

## Studie denního a umělého osvětlení

SOŠ a SOU Neratovice

Spojovací 632

277 11 Neratovice

### **Vypracovala:**

Ing. Martina Liberská

### **Kontroloval:**

Ing. Viktor Zwiener, Ph.D.  
autorizovaný inženýr v oboru pozemní  
stavby pod číslem 1201682

číslo v deníku autorizované osoby: 2112

### **Zpracováno v období:**

únor 2022

## 1. Všeobecně

- 1.1. Předmět** SOŠ a SOU Neratovice  
Spojovací 632  
277 11 Neratovice
- 1.2. Úkol** Studie denního a umělého osvětlení
- 1.3. GPS** 50.2558883N, 14.5196131E
- 1.4. Objednatel** **Střední odborná škola a Střední odborné učiliště, Neratovice, Školní 664**  
Školní 664  
277 11 Neratovice  
IČO: 68383495  
DIČ: CZ68383495  
kontaktní osoba: Ing. Ivana Kletečková  
tel: +420 604 282 385  
email: kleteckova.ivana@sosasou.cz
- 1.5. Zpracovatel** **DEKPROJEKT s.r.o.** IČ: 27642411  
Tiskařská 10/257 DIČ: CZ699000797  
budova TTC  
108 00 Praha 10 Bankovní spojení:  
tel.: +420 234 054 284 Komerční banka Praha 9  
email: info@atelier-dek.cz 35-7899980247/0100
- 1.6. Vypracovala** Ing. Martina Liberská
- 1.7. Kontroloval** Ing. Viktor Zwiener, Ph.D.  
autorizovaný inženýr v oboru pozemní stavby  
znalec pro oslunění, denní a umělé osvětlení

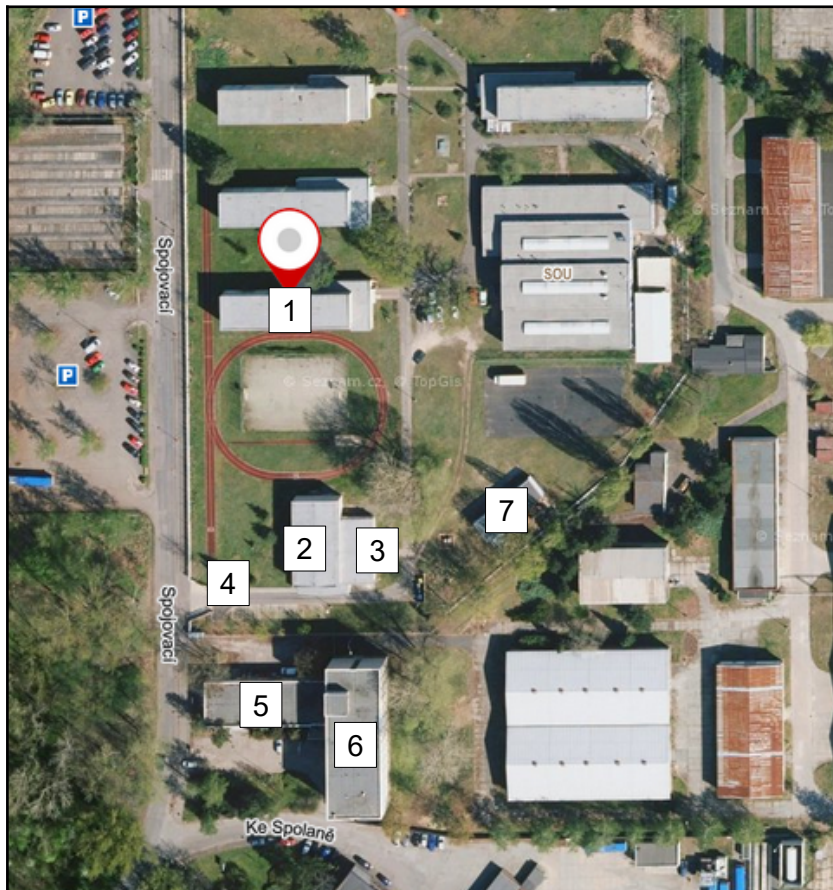
## 2. Podklady

- [1] Objednávka ze dne 10.2.2022
- [2] Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby
- [3] ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky
- [4] ČSN 73 0580-3 Denní osvětlení budov – Část 3: Denní osvětlení škol
- [5] ČSN EN 17037 (73 0582) Denní osvětlení budov
- [6] ČSN 36 0020 Sdružené osvětlení – Základní požadavky
- [7] ČSN EN 12464-1 (36 0450) Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory
- [8] Vyhláška č. 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
- [9] Výkresová dokumentace dodaná objednatelem (v elektronické podobě) do data zpracování studie

Pozn. Pokud není uvedeno jinak, rozumí se předpisy a normy v platném znění.

