případě práce vstoje volíme výšku 0,85m, u prací prováděných převážně vsedě 0,75m).

Soustava výpočetních bodů pro vyhodnocení činitele oslnění **UGR** v rámci celého prostoru se obvykle polohou shoduje s výše uvedenou soustavou, souřadnice Z (výška nad podlahou) je volena pro sedící osoby 1200mm a pro stojící osoby 1700mm nad podlahou. Směr pohledu je vždy v horizontální rovině ve čtyřech kolmých směrech.

Pro většinu pracovních prostorů se doporučuje využívat světelné zdroje barevného tónu spektrálním složením připomínající denní světlo. Volíme světelné zdroje barevného tónu neutrálního „coolwhite“ (teplejší) nebo denního „cool daylight“ (chladnější až namodralé světlo). Pro obytné, resp. odpočinkové prostory s nižší osvětleností jsou obvykle vhodnější světelné zdroje s teplejším barevným tónem připomínající světlo žárovek „warm white“.

Výpočty mimo výslovně uvedené případy vyhovují pro svítidla s klasickými elektromagnetickými předřadníky, nicméně se pro omezení stroboskopického jevu způsobeného blikáním v síťové frekvenci, zvýšení časové stability svítivosti a prodloužení životnosti světelných zdrojů doporučuje použít svítidla s elektronickými předřadníky.

3. Závěr

3.1 Příprava a realizace osvětlovacích soustav

Při realizaci je důrazně doporučeno dodržet všechny předepsané typy svítidel, světelných zdrojů, jejich polohu a orientaci. V případě úprav dispozice prostorů, polohy či využití pracovních míst nebo stanovišť obsluhy je třeba provést kontrolní výpočet osvětlení a včas realizovat případné další následně vyvolané změny. V případě náhrady typů svítidel je nutno provést kontrolní výpočet pro skutečně použitá svítidla nebo doložit úplnou shodu světelnotechnických parametrů s projektovaným typem. V případě neúplné nebo neodpovídající dokumentace osvětlení může být odloženo nebo přerušeno kolaudační řízení; pokud kontrolní výpočet vykáže nevyhovující světelnotechnické vlastnosti již realizovaných osvětlovacích soustav, následná opatření na odstranění závad mohou být technicky náročná.

Pro kontrolní výpočet a měření osvětlení je nutno poskytnout upravenou aktuální stavební dokumentaci, resp. dokumentaci interiéru, tento výpočet osvětlení s vyznačenými změnami, názvy výrobců a typová označení nebo katalogové listy použitých svítidel a světelných zdrojů, pokud se liší od navržených. Ve sporných případech (tj. jsou instalována svítidla, ke kterým dodavatel neposkytl vyzářovací charakteristiky + tabulky jasů a jejichž použití může vést k nevyhovujícím výsledkům) může být požadováno měření charakteristik svítidel autorizovanou zkušebnou (pozor, jde o nákladný a časově náročný proces, pro který je nutno poskytnout vzorky svítidel pro měření).

Omezující provozní podmínky vyplývající z této dokumentace musejí být zahrnuty do provozního řádu provozovny (pracoviště) a osoba odpovědná za činnost v provozovně s nimi musí být prokazatelně seznámena. Součástí provozního řádu musí být plán údržby osvětlovacích soustav (výměna světelných zdrojů, čištění svítidel, obnova povrchů) v časových intervalech, které jsou uvedeny ve výpočetních protokolech. Povinností uživatele je vést evidenci provádění údržby osvětlovacích soustav denního i umělého osvětlení.

3.2 Uvedení do provozu, kolaudace, zkušební provoz

Ke kontrole správnosti realizace osvětlovacích soustav, aby bylo možné prokázat shodu s nařízením vlády č. 361/2007 Sb. a souvisejících předpisů, je třeba místně příslušné krajské hygienické stanici při kolaudaci doložit:

- tento dokument včetně příložených výpočetních protokolů;
- projektovou dokumentaci, z níž je patrný účel místností, poloha míst zrakového úkolu (pracovišť) a obvyklých stanovišť osob (pracovníků i klientů);
- průkaz instalace svítidel (poskytne osoba/firma, která provedla montáž; v něm uvede typy svítidel a světelných zdrojů, počet kusů, výšku, polohu a orientaci jednotlivých svítidel). Nutno objednat společně s montáží svítidel;
- katalogovou dokumentaci svítidel včetně obecně technických a základních světelnotechnických parametrů (vyzařovací charakteristiky) a s vyobrazením svítidel (poskytne dodavatel svítidel). Aby se předešlo pozdějším komplikacím, doporučuje se objednat společně se svítidly;
- protokoly o měření umělého osvětlení dle ČSN 36 0011-1 a ČSN 36 0011-3;
- provozní řád osvětlovacích soustav, kde budou shrnuty případné omezující podmínky uvedené v tomto dokumentu dle tabulky místností (prostorová a časová omezení některých činností nebo vyloučení určité polohy pozorovatele nebo pracovních míst), plán čištění a údržby včetně obnovy povrchů, určen pracovník odpovědný za jejich provoz a zajištění údržby včetně výměny světelných zdrojů a včasné odstraňování poruch.

V případě, že uvedené doklady nebudou doloženy včas k datu kolaudace, může hygienik v rámci zkušebního provozu povolit odklad předložení některých dokumentů (např. měření osvětlení je vhodné provádět v zaběhnutém interiéru plně vybaveném zařizovacími předměty; technickou dokumentaci svítidel je nutno opatřit v zahraničí nebo provést fotometrická měření vzorků použitých svítidel apod.).

3.3 Seznam použité literatury, norem a předpisů

Při posuzování a návrhu osvětlení jsou respektovány technické předpisy zveřejněné ve Sbírce zákonů a české technické normy, platné k datu předání projektové dokumentace; doplňující informace jsou čerpány z odborné literatury, manuálů, seminářů a konzultací.

Seznam obecně platných zákonů a vyhlášek:

- Vyhláška MMR č. 268/2009 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu
- Zákon č. 259/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a změně některých předpisů, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 309/2006 Sb. o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci
- Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 526/2006 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení stavebního zákona ve věcech stavebního řádu
- Zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky ve znění pozdějších předpisů

Seznam platných technických norem pro osvětlení:

- ČSN EN 12665:2012 – Světlo a osvětlení – Základní kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení
- ČSN 73 0580-1:2007 – Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky
- ČSN EN 12464-1:2012 – Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory
- ČSN 36 0020:2015 – Sdružené osvětlení
- ČSN 36 0011-1:2014 – Měření osvětlení vnitřních prostorů – Část 1: Základní ustanovení
- ČSN 36 0011-2:2014 – Měření osvětlení vnitřních prostorů – Část 2: Měření denního osvětlení
- ČSN 36 0011-3:2014 – Měření osvětlení vnitřních prostorů – Část 3: Měření umělého osvětlení vnitřních prostorů
- TNI 36 0450:2004 – Rušivé oslnění při osvětlení vnitřních prostorů
- TNI 36 0451:2006 – Údržba vnitřních osvětlovacích soustav

Seznam odborné literatury a sborníků:

- Doc. Ing. Karel Sokanský, CSc – Kurz osvětlovací techniky (seriál čas. Elektrotechnika v praxi, 1995)
- Doc. Ing. Jiří Plch, CSc – Světelná technika v praxi (IN-EL 1999)
- Dokumentace a školení k programům WDLS 4.1 a WILS 6.3 (Astra 92, a.s., Zlín)