

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



Intelligentní svítidlo

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Tomáš Dobrovolný

Vedoucí diplomové práce : doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.
Konzultanti : Hynek Medřický, Artemide
Ing. arch. Lenka Maierová, Ph.D.

2017

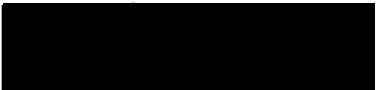



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

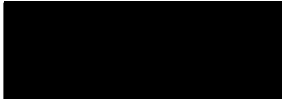
Příjmení: <u>Dobrovolný</u>	Jméno: <u>Tomáš</u>	Osobní číslo: <u>396521</u>
Zadávací katedra: <u>Technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>Inteligentní budovy</u>		
Studijní obor: <u>Inteligentní budovy</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Inteligentní svítidlo</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Intelligent light</u>	
Pokyny pro vypracování: Shrnutí poznatků o vlivu umělého osvětlení na člověka a jeho zdraví. Návrh a sestavení inteligentního svítidla na základě zjištěných informací.	
Seznam doporučené literatury: ČSN EN 12464-1	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>21.2.2017</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>21.5.2017</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

<u>7.3.2017</u>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze, dne 19.5.2017

podpis:

Poděkování

Za vstřícnost, ochotu, důvěru a svobodu při hledání vlastní cesty děkuji vedoucímu mé diplomové práce panu Doc. Ing. Bohumíru Garlíkovi CSc. Dále děkuji rodině za podporu během celého studia, bez které by tato práce nevznikla. Děkuji panu Hynku Medřickému za pomoc při měření a konzultaci experimentální části diplomové práce. Ing. arch. Lence Maierové, Ph.D. děkuji za inspiraci a přítelkyni za pomoc a trpělivost.

Anotace

Diplomová práce se zabývá návrhem, sestavením a otestováním nového inteligentního svítidla ve formě stolní lampy, která dokáže měnit jas a barvy tak, aby se světelné spektrum blížilo přirozenému osvětlení. Inteligence lampy je promítnuta ve vlastním automatickém řízení světelného spektra během dne s ohledem na zdraví uživatelů.

Klíčová slova

Svítidlo, řízení jasu, biodynamické osvětlení, LED, riziko modrého světla, měření spekter

Annotation

The diploma thesis deals with the design, assembling and testing of a new intelligent light in a form of a table lamp that can change brightness and colours in order to approach the natural lighting. The intelligence of the lamp is displayed by the fact that its light spectrum control during the day is automatized with regard to users health.

Keywords

Light, brightness control, biodynamic lighting, LED, blue – light risk, measurement of spectra

Obsah

1	Úvod	10
2	Teoretická část.....	11
2.1	Viditelné spektrum.....	11
2.2	Historie osvětlení	11
2.3	Zdroje světla.....	13
2.4	Blue-light risk.....	15
2.5	Zdravé osvětlení	15
2.6	Biodynamické osvětlení	16
2.7	Světelné parametry.....	16
2.7.1	Světelný tok.....	16
2.7.2	Teplota chromatičnosti.....	17
2.7.3	Podání barev.....	18
2.8	Denní osvětlení.....	19
3	Praktická část.....	21
3.1	Návrh řešení	21
3.2	Pracovní lampa.....	22
3.3	Inteligentní stolní lampa – vlastnosti	23
3.4	Hardware	23
3.4.1	Arduino	26
3.4.2	Tlačítka.....	27
3.4.3	Řízení jasu LED pásků.....	29
3.5	Uživatelská konzola	33
3.5.1	Software	36
3.5.2	Uživatelské prostředí.....	36
4	Experimentální část	38
4.1	Měření	38
4.1.1	Porovnání přirozeného a umělého světla lampy	38

4.1.2 LCD display	40
4.2 Hodnocení uživatelů.....	41
5 Závěr.....	45
Zdroje:.....	46

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Elektromagnetické spektrum s výřezem viditelného světla [2].....	11
Obrázek 2 – Změřené elektromagnetické spektrum ohně [3].....	12
Obrázek 3 – Změřené elektromagnetické spektrum žárovky [3].....	13
Obrázek 4 – Spektrum LED pásku teplá bílá (vlastní foto).....	14
Obrázek 5 – Barevná škála chromatičnosti [6].....	17
Obrázek 6 – Inteligentní svítidlo (vlastní foto).....	21
Obrázek 7 – fotka z výroby stínidla (vlastní foto).....	22
Obrázek 8 – stínidlo po prvním nanesení barvy (vlastní foto).....	23
Obrázek 9 – Signál za mosfetem (vlastní foto).....	24
Obrázek 10 – PWM signál z arduina (vlastní foto).....	25
Obrázek 11 – skica zapojení jednotlivých prvků lampy (vlastní schéma).....	26
Obrázek 12 – Arduino Nano [9].....	27
Obrázek 13 – Schéma zapojení tlačítek (vlastní schéma).....	28
Obrázek 14 – Provedení obvodu pro tlačítka (vlastní foto).....	29
Obrázek 15 – schéma řízení jasu LED pásků (vlastní schéma).....	30
Obrázek 16 – rozmístění součástek a trasy spojů na desce plošného spoje (vlastní schéma).....	31
Obrázek 17 – napájené komponenty řízení jasu LED pásku na desce plošného spoje (vlastní foto).....	32
Obrázek 18 – Deska obvodu pro řízení jasu LED pásků, pohled zezdola (vlastní foto).....	32
Obrázek 19 – fotka z výroby stínidla (vlastní foto).....	33
Obrázek 20 – Přední část konzoly pro ovládání inteligentního svítidla (vlastní foto).....	34
Obrázek 21 – Levá boční část konzoly pro ovládání inteligentního svítidla (vlastní foto).....	34

Obrázek 22 – Pravá boční část konzoly pro ovládání inteligentního svítidla (vlastní foto).....	35
Obrázek 23 – Vnitřní část uživatelské konzoly (vlastní foto).....	35
Obrázek 24 – základní obrazovka uživatelského rozhraní při volbě automatického nastavování spektra (vlastní foto)	36
Obrázek 25 – základní obrazovka uživatelského rozhraní při volbě manuálního nastavování spektra (vlastní foto).....	36
Obrázek 26 – pravá stránka uživatelského rozhraní (vlastní foto).....	37
Obrázek 27 – nastavování času v uživatelském rozhraní (vlastní foto).....	37
Obrázek 28 (vlevo) – venkovní světelné spektrum v poledne [3]	38
Obrázek 29 (vpravo) – Spektrum inteligentního svítidla odpovídajícího stejné denní hodině (vlastní foto).....	38
Obrázek 30 (vlevo) – venkovní světelné spektrum 45minut před západem slunce [3].....	39
Obrázek 31 (vpravo) – Spektrum inteligentního svítidla odpovídajícího stejné denní hodině (vlastní foto).....	39
Obrázek 32 (vlevo) – venkovní světelné spektrum při západu slunce [3]	39
Obrázek 33 (vpravo) – Spektrum inteligentního svítidla odpovídajícího stejné denní hodině (vlastní foto).....	40
Obrázek 34 – Běžné barvy LCD displeje (vlastní foto).....	40
Obrázek 35 – Barvy LCD displeje po přelepení oranžovou fólií (vlastní foto)..	40
Obrázek 36 (vlevo) – Původní světelné spektrum LCD display.....	41
Obrázek 37 (vpravo) – Nové světelné spektrum LCD displeje s potlačením modré složky světelného spektra	41

Přílohy

Příloha 1 – Uživatelská hodnocení

Příloha 2 – Zdrojový kód

1 Úvod

Dlouhodobě se věnuji problematice vnitřního prostředí budov. Světlo je jedno z jeho základních parametrů, přesto je kvalita osvětlení ve vnitřním prostředí měřena na základě fotometrických veličin. Požadavky jsou uvedené ve stavebních, hygienických a dalších předpisech, které zatím nereflektují nové zdroje světla a jejich specifické vlastnosti ve vztahu k lidskému zdraví.

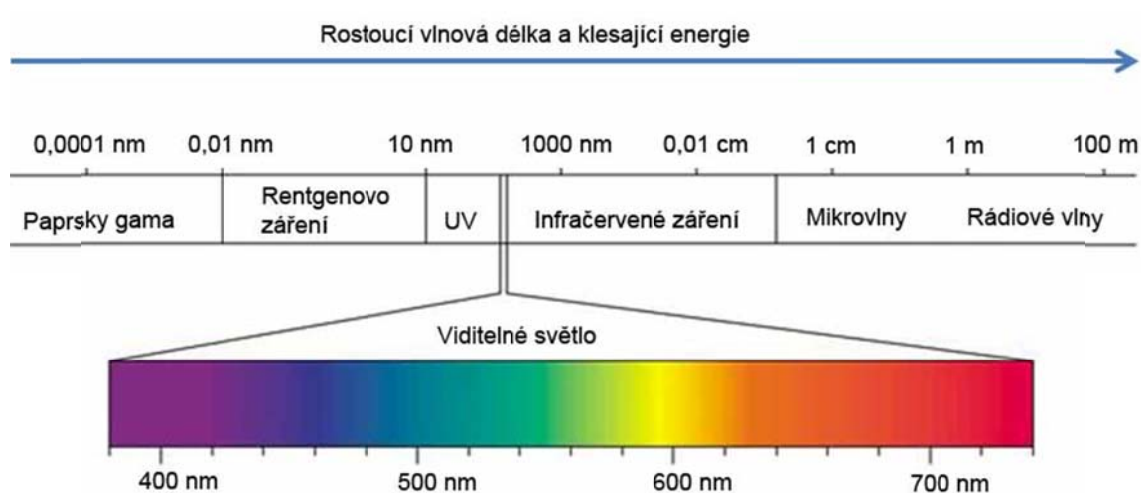
V aktuální situaci vidím jistou podobnost s navrhováním energeticky efektivních budov v souvislosti s větráním a koncentracemi oxidu uhličitého. Jak se zvyšovali požadavky na kvalitu obálky budov z pohledu tepelných ztrát, tak se zvyšovali požadavky na větrání, abychom se zbavili primárně vysoké koncentrace CO₂ a dalších škodlivin ve vnitřním prostředí, které se dříve vyvětraly například infiltrací. Se světelnými zdroji je to podobné. Chceme energeticky efektivní zdroje světla, ale teprve nedávno bylo odpovězeno na některé otázky vlivu LED osvětlení na zdraví člověka. Nyní je čas zajistit taková opatření, aby nebyl dopad energeticky efektivních zdrojů světla negativní, co se lidského zdraví týče. Technologicky bylo na tento problém odpovězeno formou biodynamického osvětlení. Rychle vznikají aplikace na úpravu vyzařovaného světla z monitorů, či obrazovek tabletů nebo smartphonů, které jdou v této problematice vpřed. Věřím, že je třeba se problému kvalitního osvětlení postavit čelem, tak jako při řešení otázky větrání, a poskytnout lidem kvalitní, energeticky efektivní a hlavně zdravé osvětlení vnitřních prostor.

Diplomová práce byla pojata jako praktické sestavení takového svítidla, které demonstruje, že není složité se problematice vlivu LED osvětlení postavit a navrhovat taková svítidla, která se chovají k lidskému zdraví šetrněji, než běžná řešení.

2 Teoretická část

2.1 Viditelné spektrum

Část spektra elektromagnetického záření o vlnových délkách 380 až 750nm označujeme jako viditelné světlo. Tato část spektra odpovídá rozsahu, na které je citlivé lidské oko. [1]

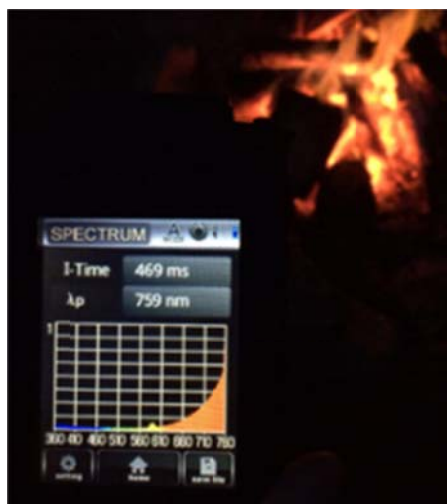


Obrázek 1 – Elektromagnetické spektrum s výřezem viditelného světla [2]

Jednotlivé barvy vyskytující se ve světelném spektru nazýváme spektrálními barvami a odpovídají jim dané intervaly vlnových délek elektromagnetického záření. Jako základní barvy označujeme fialovou, modrou, zelenou, žlutou, oranžovou a červenou.

2.2 Historie osvětlení

Už naši předci v dobách jeskynních lidí používali k osvětlení po setmění oheň, dlouhé vlnové délky vyzařované ohněm viz. obrázek 2 ani intenzita osvětlení nenarušovala přirozené střídání dne a noci.



Obrázek 2 – Změřené elektromagnetické spektrum ohně [3]

Středověk přinesl nepatrnou změnu v osvětlení, a to díky přínosu různých lamp, luceren či voskových a lojových svící. Lidé však trávili většinu času při práci venku a tehdejší zdroje světla vyzařovaly spektrum podobné ohni, které také nenarušovalo jejich denní rytmus.