### 3. Situace

Předmětem studie je stávající objekt SOŠ a SOU v Neratovicích. Úkolem je posouzení denního osvětlení a návrh a posouzení umělého osvětlení v jedné učebně. Situace je na obr. 1, kde je číslem 1 vyznačen předmětný dům a ostatními číslicemi okolní zástavba, jejíž rozměry jsou určeny z veřejně dostupných mapových podkladů se souhlasem objednatele.



Objekt	Výška římsy [m]	Výška hřebene / atiky [m]	Poznámka
1	-	8,2	-
2	-	6,2	-
3	-	7,2	-
4	-	3,5	-
5	-	6,0	-
6	-	12,1	-
7	-	3,0	-

Obr. 1 – Situace (výšky vztaženy ke srovnávací rovině  $\pm 0,00 \text{ m} = + 164 \text{ m n. m.} = \text{úroveň terénu}$ )

#### 4. Denní osvětlení učeben dle ČSN EN 17037, ČSN 73 0580-1, ČSN 73 0580-3 a Vyhlášky č. 410/2005 Sb.

Ve vnitřních prostorech budov zařízení pro výchovu a vzdělávání a provozovna 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. Vyhovující denní osvětlení se navrhuje ve vnitřních prostorech:

- s trvalým pobytem lidí;
- kde uživatelé pravidelně střídají krátkodobý pobyt v různých vnitřních prostorech (např. odborných nebo speciálních učebnách, laboratořích, dílnách) tak, že celková doba pobytu v nich má trvalý charakter.

Srovnávací rovina, na které se provádí výpočty denního osvětlení, je ve výukových prostorách škol ve výšce 0,85 m nad podlahou, v denních místnostech předškolních zařízení ve výšce 0,45 m nad podlahou a ve vnitřních prostorech pro tělesnou výchovu v úrovni podlahy.

Za prostor s vyhovujícím denním světlem se považuje prostor, v němž je dosaženo hodnoty cílové osvětlenosti na části srovnávací roviny uvnitř prostoru nejméně po polovinu doby s denním světlem. Doporučené hodnoty jsou v tab. 1. V tabulce jsou hodnoty cílové osvětlenosti  $E_T$  (lx) a minimální cílové osvětlenosti  $E_{TM}$  (lx) a jim odpovídající hodnoty činitelů denní osvětlenosti  $D_T$  (%) resp.  $D_{TM}$  (%).

Hodnoty cílové osvětlenosti  $E_T$  (lx) se má dosáhnout na stanovené části srovnávací roviny  $F_{plane, \%}$  uvnitř prostoru. U prostoru se svislým nebo šikmým osvětlovacím otvorem (otvory) se má dosáhnout minimální hodnoty cílové osvětlenosti  $E_{TM}$  na celé (tzn. 95 %) části prostoru  $F_{plane, \%}$ . V této studii byly učebny posuzovány na minimální doporučenou úroveň.

**Tab. 1 – Doporučení pro příspěvek denního světla pro svislé nebo šikmé osvětlovací otvory**

Úroveň	Cílová hodnota		Část prostoru pro hodnocení cílové osvětlenosti	Minimální hodnota		Část prostoru pro hodnocení minimální cílové osvětlenosti	Podíl doby s denním. světlem
	osvětlen osti	činitele denní osvětlen osti <sup>1)</sup>		osvětlen osti	činitele denní osvětlen osti <sup>1)</sup>		
	E <sub>T</sub> (lx)	D <sub>T</sub> (%)	F <sub>plane</sub> (%)	E <sub>TM</sub> (lx)	D <sub>TM</sub> (%)	F <sub>plane</sub> (%)	F <sub>time</sub> (%)
Minimální	300	2,0	50	100	0,7	95	50
Střední	500	3,4	50	300	2,0	95	50
Velká	750	5,0	50	500	3,4	95	50

<sup>1)</sup> Odpovídá mediánu oblohové vodorovné osvětlenosti E<sub>v,d,med</sub> = 14 900 lx pro Českou republiku.

#### 4.1. Výhled v učebnách podle ČSN EN 17037

Výhled do venkovního prostředí poskytuje vizuální spojení s okolím, které poskytuje informace o místním prostředí, změnách počasí a denní době. Výhled se má posuzovat ve vybraných kontrolních bodech funkčně vymezené oblasti, kde se nacházejí lidé. U výhledu se rozlišují tyto tři vrstvy:

- vrstva oblohy;
- vrstva krajiny (budovy, příroda, pouze horizont);
- vrstva terénu.

Kvalita výhledu v libovolném kontrolním bodě (místě) závisí na velikosti osvětlovacího otvoru (otvorů), na šířce výhledu (vodorovný úhel výhledu), na délce výhledu, na počtu vrstev a na kvalitě informací o okolním prostředí ve výhledu. V případě několika otvorů s malou vzájemnou vzdáleností lze součet otvorů považovat za jeden otvor. Materiál zasklení výhledového otvoru má poskytovat čistý, nedeformovaný a barevně nezkrasený výhled. Doporučené úrovně výhledu jsou v tab. 2. Parametry uvedené v tabulce se posuzují z kontrolních míst. V této studii byly učebny posuzovány na minimální doporučenou úroveň.

**Tab. 2 – Posouzení výhledu z kontrolního místa**

Doporučená úroveň výhledu	Vodorovný úhel výhledu	Délka výhledu	Počet vrstev viditelných minimálně ze 75 % funkčně vymezené oblasti:
			- obloha - krajina (městská a/nebo přírodní) - terén
Minimální	≥ 14°	≥ 6,0 m	ve výhledovém otvoru je obsažena alespoň vrstva krajiny
Střední	≥ 28°	≥ 20,0 m	v jednom výhledovém otvoru je obsažena vrstva krajiny a další vrstva
Velké	≥ 54°	≥ 50,0 m	v jednom výhledovém otvoru jsou obsaženy všechny vrstvy

#### 4.2. Ochrana před oslněním v učebnách podle ČSN EN 17037

Oslnění je nepříznivý stav zraku způsobený jasnými částmi zorného pole s jasy výrazně vyššími než jas, na který je zrak adaptován, projevující se nepříjemnými pocity, narušením zrakové pohody nebo snížením zrakového výkonu a viditelnosti. Rizikem pro vznik oslnění je přímé sluneční světlo nebo velké rozdíly jasu mezi světlými a tmavými částmi zorného pole. Pro snížení rizika oslnění v prostorech s osvětlovacími otvory se doporučuje používat stínící zařízení a provést opatření zamezující přímým pohledům na slunce nebo do jeho odrazů.

Místa žáků v lavicích musí být v učebnách orientována tak, aby žáci nebyli v zorném poli oslňováni jasnými osvětlovacími otvory a ani si nestínili místo zrakového úkolu. Pro většinu zrakových činností v zařízeních pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání se vyžaduje směr denního osvětlení zleva a shora.

#### 4.3. Umělé osvětlení dle ČSN EN 12464-1 a Nařízení vlády 361/2007 Sb.

Udržovaná osvětlenost ( $E_m$ ) je hodnota průměrné osvětlenosti na daném povrchu, pod kterou nesmí osvětlenost poklesnout bez ohledu na stáří a stav osvětlovací soustavy. Požadované hodnoty jsou v tab. 3 (platí pro normální zrak). Jedná se o udržovanou osvětlenost v místech zrakových úkolů na srovnávací rovině, jež může být vodorovná, svislá nebo nakloněná.