Teprve s příchodem průmyslové revoluce a objevem svítivplynu, se člověk stal nezávislým na denním osvětlení a tím se mu i prodloužila doba, po kterou může být aktivní. Svítivplyn, petrolejové lampy i svíce nicméně stále vydávaly vyhovující světlo, jelikož se jednalo o hoření plamene. Spektrální složení světla bylo plynulé a obsahovalo převážně oranžovou a červenou barvu. Modrá složka byla zanedbatelná.

Na začátku 20. století se objevilo nové, umělé osvětlení, které zajišťovalo aktivitu pracujících do pozdních večerních hodin, dokonce byly zavedeny 24 hodinové směny. Edisonův vynález na konci 19. století, žárovka, se rozmohl právě až se zavedením elektřiny i do běžných domácností. Elektrická síť šla ruku v ruce se žárovkou a společně odstartovali masivní změnu v osvětlování. Žárovka svým nažloutlým světlem připomíná barvy ohně, a dokonce při změření spektrálního složení zjistíme, že v klasických žárovkách převládají dlouhé vlnové délky, které se také podobají spektru ohně.



Obrázek 3 – Změřené elektromagnetické spektrum žárovky [3]

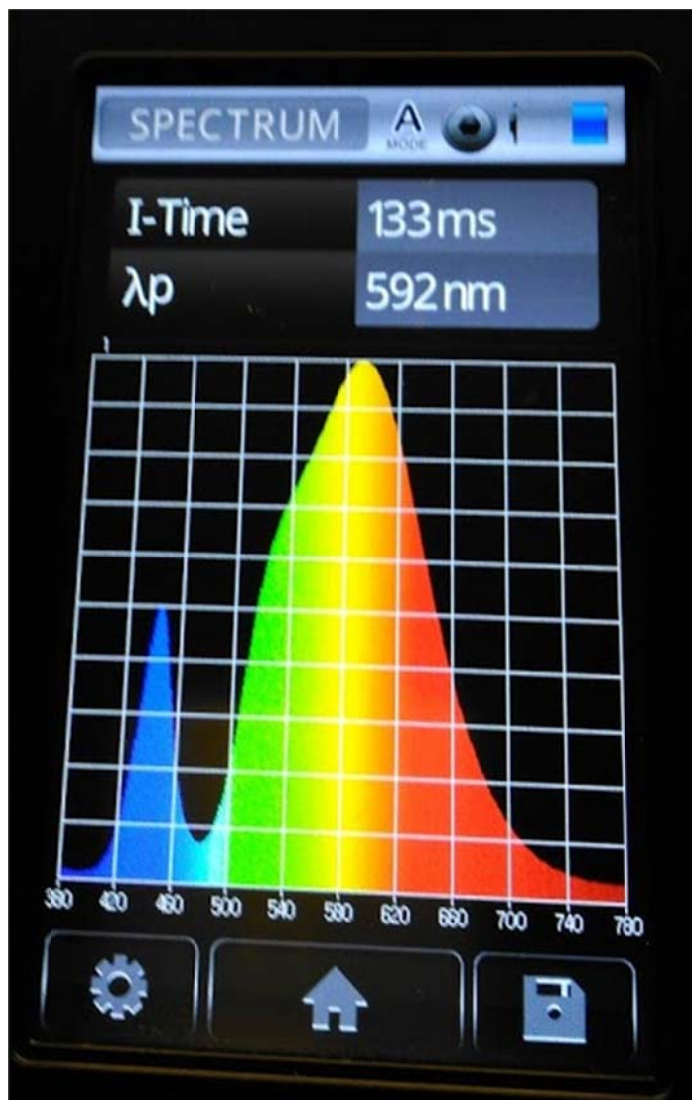
V roce 2009 přišel zákaz prodeje klasických žárovek v návaznosti na energetické úspory v budovách. Žárovky, tehdy nejpoužívanějšího zdroje světla se začaly postupně měnit za zářivky, halogenové žárovky nebo osvětlení pomocí LED zdrojů, které výrazně překračují účinnost klasických wolframových žárovek. Přestože zpočátku nekvalitní zdroje osvětlení měli velmi nízký index podání barev, kvalita nových náhražek žárovky stoupá každým rokem a často dosahují spojitého či nespojitého spektra a zároveň umožňují uživateli zvolit si teplotu chromatičnosti, tedy barvu osvětlení od teplé bílé, která je blízká žárovce, až po barvu napodobující denní světlo. Předpokládá se však, že uživatel má znalosti týkající se problematiky osvětlení. [4]

2.3 Zdroje světla

Mezi základní zdroje světla patří obyčejné žárovky s wolframovým vláknem, halogenové žárovky, sodíkové výbojky, lineární a kompaktní zářivky, indukční výbojky, vysokotlaké rtuťové výbojky, halogenidové výbojky a světelné diody.

Světelné diody, označované zkratkou LED z anglického Light Emitting Diode, také označované elektroluminiscenční diody se v poslední době těší největší popularitě především díky jejich účinnosti a životnosti. Podle pana Jakuba Wittliche ze společnosti Philips jsou nové světelné instalace nyní prováděny takřka pouze z LED zdrojů.

Světelná dioda je polovodičová součástka obsahující PN přechod. V aplikacích se velmi často se využívají bílé LED, které se vyrábějí nanášením luminoforu obvykle na modrou diodu. Luminofor ovlivňuje výstupní světelné spektrum zásadním způsobem, protože výrazně rozšiřuje spektrum.



Obrázek 4 – Spektrum LED pásku teplá bílá (vlastní foto)

Na obrázku 4 výše je zřetelně patrné, jak luminofor posunul spektrum, přitom ale zůstala výrazná složka původní modré barvy diody. Složením a také množstvím luminoforu je určena většina vlastností LED diody, jako například index podání barev a teplota chromatičnosti.

2.4 Blue-light risk

Modré světlo má definovanou vlnovou délku v rozmezí 450 až 495 nm a je součástí viditelného spektra. V dnešním prostředí se s ním setkáváme čím dál častěji a to především v souvislosti s novými technologiemi. S modrým světlem se běžně setkáváme například u smartphonů, obrazovek počítačů, televizorů, především však u světelných LED diod. [5]

Modré světlo má velký vliv na zdraví. Expozice modrému světlu zvyšuje energii, bdělost a náladu lidí. Při přirozeném denním světle modrá složka spektra po východu slunce pomalu přibývá a před západem slunce zase z přirozeného světleného spektra mizí. Delší vystavení světlu o vlnové délce modré barvy narušuje cirkadiánní rytmus, tedy vnitřní hodiny, a může způsobit různé zdravotní účinky, jako změny produkce melatoninu, včetně narušení spánku. [17]

Velký skok v ochraně před modrým světlem ve večerních a nočních hodinách přišel teprve nedávno, kdy výrobci začali navrhovat nabízet software, který omezí tuto vlnovou délku. Jedná se například o aplikaci f.lux, redshift či twilight. Všechny zmíněné aplikace nabízejí nejen změnu jasu, ale i úpravu vyzařovaného spektra, kterou omezí množství modré složky. [18],

2.5 Zdravé osvětlení

Aktuální snahy vyspělých zemí, co se snižování dopadu člověka na životní prostředí týče, nás tlačí k používání efektivnějšího osvětlení, jako jsou LED zdroje, které bohužel mohou při špatném návrhu poškozovat zdraví uživatelů. Ukončit aktuální snahu o snižování energetické náročnosti s ohledem na zdraví není nutné, postačí se při návrhu osvětlení držet několika základních principů, jako je snižování modré složky světla večer a ideálně ji na noc úplně odstranit. Pro zajištění dostatečného osvětlení v noci postačí posunout spektrum směrem do červené složky, která má nejmenší vliv na posun cirkadiánního rytmu a na snížení produkce melatoninu. Systémy, které řídí osvětlení a mění spektrum tak, aby napodobovalo venkovní přirozené světlo, jsou označovány jako biodynamické osvětlení. [17]

2.6 Biodynamické osvětlení

Poznatky v souvislosti s cirkadiánními čidly přinesly otázku, jaký vliv má světlo na lidské zdraví. Světlo nám neumožňuje pouze přijímat informace z okolního prostředí, ale řídí i biologické pochody v těle. Tak se začalo pohlížet na osvětlení i z pohledu řízení denního cyklu člověka.

Biodynamické soustavy osvětlení se ve vnitřních prostorech používají k napodobení denního osvětlení. Během dne se mění jak intenzita, tak barevné a dokonce i směrové vlastnosti světla, tak jako u světla přirozeného, denního. Charakteristika těchto změn je naprogramována v řídicím systému osvětlení, nemusí se měnit pouze podle denní hodiny, ale i podle ročního období. [19]

Bohužel se biodynamické osvětlení zatím využívá pouze ve velmi malé míře, přestože technologie jsou už několik let dostupné. Nejčastěji se s využitím biodynamického osvětlení setkáme při osvětlování bezokenních prostor.

2.7 Světelné parametry

2.7.1 Světelný tok

Světelný tok Φ je světelně technická veličina, která odpovídá zářivému toku a vyjadřuje schopnost zářivého toku způsobit zrakový počitek, tedy vjem. Světelný tok Φ monochromatického záření o vlnové délce λ , kde zářivý tok je Φ_e se určí ze vztahu [1]:

$$\Phi(\lambda) = K(\lambda) \cdot \Phi(\lambda_e) = K_m \cdot V(\lambda) \cdot \Phi_e(\lambda) \quad [\text{lm}] \quad 1$$

$\Phi(\lambda)$ je světelný tok monochromatického záření vlnové délky λ [lm]

$K(\lambda)$ je světelný účinek monochromatického záření [$\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$]

K_m je maximum světelné účinnosti záření $K(\lambda)$ [$\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$]

$V(\lambda)$ je poměrná světelná účinnost [-]

$\Phi_e(\lambda)$ je zářivý tok [W]

Veličina $V(\lambda)$ je poměrná světelná účinnost monochromatického záření definovaná následujícím vztahem:

$$V(\lambda) = \frac{K(\lambda)}{K_m} [-] \quad 2$$

Veličinu $K(\lambda)$ můžeme vyjádřit ze vztahu 2:

$$K(\lambda) = V(\lambda) \cdot K_m [\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}] \quad 3$$

2.7.2 Teplota chromatičnosti

Pokud nebudeme brát v úvahu světelný tok, tedy jas zdroje, můžeme k popisu barvy anebo k vystižení barevných vlastností světla použít teplotu chromatičnosti.

Teplota chromatičnosti T_c je rovna teplotě černého zářiče, jehož záření má stejnou chromatičnost, jako uvažované záření. Jednotkou je kelvin [K].

Na obrázku 5 níže je znázorněna barevná škála chromatičnosti, ze které je patrná vazba mezi objektivním popisem pomocí teploty chromatičnosti a vjemem barevného tónu světla.



Obrázek 5 – Barevná škála chromatičnosti [6]

Vybrané příklady barevných teplot různých světelných zdrojů [6]:

- 600 K:** červená dioda
- 800 K:** solární teplomet
- 1200 K:** žhavé uhlíky
- 1900 K:** svíčka
- 2300 K:** ztlumená žárovka
- 2700 K:** žárovka, Slunce při východu a západu
- 3000 K:** studiové osvětlení
- 3400 K:** halogenová žárovka

- 4200 K:** zářivka
- 5000 K:** obvyklé denní světlo
- 5500 K:** fotografické blesky, výbojky
- 6000 K:** jasné polední světlo
- 6500 K:** standardizované denní světlo
- 7000 K:** lehce zamračená obloha
- 8000 K:** oblačno, mlhavo, když mraky zabarvují světlo do modra, světlo blesků při bouřce
- 10 000 K:** silně zamračená obloha nebo jen modré nebe bez Slunce
- 12 000 K:** modrá obloha v zenitu, světlo svářecího elektrického oblouku
- 14 000 K:** světlo UV trubic v soláriu
- 20 000 K:** světlo sterilizační UV-C lampy

2.7.3 Podání barev

Vjem vnímané barvy je podmíněn spektrálním složením zdrojů světla, spektrálním činitelem odrazu či prostupu daným předmětem, který pozorujeme. Avšak vjem barvy je ovlivněn i zrakem podle citlivosti k jednotlivým barvám i podle stavu adaptace zraku podle převládajícího druhu osvětlení zorného pole.

Vliv spektrálního složení světla zdrojů na vjem barvy osvětlených předmětů charakterizuje podání barev. K ocenění jakosti podání barev se využívá index podání barev, který udává stupeň shodnosti vjemu barvy předmětů osvětlených uvažovaným zdrojem a barvy týchž předmětů osvětlených smluvním zdrojem světla za stanovených podmínek pozorování. Metoda je založena na číselném rozdílu vjemu barvy vybraného souboru osmi až čtrnácti barevných vzorků při postupném osvětlování osvětlení uvažovaným a smluvním zdrojem. Výpočtem se stanovuje všeobecný index podání barev R_a . Případně je možné pro podrobnější rozbor využít stanovení speciálního indexu podání barev R_1 , R_2 atd. pro každý barevný vzorek zvlášť.