Osvětlenost bezprostředního okolí úkolu souvisí s osvětlením místa zrakového úkolu a má poskytovat vyvážené rozložení jasů v zorném poli. Bezprostřední okolí úkolu tvoří pás o šířce alespoň 0,5 m kolem místa zrakového úkolu v zorném poli. Osvětlenost bezprostředního okolí úkolu může být menší než osvětlenost úkolu, avšak nesmí být menší než hodnoty uvedené v tab. 4. Plocha pozadí úkolu má šířku alespoň 3,0 m, má přiléhat k bezprostřednímu okolí úkolu v mezích

prostoru a musí být osvětlena na hodnotu udržované osvětlenosti rovnou 1/3 hodnoty osvětlenosti bezprostředního okolí úkolu, viz tab. 4.

Osvětlení místa zrakového úkolu musí být co nejrovnoměrnější. Rovnoměrnost osvětlení se stanovuje jako poměr minimální a průměrné osvětlenosti na daném povrchu. Požadované hodnoty jsou v tab. 3 a 4. Oslnění je počíteč způsobený povrchy s velkým jasnem v zorném poli a může být počítáno buď jako rušivé nebo jako omezující oslnění. Oslnění se hodnotí indexem oslnění  $UGR_L$ . Požadované maximální hodnoty jsou v tab. 3. Index podání barev  $R_a$  charakterizuje světelný zdroj z hlediska podání barev. Maximální hodnota  $R_a$  je 100. Tato hodnota se zmenšuje se zhoršováním jakosti podání barev. Minimální hodnoty indexu podání barev jsou v tab. 3.

Udržovací činitel závisí na provozních charakteristikách světelného zdroje a předradného přístroje, svítidla, prostředí a plánu údržby. Udržovací činitel uvažovaný při posouzení je v tab. 5.

**Tab. 3 – Požadavky na umělé osvětlení**

Ref. č. <sup>1)</sup>	Popis	$E_m$ [lx]	$UGR_L$ [-]	$U_o$ [-]	$R_a$ [-]	Pozn.
5.36.1	Učebny, konzultační místnosti	500 <sup>1)</sup>	19	0,6	80	Regulovatelné osvětlení
<sup>1)</sup> Dle ČSN EN 12464-1.						
<sup>2)</sup> Při uvažování sdruženého osvětlení je požadováno 500 lx.						

**Tab. 4 – Rovnoměrnost osvětlení a poměr osvětleností bezprostředního okolí a úkolu**

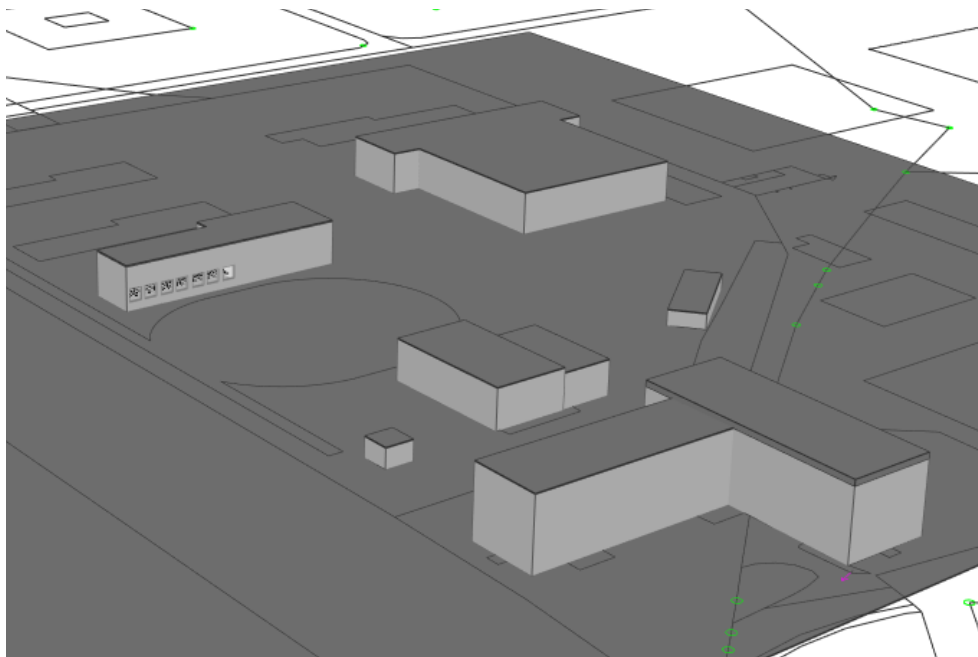
Osvětlenost úkolu [lx]	Osvětlenost bezprostředního okolí úkolu [lx]	Osvětlenost pozadí úkolu [lx]
500	300	100
rovnoměrnost $U_o$ - viz tab. 3	rovnoměrnost $U_o \geq 0,4$	rovnoměrnost $U_o \geq 0,1$

**Tab. 5 – Udržovací činitel**

Interval čištění svítidel	12 měsíců
Interval obnovy povrchů	24 měsíců
Funkční spolehlivost	100 %
Čistota prostředí	čisté
Výměna zdrojů	individuální
Udržovací činitel	0,77

## 5. Posouzení

Pro výpočet denního osvětlení byla situace modelována ve 3D výpočtovém programu BuildingDesign a použity příslušné výpočtové moduly (viz dále). 3D výpočtový model je na obr. 2.



Obr. 2 – 3D výpočtový model – západní pohled

### 5.1. Učebny

#### 5.1.1. Posouzení příspěvku denního světla

Příspěvek denního světla byl posouzen v jedné učebně v přízemí objektu. Půdorys posuzované místnosti je na obrázcích v příloze A. V posuzované místnosti je umístěna síť výpočtových bodů v úrovni srovnávací roviny. Výška srovnávací roviny je 0,85 m.

Pro exteriér byly při výpočtu použity činitelé uvedené v tab. 6, pro osvětlovací otvory činitelé uvedené v tab. 7 a pro vnitřní plochy činitelé uvedené v tab. 8. Výpočet byl proveden modulem ČSN EN 17037 (1.0.76). Výsledky výpočtů jsou v příloze A. Do půdorysu posuzované místnosti jsou zakresleny sítě kontrolních bodů s hodnotami činitelů denní osvětlenosti a hraniční izofoty 0,7% a 2,0%. Izofota je křivka spojující místa (body) se stejnou hodnotou činitele denní osvětlenosti. Hodnocení je v tab. 9.

Tab. 6 – Použité činitele odrazu světla

Povrch	Činitel odrazu
Terén	0,10
Průčelí okolních budov	0,30
Šikmé střechy	0,30
Ploché střechy	0,10

Tab. 7 – Použité činitele související s osvětlovacími otvory

Povrch / znečištění	Činitel
Prostup světla zasklívacích prvků (izolační dvojsklo)	0,80
Ztráta světla částmi okna, které nepropouští světlo (z rozměru okna a plochy zasklení)	0,75
Ztráta světla vlivem zařízení pro regulaci osvětlení (žaluzie apod.)	1,00
Ztráta světla vlivem stínění konstrukcí budovy (příhradové nosníky, průvlaky apod.)	1,00
Znečištění na vnější straně osvětlovacího otvoru	0,90
Znečištění na vnitřní straně osvětlovacího otvoru	0,95

Tab. 8 – Činitele odrazu světla vnitřních povrchů místností (dle ČSN 73 0580-1)

Povrch	Činitel odrazu
Činitel odrazu světla stěn	0,50
Činitel odrazu světla stropu	0,70
Činitel odrazu světla podlahy	0,30

Tab. 9 – Hodnocení zóny denního osvětlení v učebnách (v celé ploše)

Místnost	Požadov. hodnota $D_T$	Požadov. část prostoru $F_{plane}$	Vyhovující část prostoru	Požadov. hodnota $D_{TM}$	Požadov. část prostoru $F_{plane}$	Vyhovující část prostoru	Hodnocení
Učebna 1	$\geq 2,0 \%$	$\geq 50 \%$	58 %	0,7 %	95 %	100 %	vyhovuje

Z tabulky je zřejmé, že požadavky normy ČSN EN 17037 jsou v posuzované učebně splněny.