Indexu podání barev R_a nabývá hodnot v rozmezí od 0 do 100. Kdy při $R_a = 100$ jsou barvy vnímány nejvěrněji a naopak při hodnota $R_a = 0$ se barvy nerozlišují vůbec (například ve světle nízkotlakých sodíkových výbojek s monochromatickým žlutým světlem). V současnosti se ve většině interiérů i pracovních prostorách požaduje $R_a > 80$ (podle ČSN EN 12464). [13]

2.8 Denní osvětlení

Optimální denní osvětlení má poskytovat dostatečnou intenzitu, směr osvětlení, nezkrácené vnímání barev a v neposlední řadě má zajistit světelné podmínky a světelnou intenzitu pro různé využití obytné místnosti v měnícím se čase. Projektanti bytových domů proto musí využívat přímé i nepřímé sluneční záření v interiéru stavby a mají být dobře seznámeni s jeho vlastnostmi, vlivem na člověka a vytvářet takové podmínky, v nichž může člověk příjemně bydlet. Výzkumy dokazují, že je nezbytné uživatelům interiérů poskytnout dostatečně široké světelné spektrum zajišťující stimulující a příjemné prostředí [10].

Denní osvětlení je popisováno veličinou D [%], která se nazývá činitel denní osvětlenosti. Činitel denní osvětlenosti je poměr osvětlenosti dané roviny v interiéru v kontrolovaném místě a současné horizontální exteriérové osvětlenosti na nezastíněné rovině.

$$D = \frac{E}{E_H} \cdot 100 \quad [\%] \quad 4$$

E je osvětlenost roviny v posuzovaném místě [lx]

E_H je horizontální exteriérová osvětlenost [lx]

Obloha se považuje za plošný zdroj světla.

Požadavky na úroveň denního osvětlení v obytných budovách zní:

V obytných místnostech s bočním osvětlením musí být ve dvou kontrolních bodech v polovině hloubky místnosti, vzdálených 1 m od vnitřních povrchů bočních stěn hodnota činitele denní osvětlenosti nejméně 0,7 % nejdále 3m od okna a průměrná hodnota z obou těchto bodů nejméně 0,9 %. Jsou-li okna ve dvou stýkajících se stěnách, postačí, je-li tento požadavek splněn alespoň u jedné z obou dvojic těchto kontrolních bodů." [11]

Z výše zmíněného je patrné, že v interiérech je běžné a dovolené dosahovat velmi malých hodnot denního osvětlení. Stačí, aby se venku zamračila obloha, a uživatelé jsou již nuceni si přisvítit umělým zdrojem světla. To je důvod, proč je nutné postupně přecházet na zdroje světla, které dynamicky mění spektrum tak, aby kopírovalo venkovní podmínky. Člověk žil miliony let v prostoru s výrazně vyšším

denním osvětlením, které se dynamicky měnilo – pod širým nebem. Civilizace se dostala během velmi krátké doby do bodu, kdy lidé většinu času tráví uvnitř budov a často je hlavním zdrojem světla právě zdroj umělý. Bylo by velmi obtížné změnit lidské chování s ohledem na zdravotní přínosy venkovního přirozeného světla, zato využívat v budovách zdroje světla, které alespoň zčásti přirozený zdroj světla napodobují je jen otázka vyšší ceny celkových pořizovacích nákladů, přitom zdravotní přínos je k nezaplacení. [7]

3 Praktická část



Obrázek 6 – Inteligentní svítidlo (vlastní foto)

V praktické části šlo o návrh a samotnou realizaci inteligentního svítidla. Jednotlivé části jsou rozepsány níže. Na obrázku 6 je fotka výsledku snažení se v této části.

3.1 Návrh řešení

Hlavním cílem práce je navrhnout, zkonstruovat a otestovat svítidlo schopné dynamicky měnit spektrum tak, aby především nenarušovalo cirkadiánní rytmus člověka a zároveň přibližně odpovídalo přirozenému venkovnímu spektru. Pro demonstraci těchto principů postačí malé svítidlo. Vzhledem k cenové dostupnosti, velikosti a jednoduchosti byla vybrána varianta pracovní stolní lampy, která bude přestavěna a upravena tak, aby splňovala požadované parametry, tedy z původního svítidla zůstane pouze kloubové rameno a úchyt. Nové bude stínidlo s několika světelnými zdroji a difuzorem. Další novou částí bude uživatelská konzole s rozhraním pro ovládání uživatelem, ve které je zároveň ukryt celý řídicí systém svítidla.

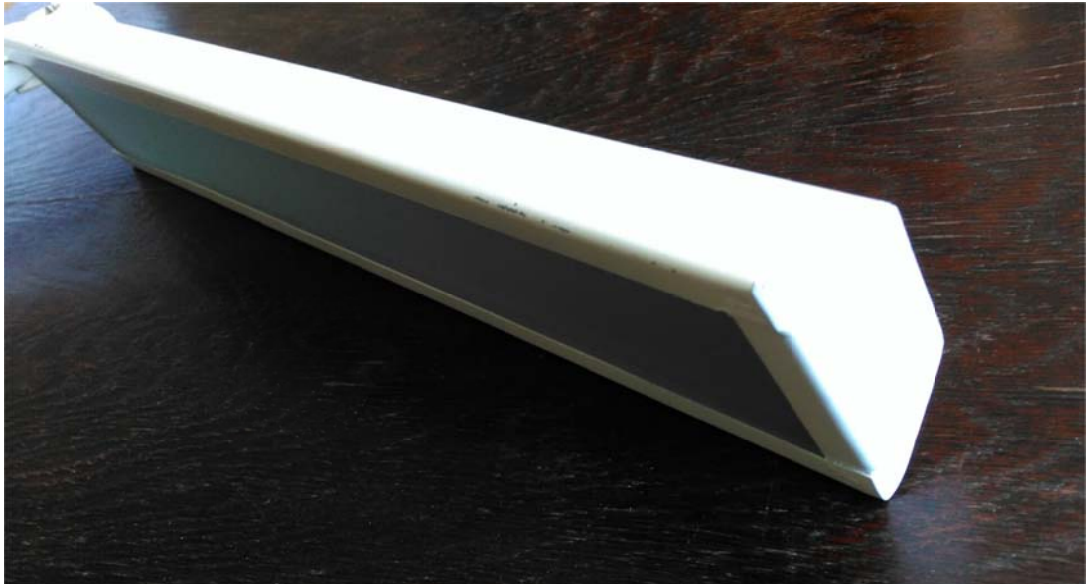
3.2 Pracovní lampa

Cílem je polohovatelná a otočná pracovní lampa. K dodržení těchto kritérií bylo vybráno rameno a úchyt pracovní lampy TERTIAL [8]. Stínidlo mělo plnit funkci nosiče zdrojů světla. Jako zdroje světla byly použity 3 různé LED pásky, konstrukce stínidla k tomu byla přizpůsobena tak, aby poskytovala dostatek prostoru pro přilepení LED pásků, zároveň dostatečně odvádělo teplo produkované LED pásky. Materiál stínidla je pozinkovaný plech, který zajišťuje dostatečný odvod tepla.

Jednotlivé diody LED pásky tvoří efekt mnoha stínů, které jsou pro pozorovatele velmi nepříjemné. Pro eliminaci tohoto jevu se využívají difuzory, v případě nového stínidla bylo použito jako difuzor matné sklo. Konstrukce stínidla je zdokumentovaná na obrázcích 7 a 8 níže.



Obrázek 7 – fotka z výroby stínidla (vlastní foto)



Obrázek 8 – stínidlo po prvním nanesení barvy (vlastní foto)

3.3 Inteligentní stolní lampa – vlastnosti

Dosud není žádná obecně přijatá definice, jak by mělo inteligentní osvětlení vypadat. Nejčastěji se pojem používá ve spojení s propojitelností s mobilním telefonem nebo počítačem. Bohužel zatím není ani společná řeč, co se vývoje týče a komunikace týče, takže například systém od Philips není kompatibilní se systémem Osram.

Pojetí inteligentní stolní lampy v kontextu diplomové práce označuje takovou lampu, která si sama upravuje spektrum podle denní doby dané hodinami v řídicím systému lampy, pokud si to uživatel přeje. Pokud ne, může si lampu nastavit podle své potřeby jinak, k čemuž slouží manuální ovládání. Intenzita se dá regulovat na úrovni celého svítidla i na úrovni jednotlivých LED pásků.

3.4 Hardware

Hardware sestává z následujících součástí:

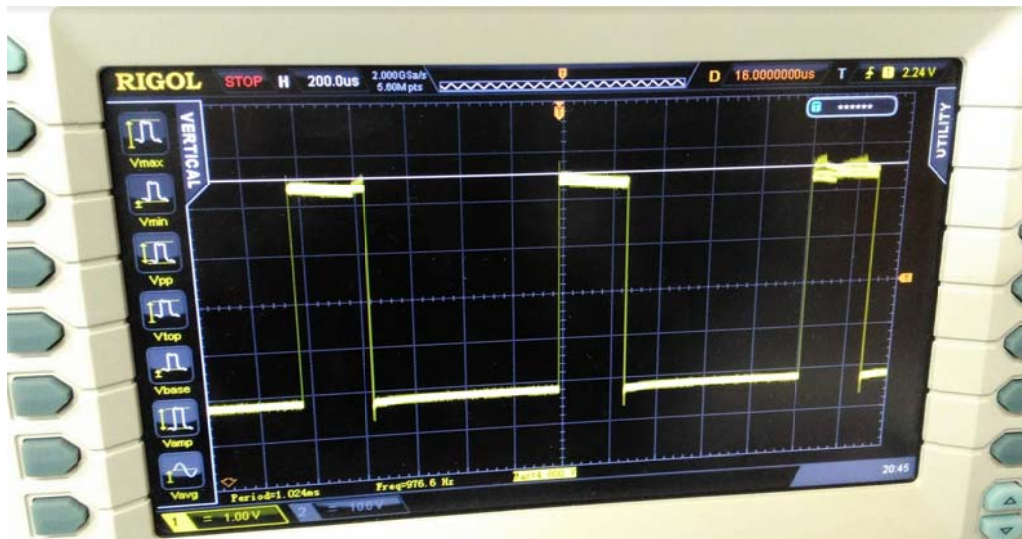
- Arduino Nano
- LCD modul 20x4 s rozhraním I2C
- Real Time Clock DS1307 s baterií CR2032
- Potenciometr 1K Ω
- Mosfet N – kanál 12N10L

- Budič mosfetu TC1413N
- Kondenzátory 100nF
- Schottky 1N5822
- Světelné zdroje – LED pásy 12V
- Přepínače
- Tlačítka
- Odporů různých velikostí

Ovládání LED pásků je realizováno změnou střídý pulzní šířkové modulace. Arduino ovládá střídý PWM při frekvenci 976,6 Hz. Signál jde do budiče mosfetu, aby se mosfet otevíral rychleji. Samotný mosfet potom otevírá a zavírá obvod LED pásků.

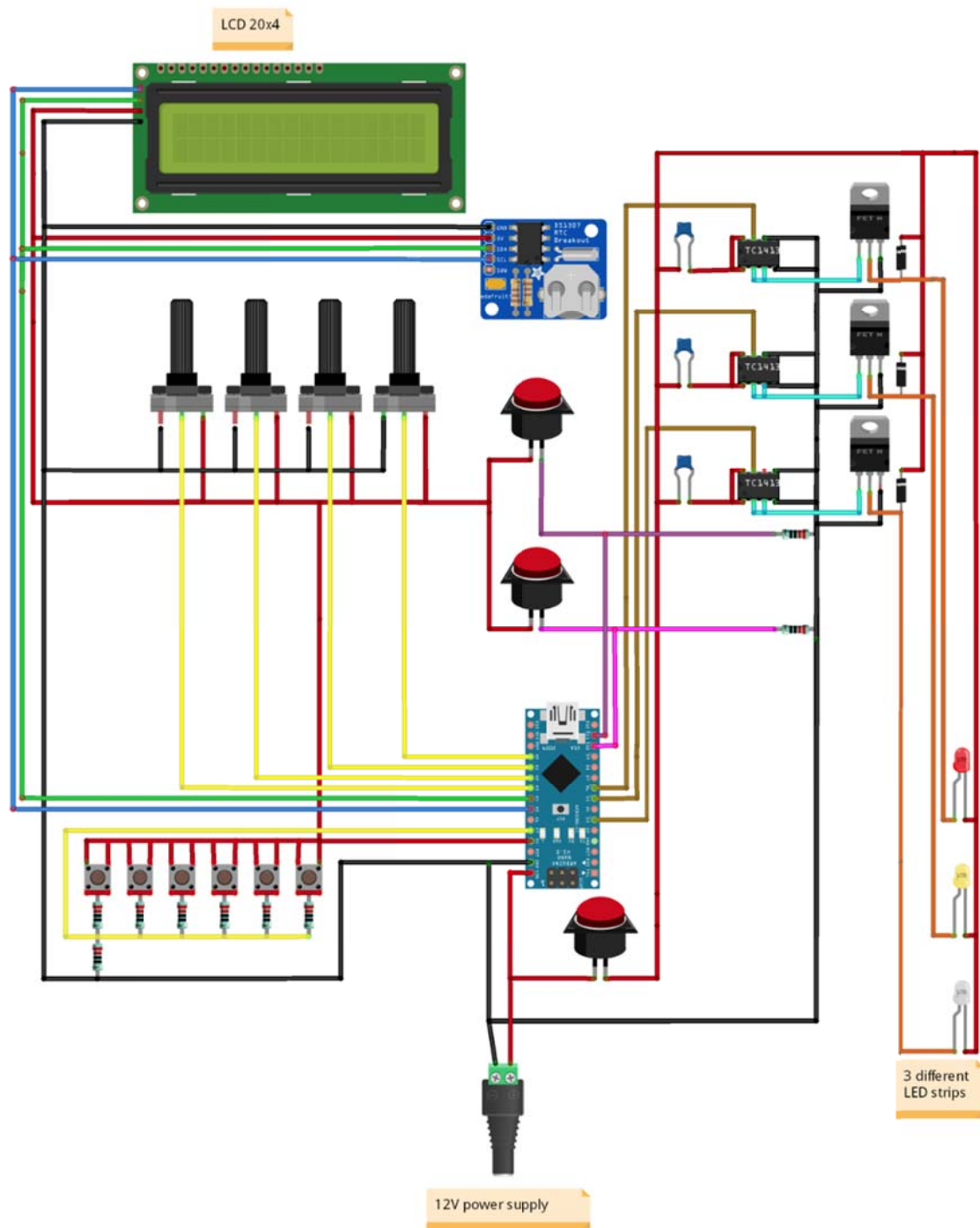


Obrázek 9 – Signál za mosfetem (vlastní foto)



Obrázek 10 – PWM signál z arduina (vlastní foto)

Pro lepší názornost zapojení jednotlivých prvků je na obrázku XX níže skica, kde jsou obsaženy všechny komponenty systému a způsob jejich připojení.