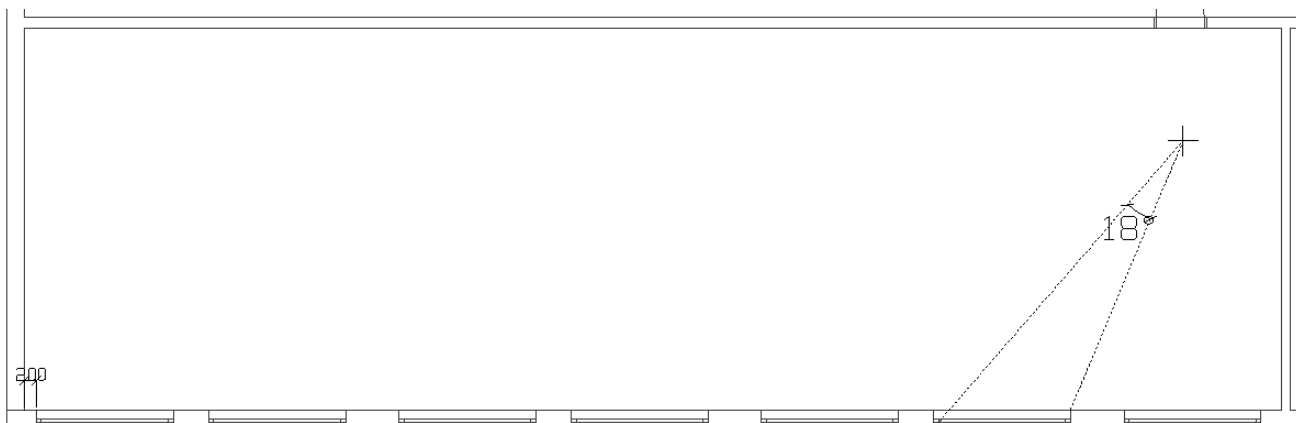
## 5.2. Posouzení výhledu

Posouzení vodorovného úhlu výhledu v učebně bylo provedeno v kontrolních bodech umístěných v koutech místností s nejhorsími podmínkami pro výhled (1,0 m od bočních stěn, ve výšce očí 1,2 m). Posouzení vodorovného úhlu výhledu je zobrazeno čárkovaně na obrázku 3. Vzhledem k pravidelnému půdorysu, rozmístění oken a výšce oken v učebnách musí z každého místa v učebně být viditelná alespoň vrstva krajiny. Hodnocení výhledu je v tab. 10.

Tab. 10 – Posouzení výhledu

Místnost	Vodorovný úhel výhledu		Počet viditelných vrstev		Hodnocení	Obr.
	požadovaný	vypočítaný	požadováno	stanoveno		
Učebna 1	14°	18°	1 (min. vrstva krajiny)	1 vrstva krajiny	vyhovuje	3





Obr. 3 – Posouzení vodorovného úhlu výhledu – Učebna 1

### 5.2.1. Posouzení oslnění

Pro možnost regulovat průnik přímého slunečního světla jsou v učebnách navrženy interiérové žaluzie před okny. Bude tak zajištěna ochrana proti případnému oslnění uživatelů těchto místností a proto je navržené řešení stínících prvků z hlediska doporučení k oslnění dle ČSN EN 17037 vyhovující.

## 6. Návrh a posouzení umělého osvětlení

V učebně 1 je navrženo umělé osvětlení na běžné požadavky. Typ a specifikace svítidel a zdrojů jsou v tab. 11. Rozmístění svítidel je na obrázku v příloze A. Doporučujeme regulovat zvláště řadu svítidel u oken a řadu u dveří.

Tab. 11 – Specifikace a počty svítidel

Prostor	Svítidlo	Rozměry	Zdroj	R <sub>a</sub>	K <sub>s</sub>
Učebna 1	MODUS LLL5000RL2KVM	1510 x 238 x 52 mm	1x LED, 41 W, 5350 lm, 4000 K	80	24

Svítidla jsou navržena tak, aby vyhovovala celá plocha místnosti. Plochy bezprostředního okolí úkolu a pozadí úkolu jsou tak shodné s plochou úkolu. Požadavky na okolí úkolu jsou vyšší než na bezprostřední okolí úkolu a splněním požadavků úkolu jsou automaticky splněny i požadavky bezprostředního okolí úkolu.

Pro účely návrhu byla v místnosti umístěna síť výpočtových bodů v úrovni srovnávacích rovin. Výška srovnávací roviny pro výpočet udržované osvětlenosti je v ploše posuzované místnosti 0,85 m nad podlahou a pro výpočet činitele oslnění 1,2 m nad podlahou. Ve výpočtu byly uvažovány činitele odrazu hlavních ploch dle tab. 8.

Výpočet udržované osvětlenosti a oslnění byl proveden modulem WILS (7.0.379). Výsledky výpočtů udržované osvětlenosti a oslnění pro všechny posuzované učebny jsou v příloze A. Celkové hodnocení je v tab. 12.

Tab. 12 – Hodnocení místností z hlediska umělého osvětlení

Uč.	Místo	E <sub>m</sub> (lx)		UGR <sub>L</sub>		Rovnoměrnost		Hodnocení
		Vyp.	Pož.	Vyp.	Pož.	Vyp.	Pož.	
1	Plocha učebny	707	≥ 500	17,4	≤ 19,0	0,68	≥ 0,60	vyhovuje

## 7. Závěr

Ve studii bylo provedeno posouzení jedné učebny z hlediska denního osvětlení. Na základě výsledků výpočtu byl následně proveden návrh a posouzení umělého osvětlení.

V učebně je denní osvětlení vyhovující v celé ploše místnosti. Při použití svítidel specifikovaných v tab. 11 a jejich rozmístění dle obrázků v příloze A jsou všechny učebny vyhovující.

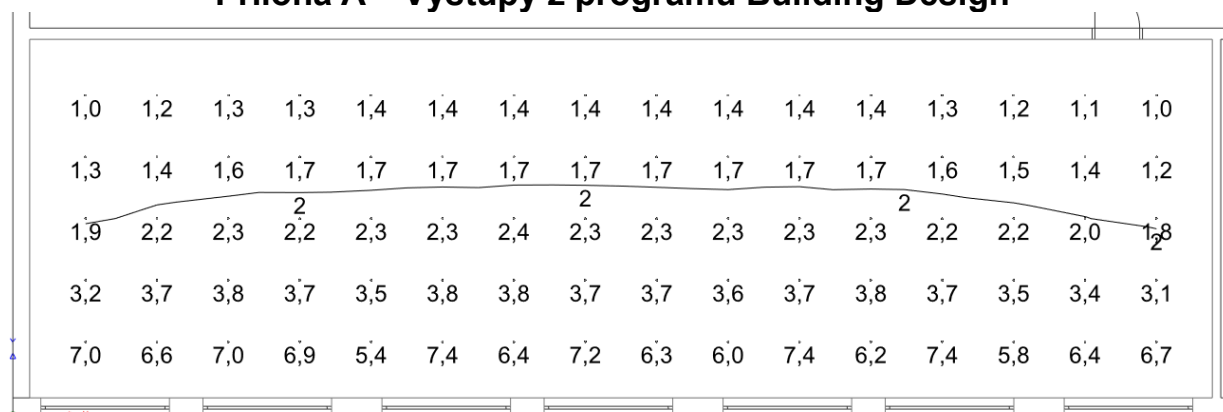
---

V Praze dne 04. 03. 2022

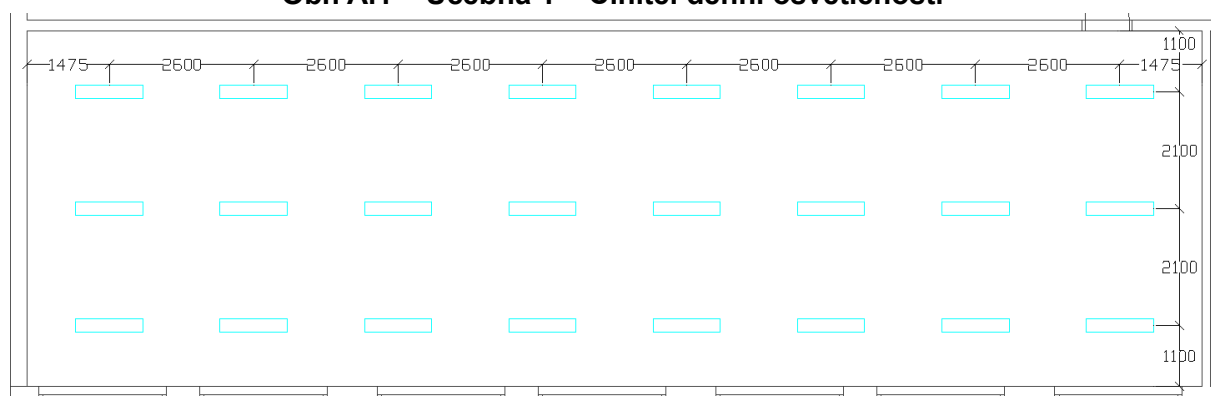
DEKPROJEKT s.r.o.