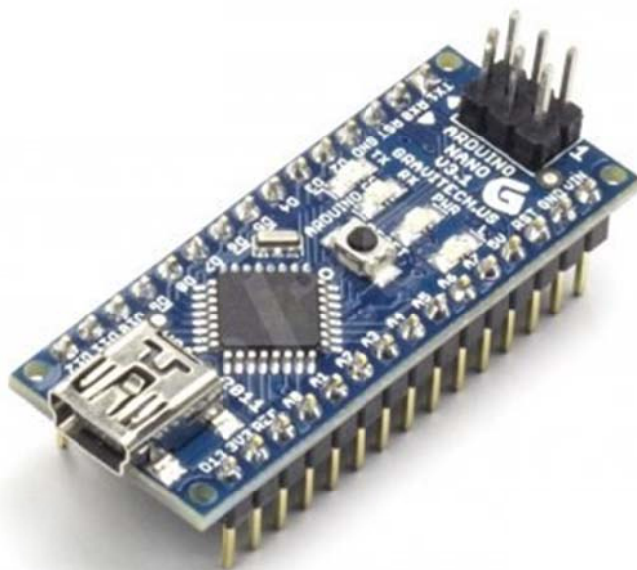
Obrázek 11 – skica zapojení jednotlivých prvků lampy (vlastní schéma)

3.4.1 Arduino

Arduino je otevřená (open source) elektronická platforma, založená na uživatelsky jednoduchém hardware a software. Tato platforma je založena na mikrokontrolerech ATmega od firmy Atmel. První představení arduina proběhlo v roce

2005 v Itálii. Pojmenování arduino vybrali zakladatelé Massimo Banzi a David Cuartielles po významné historické postavě města Ivrea v Itálii, kde projekt vzniknul. Arduino se velmi rychle rozšířilo do celého světa a získalo na popularitě.

Oficiálních desek arduino zatím vzniklo 14. Poněvadž se jedná o open-source projekt, tak i mimo hlavní linii projektu vzniklo spoustu neoficiálních typů desek, tzv. klonů.

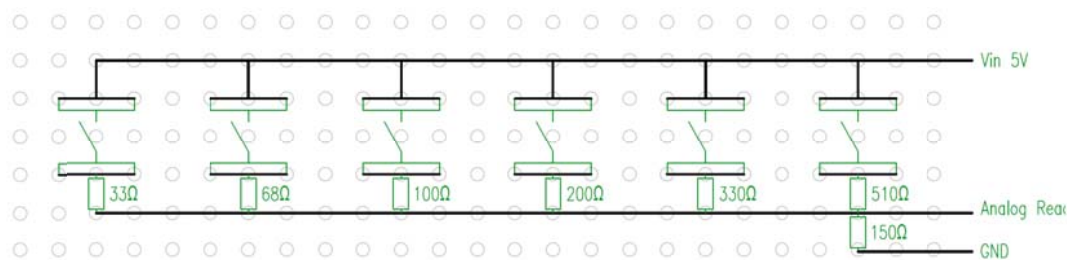


Obrázek 12 – Arduino Nano [9]

V diplomové práci byla použita deska arduino nano. Zařízení je vybaveno mini USB konektorem, čipem ATmega328, frekvence je 16MHz a paměť 32kB. Deska má 14 digitálních a 8 analogových vstupů/výstupů, SPI konektor a rozhraní I2C. Rozměry jsou 4,32 x 1,82cm.[9]

3.4.2 Tlačítka

Obvod tlačítek byl vzhledem k potřebě úspory pinů na arduinu realizován jako odporový dělič napětí.



Obrázek 13 – Schéma zapojení tlačítek (vlastní schéma)

Tento obvod umožňuje jednoznačně určit, které tlačítko bylo sepnuto při čtení pouze na jednom analogovém vstupu arduina. Odporový dělič se chová podle ohmova zákona:

$$R = U \cdot I \quad [\Omega] \quad 5$$

R je elektrický odpor [Ω]

U je napětí [V]

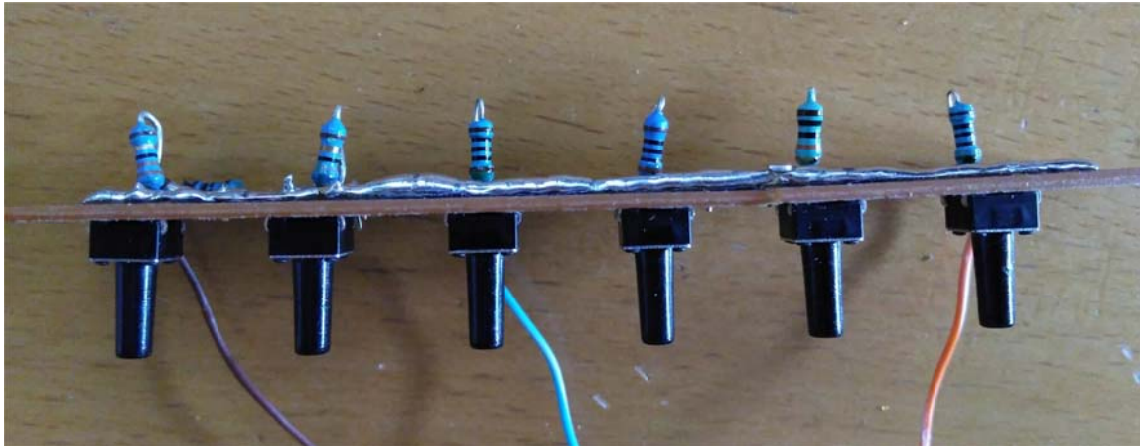
I je proud [A]

V tabulce číslo 1 jsou vypočtené hodnoty pro čtení na arduinu ve sloupci AnalogRead. V tabulce je vypočten i výkon pro kontrolu maximálního výkonu rezistorů, který je 0,25W.

Tlačítka	Označení	R (Ohm)	AnalogRead	R (Ohm)	I (mA)	U (V)	P (W)
Menu	R1	33	839.3	183	27.32	4.10	0.112
Left	R2	68	704.6	218	22.94	3.44	0.079
Up	R3	100	614.4	250	20.00	3.00	0.060
Down	R4	200	438.9	350	14.29	2.14	0.031
Right	R5	330	320.0	480	10.42	1.56	0.016
Select	R6	510	232.7	660	7.58	1.14	0.009

Rgnd 150

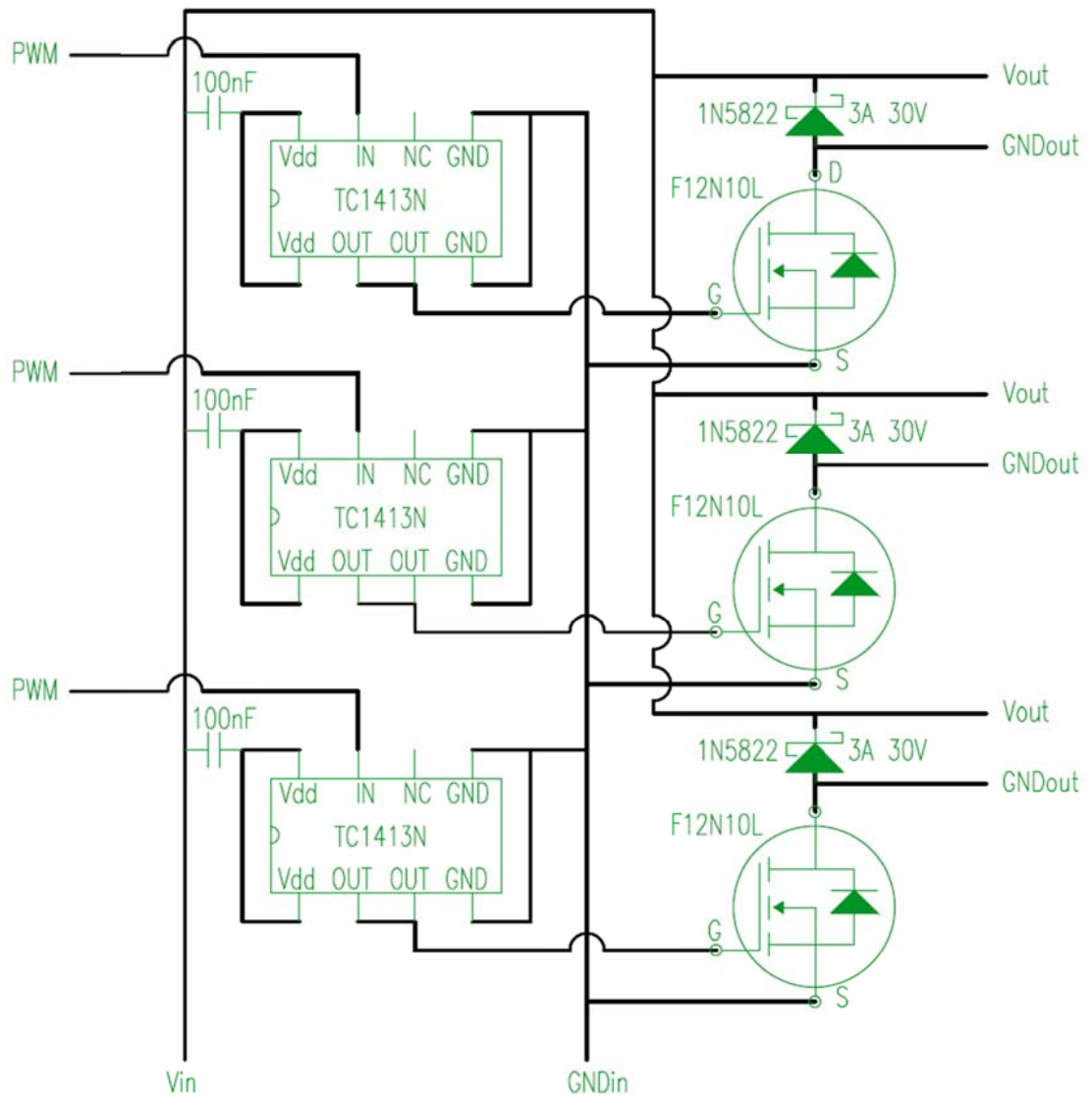
Tabulka 1 – Výpočet parametrů pro zapojení tlačítek