Ing. Martina Liberská

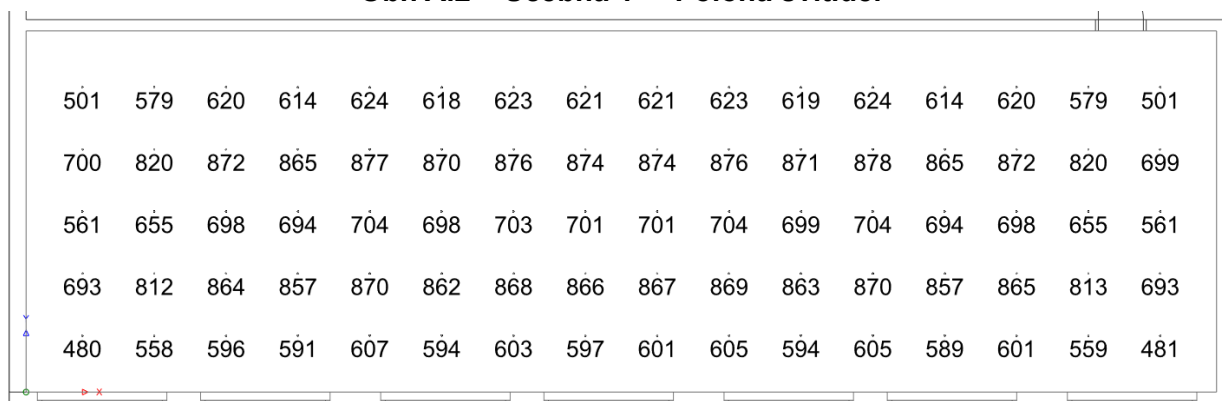
## Příloha A – Výstupy z programu Building Design



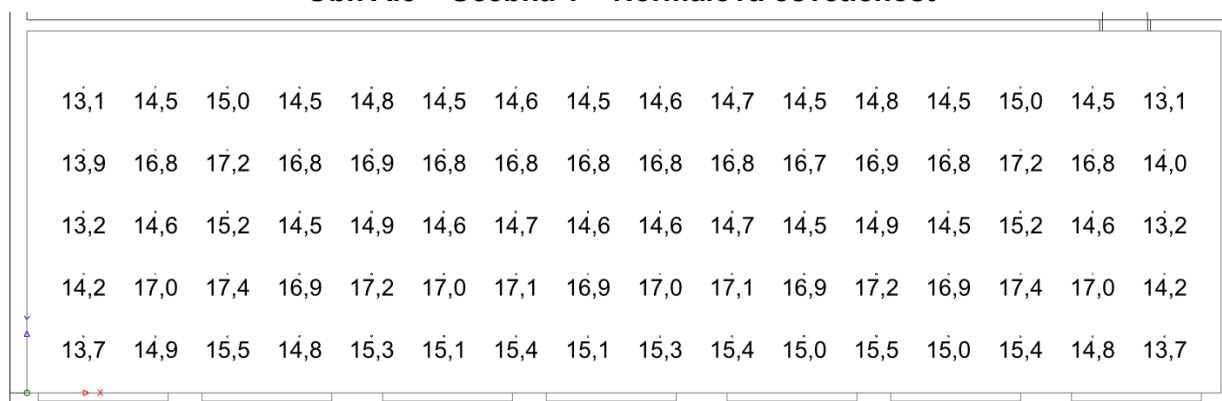
Obr. A.1 – Učebna 1 – Činitel denní osvětlenosti



Obr. A.2 – Učebna 1 – Poloha svítidel



Obr. A.3 – Učebna 1 – Normálová osvětlenost



Obr. A.4 – Učebna 1 – Činitel oslnění UGR