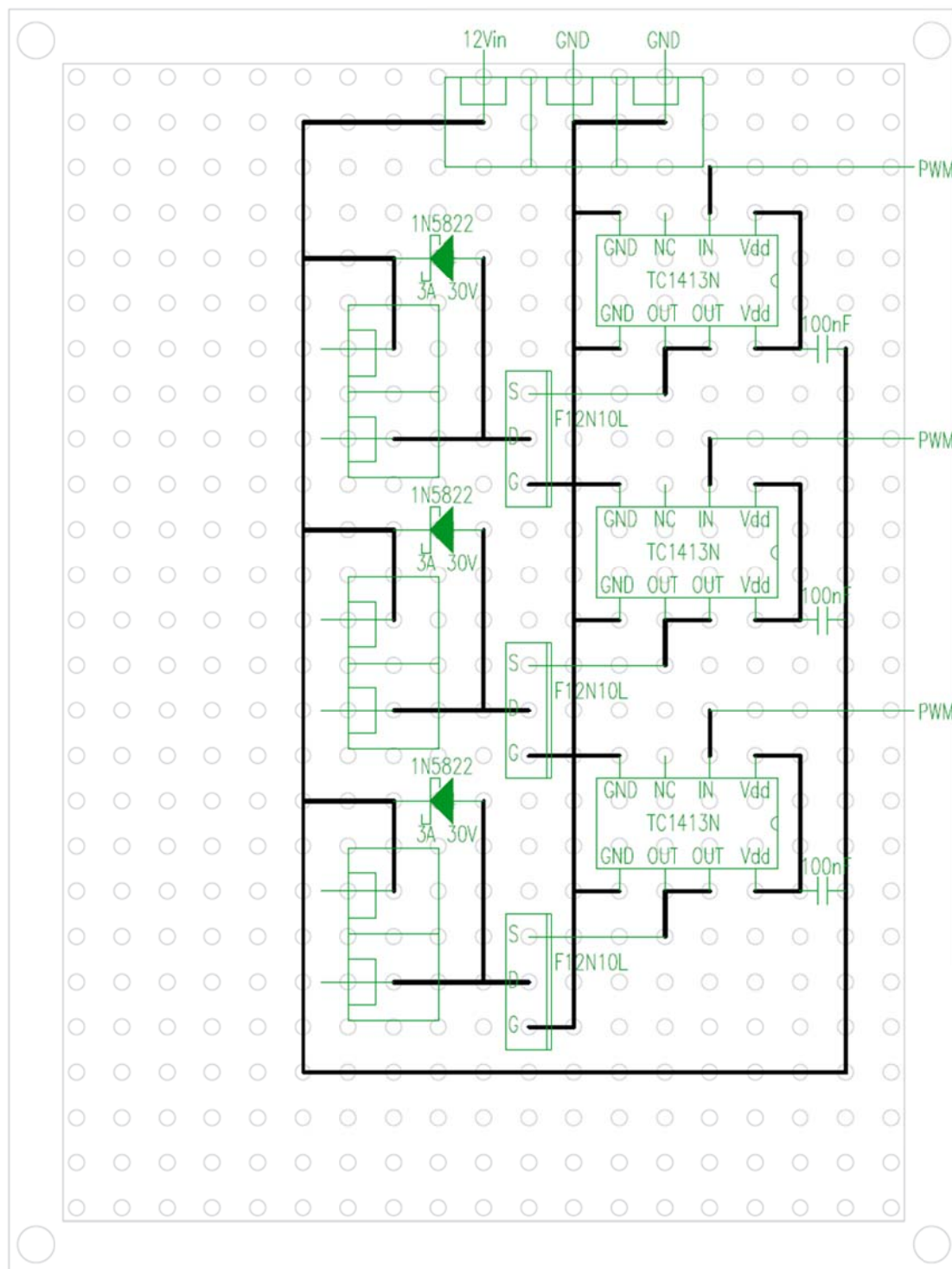
Obrázek 14 – Provedení obvodu pro tlačítka (vlastní foto)

3.4.3 Řízení jasu LED pásků

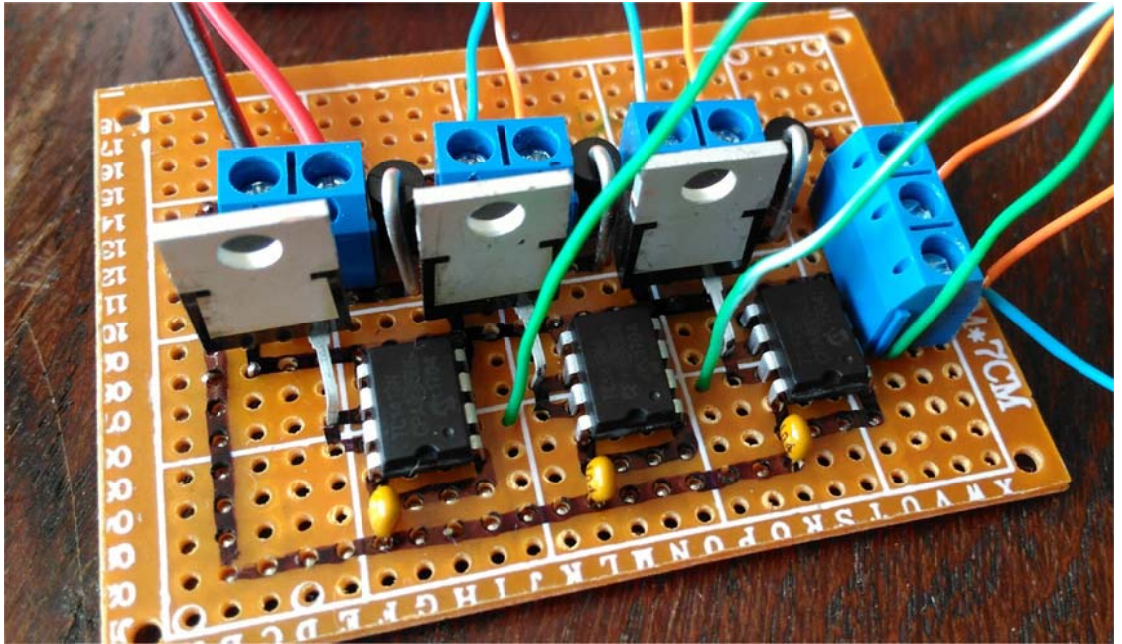
Pro práci byly použity 12V LED pásky s vestavěnými odpory, které regulují protékající proud, proto bylo využito varianty regulace pomocí pulzní šířkové modulace. Níže je navrhnuté schéma obvodu řízení, které převádí PWM signál na 5V z arduina na 12V PWM (obrázek 15), rozmístění na desce plošného spoje (obrázek 16) a samotné provedení obvodu pro řízení jasu LED pásků (obrázek 17 a 18).



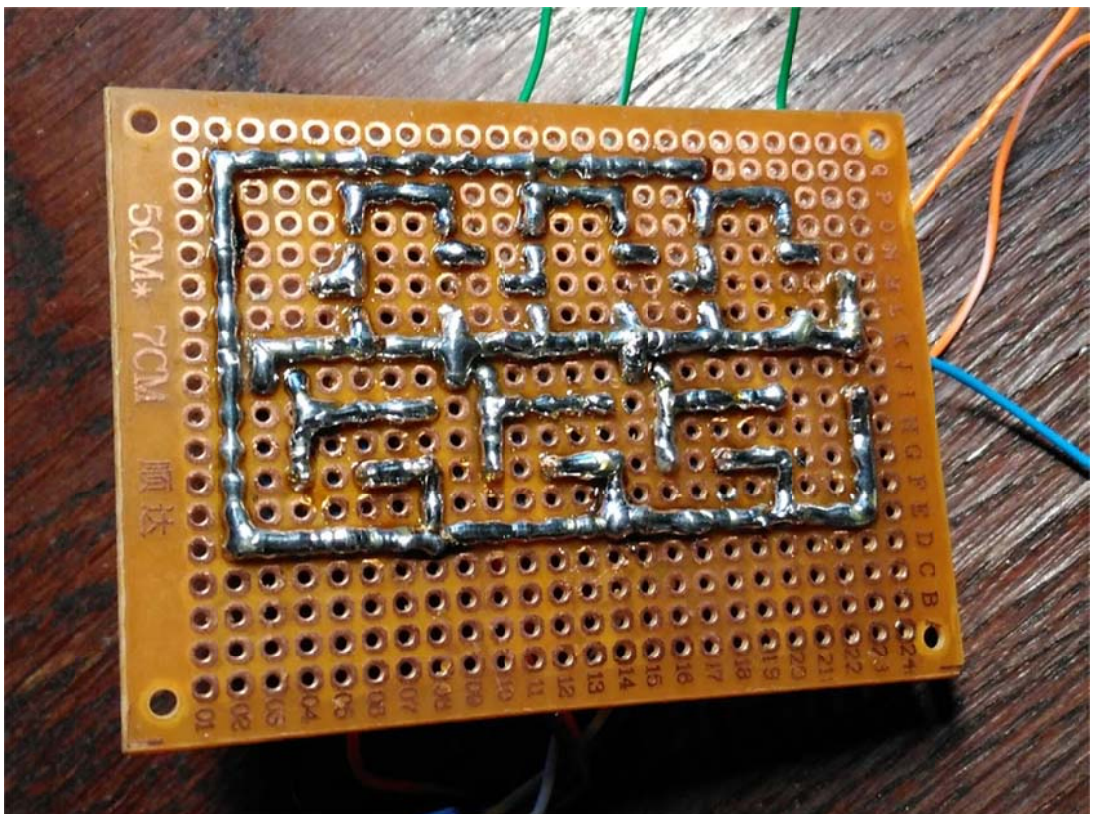
Obrázek 15 – schéma řízení jasu LED pásků (vlastní schéma)



Obrázek 16 – rozmístění součástek a trasy spojů na desce plošného spoje (vlastní schéma)



Obrázek 17 – napájené komponenty řízení jasu LED pásku na desce plošného spoje (vlastní foto)



Obrázek 18 – Deska obvodu pro řízení jasu LED pásků, pohled zezdola (vlastní foto)

3.5 Uživatelská konzola

Při návrhu uživatelské konzoly šlo především o jednoduchost, dostatek prostoru pro jednotlivé prvky schované uvnitř a pochopitelné ovládání.



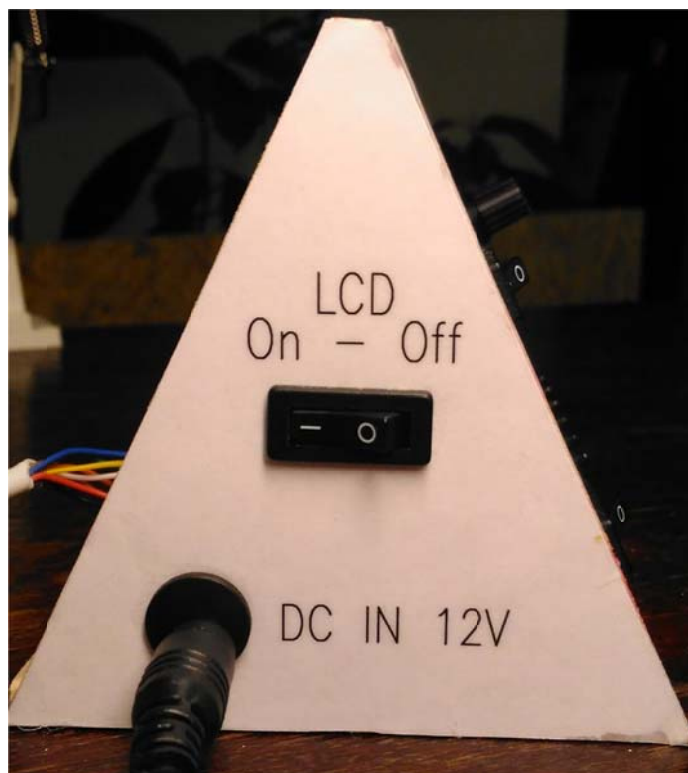
Obrázek 19 – fotka z výroby stínidla (vlastní foto)

Přední část konzoly nabízí LCD display na kterém je možné zobrazit 20x4 znaků. Dva přepínače pro rozsvícení lampy a přepínání manuálního a automatického režimu nastavení spektra. Knoflík potenciometru pro nastavení intenzity svítidla a šest tlačítek pro komunikaci s přístrojem, především z důvodu nastavení času.



Obrázek 20 – Přední část konzoly pro ovládání inteligentního svítidla (vlastní foto)

Levá boční část konzoly sestává z přepínače pro rozsvícení LCD displeje a konektor 2,1x5,5m pro připojení stejnosměrného napájení 12V.



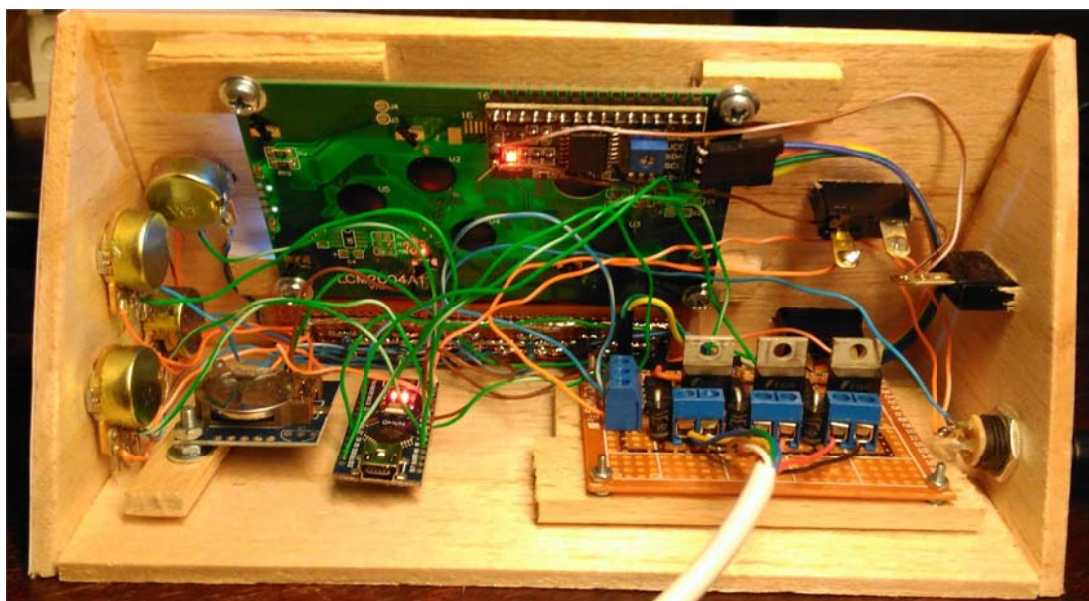
Obrázek 21 – Levá boční část konzoly pro ovládání inteligentního svítidla (vlastní foto)

Pravá boční část obsahuje tři knoflíky potenciometru pro regulaci jasu jednotlivých LED pásků v případě manuálního režimu nastavování spektra.



Obrázek 22 – Pravá boční část konzoly pro ovládání inteligentního svítidla (vlastní foto)

Na obrázku 23 níže je celá sestava komponentů svítidla uvnitř konzoly.



Obrázek 23 – Vnitřní část uživatelské konzoly (vlastní foto)

3.5.1 Software

Software pro arduino byl programován v jazyku C ve vývojovém prostředí Arduino IDE. Celý kód sestává ze 740 řádků a je přiložen na konci práce v příloze.

Použité knihovny:

- Wire.h
- LiquidCrystal_I2C.h
- RTCLib.h

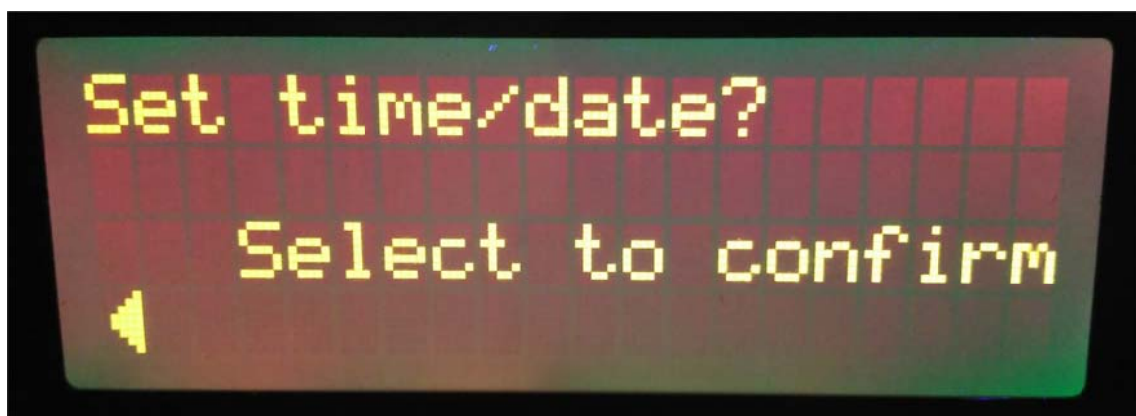
3.5.2 Uživatelské prostředí



Obrázek 24 – základní obrazovka uživatelského rozhraní při volbě automatického nastavování spektra (vlastní foto)



Obrázek 25 – základní obrazovka uživatelského rozhraní při volbě manuálního nastavování spektra (vlastní foto)



Obrázek 26 – pravá stránka uživatelského rozhraní (vlastní foto)



Obrázek 27 – nastavování času v uživatelském rozhraní (vlastní foto)

4 Experimentální část

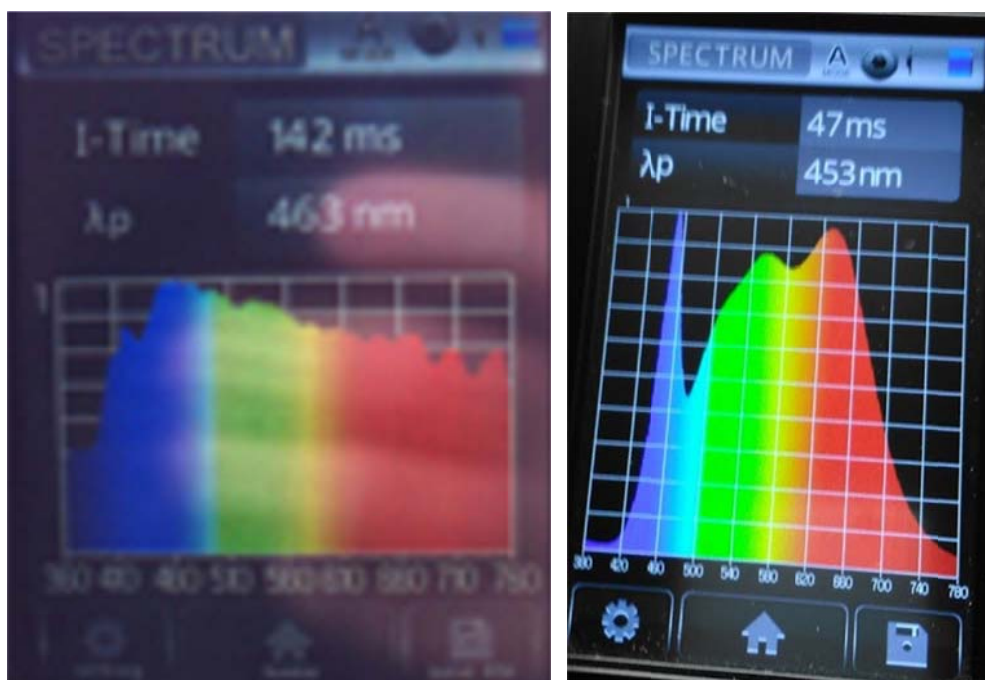
Experimentální část byla rozdělena do dvou úseků. V prvním úseku šlo o měření světelných spekter svítidla v jednotlivých denních hodinách v porovnání s venkovním přirozeným světelným spektrem. Ve druhém úseku byla lampa zapůjčena uživatelům, kteří hodnotili tuto lampu, jako by šlo o produkt k prodeji.

4.1 Měření

Měření spekter lampy probíhalo v prodejně Artemide pana Hynka Medřického na adrese Sázavská 32, 120 00 Praha 2.

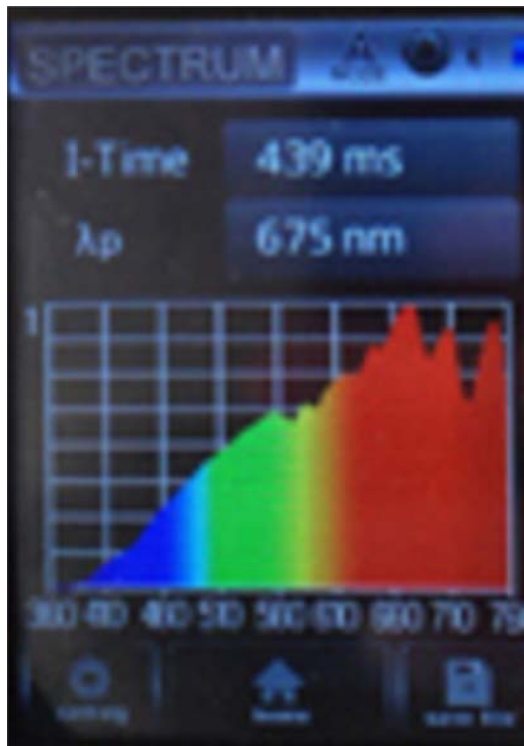
4.1.1 Porovnání přirozeného a umělého světla lampy

Porovnávalo se ve třech snímcích podle denní doby v poledne, asi 45 minut před západem slunce a při západu slunce. Ranní světelná spektra jsou podobná těm při západu slunce.

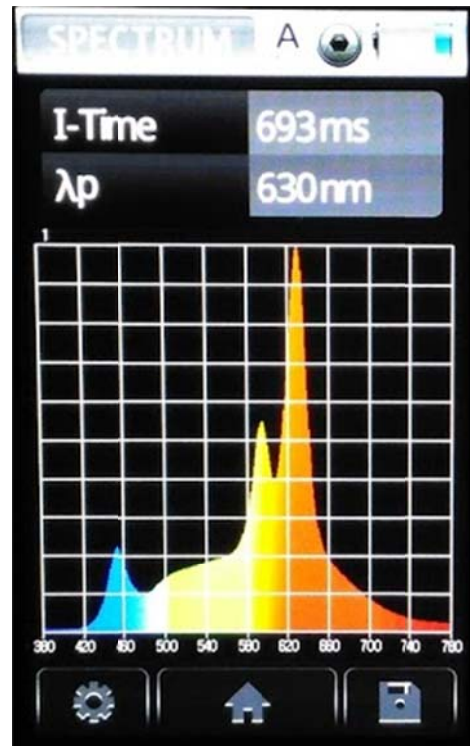


Obrázek 28 (vlevo) – venkovní světelné spektrum v poledne [3]

Obrázek 29 (vpravo) – Spektrum inteligentního svítidla odpovídajícího stejné denní hodině (vlastní foto)



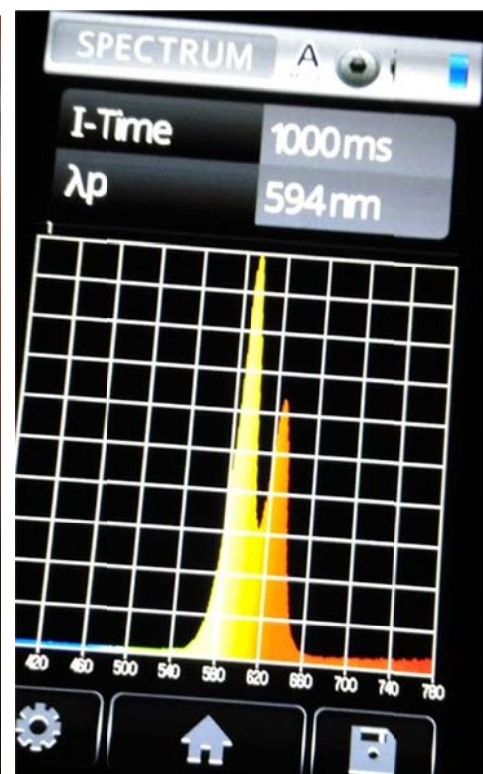
Obrázek 30 (vlevo) – venkovní světelné spektrum 45 minut před západem slunce [3]



Obrázek 31 (vpravo) – Spektrum inteligentního svítidla odpovídajícího stejné denní hodině (vlastní foto)



Obrázek 32 (vlevo) – venkovní světelné spektrum při západu slunce [3]

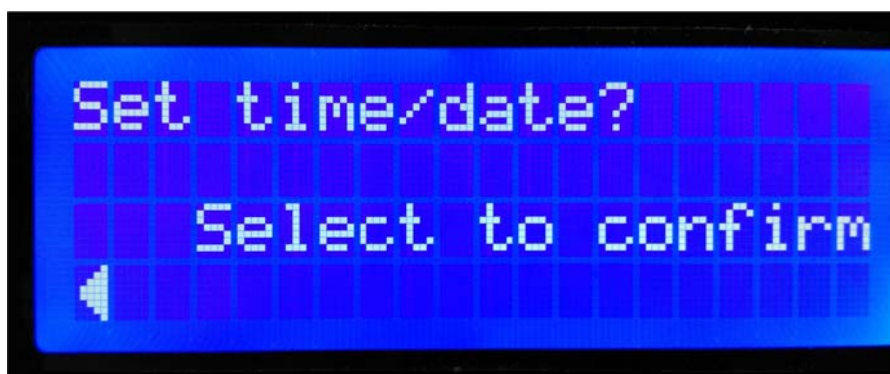


Obrázek 33 (vpravo) – Spektrum inteligentního svítidla odpovídajícího stejné denní hodině (vlastní foto)

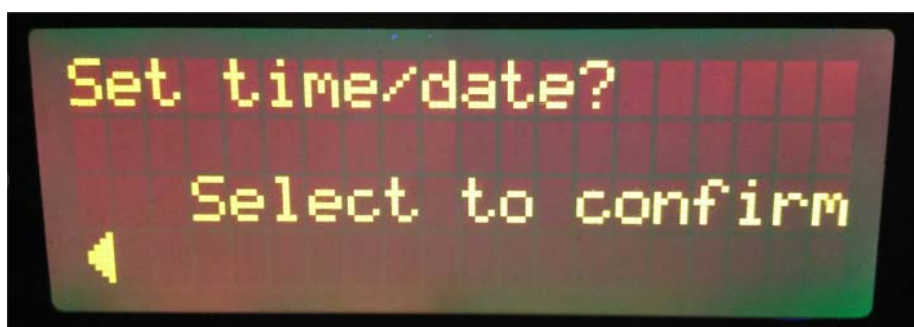
Z obrázků 28 až 33 porovnávající světelné spektrum ve venkovním prostředí a spektrum emitované inteligentním svítidlem je patrné, že bylo dosaženo vytyčeného cíle omezení modré složky světla ve večerních a nočních hodinách. Spektrum lampy se nejvíce podobá venkovnímu během poledne.

4.1.2 LCD display

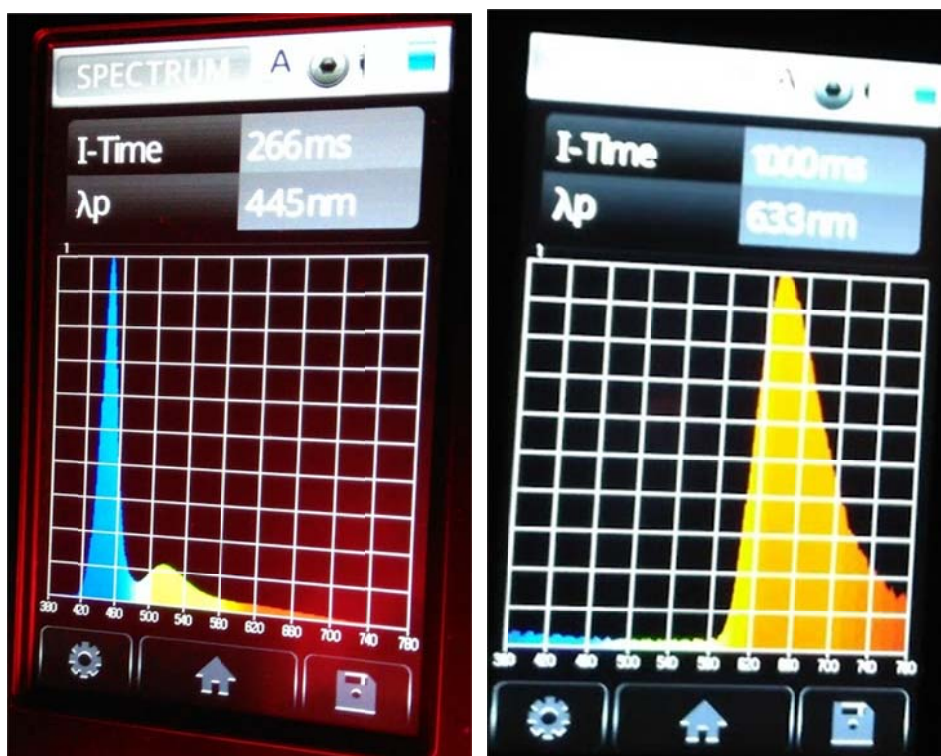
LCD display použitý pro inteligentní svítidlo má modrou barvu, což rozporuje snahu potlačování modré složky barvy světelného spektra večer a v noci. Oranžová fólie přelepená přes display zajišťuje odbourání modré složky, přesto je přes ní LCD display zřetelný.



Obrázek 34 – Běžné barvy LCD displeje (vlastní foto)



Obrázek 35 – Barvy LCD displeje po přelepení oranžovou fólií (vlastní foto)



Obrázek 36 (vlevo) – Původní světelné spektrum LCD display

Obrázek 37 (vpravo) – Nové světelné spektrum LCD displeje s potlačením modré složky světelného spektra

4.2 Hodnocení uživatelů

Vzhledem k časové náročnosti na zapůjčení lampy, prostor pro uživatele si inteligentní svítidlo otestovat na pár dní doma a vrátit společně s vyplněným formulářem hodnocení produktu, byly zpracovány 2 hodnocení.

Samotné hodnocení produktu sestávalo z následujících sedmi otázek:

1. *Co se Vám na novém inteligentním svítidle líbí nejvíce?*
2. *Setkal jste se již s podobným produktem?*
3. *Jaké změny by podle Vás nejvíce zlepšily tento nový produkt?*
4. *Pokud by byl již dnes produkt k dispozici, jak velká by byla pravděpodobnost, že o něj budete mít zájem?*
5. *Co by zvýšilo Váš případný zájem o produkt?*
6. *Jaký byl Váš celkový dojem z použití inteligentního svítidla?*
7. *Pokud by byl dnes tento nový produkt dostupný na trhu, doporučil/a byste ho ostatním?*

Pro hodnocení byl poptán marketingový specialista, Ing. Vojtěch Rýdl, který odpovídal na dotazník následovně:

1. Co se Vám na novém inteligentním svítidle líbí nejvíce?

Aktuální poptávka na trhu. Inteligentní domácnosti zažívají boom a rychlý růst, vzhledem k jejich ceně si je však nemůže dovolit každý.

Přenesení „inteligence“ pouze na jednu součást systému (svítidle) tak znamená zajímavý kompromis a alternativu k podobným produktům.

2. Setkal jste se již s podobným produktem?

V odvětví, ve kterém pracuji, jsou inteligentní domácnosti v poslední době opravdu často skloňované. Jsou to však komplexní systémy, myslím, že pouze s inteligentním svítidlem jsem se ještě nesekal.

(V poslední aktualizaci Windows 10 přidal Microsoft možnost automatické úpravy barev displeje podle západu slunce – i to ukazuje, jak je produkt aktuální.)

3. Jaké změny by podle Vás nejvíce zlepšily tento nový produkt?

Automatická úprava času západu a východu slunce – pokud dobře chápu princip produktu, aktuálně funguje tak, že má nastaven pouze konstantní čas západu a východu. V průběhu roku se však čas západu a východu slunce liší až o několik hodin.

4. Pokud by byl již dnes produkt k dispozici, jak velká by byla pravděpodobnost, že o něj budete mít zájem?

Velká.

5. Co by zvýšilo Váš případný zájem o produkt?

Možnost customizace designu – aby se hodil jak do kanceláře, tak do ložnice / obývacího pokoje.

6. Jaký byl Váš celkový dojem z použití inteligentního svítidla?

Velmi kladný. Jelikož pracuji často dlouho do noci, byl jsem až překvapený, že i s barvou mírně do červena jsem mohl vykonávat veškerou práci.

7. Pokud by byl dnes tento nový produkt dostupný na trhu, doporučil/a byste ho ostatním?

Určitě, zejména kolegům z mého oboru. Ze všech výše uvedených důvodů.

Druhé hodnocení vyplnila studentka pedagogické fakulty Univerzity Karlovy, slečna Marie Šimková:

1. Co se Vám na novém inteligentním svítidle líbí nejvíce?

Svítidlo má příjemné barvy, které mění automaticky během dne tak, aby nebyl lidský biorytmus přetěžován. Věřím, že taková lampa by mohla pomoci všem uživatelům s nabežovaným biorytmem a potížemi spánku. Jako budoucí pedagog ocením hlavně to, že by žáci nemuseli mít při používání této lampy potíže s usínáním a vstáváním, a tudíž by se mohli daleko lépe soustředit na výuku.

2. Setkal jste se již s podobným produktem?

Setkala jsem se pouze se světly, u nichž musí sám uživatel měnit intenzitu jasu a barvy podle jeho potřeb a denní doby.

3. Jaké změny by podle Vás nejvíce zlepšily tento nový produkt?

Určitě se dá ještě zapracovat na designu produktu, stejně tak jako na velikosti jeho ovládacího panelu.

4. Pokud by byl již dnes produkt k dispozici, jak velká by byla pravděpodobnost, že o něj budete mít zájem?

Velká

5. Co by zvýšilo Váš případný zájem o produkt?

Možnost koupi různých variant velikosti lampičky i panelu a také modernější design panelu.

6. Jaký byl Váš celkový dojem z použití inteligentního svítidla?

Příjemný pocit, když lampička sama měnila barvu do červena spolu se zapadajícím sluncem.

7. Pokud by byl dnes tento nový produkt dostupný na trhu, doporučil/a byste ho ostatním?

Zcela jistě.

Originály vyplněných hodnocení jsou na konci práce v příloze.

5 Závěr

Práce naplňuje zadané cíle. Vznikla inteligentní lampička, která reguluje jas tří různě barevných LED pásků v závislosti na čase a tak mění vyzařované světelné spektrum. Omezováním modré barvy a proměnnou intenzitou splňuje zdravotní požadavky, které byly v práci popsány.

Práce byla především časově náročná, proto zbylo jen několik dní pro hodnocení uživatelů. Časové prodlevy vznikaly především při nákupu součástek. Během práce byly odzkoušeny 4 varianty stínidla a postupně 5 různých řešení regulace jasu, až byly vybrány varianty s nejlepšími parametry. Další prodlevou bylo čekání na měření spekter, bez kterých by práce postrádala smysl, a nebylo by možné naladit světelné profily podle času.

Během posledních 3 měsíců jsem udělal maximum, abych naplnil zadání práce, což se podařilo. Přesto vidím, jak je problematika sestavování svítidla komplexní. Je třeba kombinovat znalosti z fyziky, biologie, psychologie, elektrotechniky, stavebních, výtvarných a energetických oborů. V každé části tvorby je prostor pro vědecké bádání a hledání souvislostí. V práci jsem pro zjednodušení volil například přibližné spektrum podle denní doby, přitom jenom naladění spektra a výběr nejlepších LED zdrojů, tak aby napodobovaly slunce přesněji, vydá na vědeckou práci.

Problematika zdravého osvětlení a inteligentního řízení mě velmi zaujala, studium oboru Inteligentní budovy na ČVUT mi velmi rozšířilo obzory a jsem za to vděčný. Těším se na vývoj v této oblasti a budu se dál tématu osvětlení věnovat.

Zdroje:

- [1] HABEL, Jiří, Karel DVOŘÁČEK, Vladimír DVOŘÁČEK a Petr ŽÁK. Světlo a osvětlování. Praha: FCC Public, 2013, 624 s. ISBN 978-80-86534-21-3.
- [2] Fluorochromy. LABGuide [online]. [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: <http://labguide.cz/fluorochromy/>
- [3] MEDŘICKÝ, hynek. SPEKTRÁLNÍ MĚŘENÍ [online]. [cit. 2017-04-18]. Dostupné z: <http://www.luxvitaest.cz/>
- [4] Maierová, L.: Světelné prostředí v budovách, nevizuální vnímání světla a interindividuální rozdíly, disertační práce ČVUT Praha 2015
- [5] Y. Kuse, K. Ogawa, K. Tsuruma, M. Shimazawa, H. Hara, Damage of photoreceptor-derived cells in culture induced by light emitting diode-derived blue light, Scientific Reports, 4 (2014) 5223.
- [6] Barevná teplota. OEHLING [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <https://www.oehling.cz/barevna-teplota>
- [7] Dobrovolný, T.: Projekt dvojdomu s přístavbou skleníku: fakulta Stavební, bakalářská práce ČVUT Praha 2015
- [8] TERTIAL. Ikea [online]. [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://www.ikea.com/cz/cs/catalog/products/70355455/>
- [9] Arduino Nano. Alza.cz [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/arduino-nano-v3-0-d569054.htm>
- [10] TZB - INFO. 2007. Denní osvětlení a proslunění bytových domů [online]. [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3945-denni-osvetleni-a-prosluneni-bytovych-domu>
- [11] Denní osvětlení budov [online]. [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: http://www.ctislav.wz.cz/vyuka/03_Podklad_osvetleni_PJE1.pdf
- [12] ČSN 73 4301. Obytné budovy. 2004. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [13] ČSN EN 12464-1. Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: – Vnitřní pracovní prostory. 2004. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [14] FLUX SOFTWARE LLC. F.lux: software to make your life better [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <https://justgetflux.com/>
- [15] Twilight. URBANDROID TEAM. Android Apps on Google Play [online] [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.urbandroid.lux>
- [16] ŽÁK, Petr. Biodynamické systémy osvětlení. Světlo, č. 2, 2005 [cit. 2014-3-14]. Dostupné též z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=34942
- [17] HARVARD HEALTH LETTER. Blue light has a dark side: Exposure to blue light at night, emitted by electronics and energy-efficient lightbulbs, harmful to your health. [online]. 2015 [cit. 2017-04-29]. Dostupné z: <http://www.health.harvard.edu/staying-healthy/blue-light-has-a-dark-side>
- [18] STEFFENSEN, Jon Lund. Redshift. Jonls devblog [online]. [2014] [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://jonls.dk/redshift/>
- [19] FUKSA, Antonín. Světlo a biologické hodiny. Světlo, č. 6, 2010. s. 56-58. ISSN 1212-0812. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/pdfclick.php?id=42567>

Hodnocení produktu – Inteligentní svítidlo

Co se Vám na novém inteligentním svítidle líbí nejvíce?

Aktuální poptávka na trhu. Inteligentní domácnosti zažívají boom a rychlý růst, vzhledem k jejich ceně si je však nemůže dovolit každý.

Přenesení „inteligence“ pouze na jednu součást systému (svítidle) tak znamená zajímavý kompromis a alternativu k podobným produktům.

Setkal jste se již s podobným produktem?

V odpovědi, ve kterém pracuji, jsou inteligentní domácnosti v poslední době opravdu často skloňované. Jsou to však komplexní systémy, myslím, že pouze s inteligentním svítidlem jsem se ještě nesekal.

(V poslední aktualizaci Windows 10 přidal Microsoft možnost automatické úpravy barev displeje podle západu slunce – i to ukazuje, jak je produkt aktuální.)

Jaké změny by podle Vás nejvíce zlepšily tento nový produkt?

Automatická úprava času západu a východu slunce – pokud dobře chápu princip produktu, aktuálně funguje tak, že má nastaven pouze konstantní čas západu a východu. V průběhu roku se však čas západu a východu slunce liší až o několik hodin.

Pokud by byl již dnes produkt k dispozici, jak velká by byla pravděpodobnost, že o něj budete mít zájem?

Velká.

Co by zvýšilo Váš případný zájem o produkt?

Možnost customizace designu – aby se hodil jak do kanceláře, tak do ložnice / obývacího pokoje.

Jaký byl Váš celkový dojem z použití inteligentního svítidla?

Velmi kladný. Jelikož pracuji často dlouho do noci, byl jsem až překvapený, že i s barvou mírně do červena jsem mohl vykonávat veškerou práci.

Pokud by byl dnes tento nový produkt dostupný na trhu, doporučil/a byste ho ostatním?

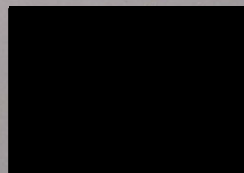
Určitě, zejména kolegům z mého oboru. Ze všech výše uvedených důvodů.

Jméno a příjmení: Ing. Vojtěch Rýdl

V: Praha

Dne: 18. 5. 2017

Podpis:



Hodnocení produktu – Inteligentní svítidlo

Co se Vám na novém inteligentním svítidle líbí nejvíce?

Svítidlo má příjemné barvy, které mění automaticky během dne tak, aby nebyl lidský biorytmus přetěžován. Věřím, že taková lampa by mohla pomoci všem uživatelům s nabeurávaným biorytmem a potížemi spánku. Jako budoucí pedagog ocení hlavně to, že by žáci nemuseli mít při používání této lampy potíže s usínáním a vstáváním, a tudíž by se mohli daleko lépe soustředit na výuku.

Setkal jste se již s podobným produktem?

Setkala jsem se pouze se světly, u nichž musí sám uživatel měnit intenzitu jasu a barvy podle jeho potřeb a denní doby.

Jaké změny by podle Vás nejvíce zlepšily tento nový produkt?

Určitě se dá ještě zapracovat na designu produktu, stejně tak jako na velikosti jeho ovládacího panelu.

Pokud by byl již dnes produkt k dispozici, jak velká by byla pravděpodobnost, že o něj budete mít zájem?

Velká

Co by zvýšilo Váš případný zájem o produkt?

Možnost koupit různých variant velikosti lampičky i panelu a také modernější design panelu.

Jaký byl Váš celkový dojem z použití inteligentního svítidla?

Příjemný pocit, když lampička sama měnila barvu do červena spolu se zapadajícím sluncem.

Pokud by byl dnes tento nový produkt dostupný na trhu, doporučil/a byste ho ostatním?

Zcela jistě.

Jméno a příjmení: *MARIE ŠIMKOVÁ*

V: *PRAZE*

Dne: *16.5.2017*

Podpis: 

Příloha 2 – Zdrojový kód

```
//////////////////////////////////LCD//////////////////////////////////
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define I2C_ADDR 0x27
#define Rs_pin 0
#define Rw_pin 1
#define En_pin 2
#define BACKLIGHT_PIN 3
#define D4_pin 4
#define D5_pin 5
#define D6_pin 6
#define D7_pin 7
LiquidCrystal_I2C lcd(I2C_ADDR,En_pin,Rw_pin,Rs_pin,D4_pin,D5_pin,D6_pin,D7_pin);
//////////////////////////////////

//////////////////////////////////Time//////////////////////////////////
#include <RTClib.h>
RTC_DS1307 RTC;
DateTime now;
//////////////////////////////////

//////////////////////////////////PINS + INTEGERS = connections //////////////////////////////////

int sensorPinRed = A1; // select the input pin for the potentiometer
int sensorPinUmbre = A2; // select the input pin for the potentiometer
int sensorPinWhite = A3; // select the input pin for the potentiometer
int ledPinRed = 9; // select the pin for the LED
int ledPinWhite = 11; // select the pin for the LED
int ledPinUmbre = 6; // select the pin for the LED
int sensorValueRed = 0; // variable to store the value coming from the sensor
int sensorValueUmbre = 0; // variable to store the value coming from the sensor
int sensorValueWhite = 0; // variable to store the value coming from the sensor
int intensityValue = 0; // variable to store the value coming from the sensor
int togglePIN = 7; // PIN for button auto/manual
```

```

int toggle; // select manual/automatic program for the LED
int intensityPin = A6; // select the input pin for the potentiometer
int i; // multiplier for intensity
////////////////////////////////////

////////////////////////////////////INTEGERS = menu //////////////////////////////////////
int pageNumber = 1;
int optionLevel = 0;
int cursorPosition = 0;
int x = 200; //Button delay in ms

int percentRed;
int percentUmber;
int percentWhite;
////////////////////////////////////

////////////////////////////////////INTEGERS = Timesetting //////////////////////////////////////
int lastDay = 0;
int lastMonth = 0;
int lastYear = 0;
int lastHour = 0;
int lastMinute = 0;

int setYear = 2017;
int setMonth = 0;
int setDay = 0;
int setHour = 0;
int setMinute = 0;

////////////////////////////////////

////////////////////////////////////New symbols and buttons //////////////////////////////////////
byte up[8]{B00100,
           B01110,
           B11111,
           B00000,
           B00000,

```

```
B00000,  
B00000,  
B00000};
```

```
byte down[8]{B10000,  
B11000,  
B11100,  
B11110,  
B11110,  
B11100,  
B11000,  
B10000};
```

```
byte left[8]{B00001,  
B00011,  
B00111,  
B01111,  
B00111,  
B00011,  
B00001};
```

```
byte right[8]{B10000,  
B11000,  
B11100,  
B11110,  
B11110,  
B11100,  
B11000,  
B10000};
```

```
#define btnRIGHT 0  
#define btnPLUS 1  
#define btnMINUS 2  
#define btnLEFT 3  
#define btnSELECT 4
```

```

#define btnMENU 5
#define btnNONE 6

int adc_key_in = 0;
////////////////////////////////////

void setup() {
  // declare the ledPin as an OUTPUT:
  pinMode(ledPinRed, OUTPUT);
  pinMode(ledPinWhite, OUTPUT);
  pinMode(ledPinUmber, OUTPUT);
  pinMode(togglePIN, INPUT);
  Serial.begin(9600);

  //////////////////////////////////LCD////////////////////////////////////
  lcd.begin(20,4);          // initialize the lcd
  lcd.setBacklightPin(BACKLIGHT_PIN,POSITIVE);
  lcd.setBacklight(HIGH);
  Wire.begin();
  RTC.begin();

  lcd.createChar(3, up);
  lcd.createChar(4, down);
  lcd.createChar(5, right);
  lcd.createChar(6, left);

  //////////////////////////////////////
}

void loop() {

  now = RTC.now();
  button_loop(); //check for button pushed

  if(pageNumber == 1 && optionLevel == 0 && toggle == 1){
    mainPageAuto();
  }
}

```

```

    }
    if(pageNumber == 1 && optionLevel == 0 && toggle == 0){
        mainPageManual();
    }
    if(pageNumber == 2 && optionLevel == 0){
        rightPage();
    }
    if(pageNumber == 2 && optionLevel == 1){
        SetTimeDate();
    }

    toggle = digitalRead(togglePIN);
    sensorValueRed = analogRead(sensorPinRed)/4*i/100;
    sensorValueWhite = analogRead(sensorPinWhite)/4*i/100;
    sensorValueUmber = analogRead(sensorPinUmber)/4*i/100;
    intensityValue = analogRead(intensityPin);
    if (intensityValue > 1000){
        i = 100;
    }
    if (intensityValue < 1000){
        i = (intensityValue/10);
    }

    Serial.print("; button: ");
    Serial.print(toggle);
    Serial.print(" Red: ");
    Serial.print(ledPinRed);
    Serial.print("; White:");
    Serial.print(ledPinWhite);
    Serial.print("; Umber:");
    Serial.print(ledPinUmber);
    Serial.print("; button:");
    Serial.print(adc_key_in);
    Serial.print("; intensity:");
    Serial.println(i);

    if (toggle == 1) { //auto spectrum mode

```

```

if (lastHour < 5){analogWrite(ledPinRed, 255 *i/100); analogWrite(ledPinUmber, 255 *i/100);
    analogWrite(ledPinWhite, 0);}

if (lastHour == 5){analogWrite(ledPinRed, (255 - lastMinute)*i/100); analogWrite(ledPinUmber,
    255*i/100); analogWrite(ledPinWhite, lastMinute*i/100);}

if (lastHour == 6){analogWrite(ledPinRed, (195 - lastMinute)*i/100); analogWrite(ledPinUmber, (255 -
    lastMinute)*i/100); analogWrite(ledPinWhite, (60 + lastMinute*2)*i/100);}

if (lastHour == 7){analogWrite(ledPinRed, (135 - lastMinute) *i/100); analogWrite(ledPinUmber, (195
    - lastMinute)*i/100); analogWrite(ledPinWhite, (180 + lastMinute)*i/100);}

if (lastHour == 8){analogWrite(ledPinRed, (75 - lastMinute)*i/100); analogWrite(ledPinUmber, (135 -
    lastMinute)*i/100); analogWrite(ledPinWhite, (180 + lastMinute)*i/100);}

if (lastHour == 9){analogWrite(ledPinRed, (15 - lastMinute/4)*i/100); analogWrite(ledPinUmber, (75 -
    lastMinute)*i/100); analogWrite(ledPinWhite, (180 + lastMinute)*i/100);}

if (lastHour == 10){analogWrite(ledPinRed, 0 ); analogWrite(ledPinUmber, (15 - lastMinute/4)*i/100);
    analogWrite(ledPinWhite, (240 + lastMinute/4)*i/100);}

if (lastHour == 11){analogWrite(ledPinRed, 0 ); analogWrite(ledPinUmber, 0 );
    analogWrite(ledPinWhite,255*i/100);}

if (lastHour == 12){analogWrite(ledPinRed, 0 ); analogWrite(ledPinUmber, 0 );
    analogWrite(ledPinWhite,255*i/100);}

if (lastHour == 13){analogWrite(ledPinRed, 0 ); analogWrite(ledPinUmber, 0 );
    analogWrite(ledPinWhite,255*i/100);}

if (lastHour == 14){analogWrite(ledPinRed, 0 ); analogWrite(ledPinUmber, 0 );
    analogWrite(ledPinWhite, 255*i/100);}

if (lastHour == 15) {analogWrite(ledPinRed, 0 ); analogWrite(ledPinUmber, 0 );
    analogWrite(ledPinWhite, 255*i/100);}

if (lastHour == 16){analogWrite(ledPinRed, 0 ); analogWrite(ledPinUmber, lastMinute*i/100);
    analogWrite(ledPinWhite, 255*i/100);}

if (lastHour == 17){analogWrite(ledPinRed, 0 ); analogWrite(ledPinUmber, (60 + lastMinute)*i/100);
    analogWrite(ledPinWhite, 255*i/100);}

if (lastHour == 18){analogWrite(ledPinRed, (lastMinute*i/100)); analogWrite(ledPinUmber, (120 +
    lastMinute)*i/100); analogWrite(ledPinWhite, (255 - lastMinute)*i/100);}

if (lastHour == 19){analogWrite(ledPinRed, (60 + lastMinute)*i/100); analogWrite(ledPinUmber, (180
    + lastMinute)*i/100); analogWrite(ledPinWhite, (195 - lastMinute)*i/100);}

if (lastHour == 20){analogWrite(ledPinRed, (120 + lastMinute)*i/100); analogWrite(ledPinUmber,
    (240 + lastMinute/4)*i/100); analogWrite(ledPinWhite, (135 - lastMinute)*i/100);}

if (lastHour == 21){analogWrite(ledPinRed, (180 + lastMinute)*i/100); analogWrite(ledPinUmber,
    (255*i/100)); analogWrite(ledPinWhite, (75 - lastMinute)*i/100);}

if (lastHour == 22){analogWrite(ledPinRed, (240 + lastMinute/4)*i/100); analogWrite(ledPinUmber,
    (255*i/100)); analogWrite(ledPinWhite, 0);}

if (lastHour == 23){analogWrite(ledPinRed, 255*i/100); analogWrite(ledPinUmber, (255*i/100));
    analogWrite(ledPinWhite, 0);}

}

```

```

if (toggle == 0) { //manual spectrum mode
  // read the value from the sensor:
  // turn the ledPin on
  if(sensorValueRed < 40)
  {
    analogWrite(ledPinRed, 0);
  }
  if(sensorValueRed > 39)
  {
    analogWrite(ledPinRed, sensorValueRed);
  }
  if(sensorValueWhite < 40)
  {
    analogWrite(ledPinWhite, 0);
  }
  if(sensorValueWhite > 39)
  {
    analogWrite(ledPinWhite, sensorValueWhite);
  }
  if(sensorValueUmber < 40)
  {
    analogWrite(ledPinUmber, 0);
  }
  if(sensorValueUmber > 39)
  {
    analogWrite(ledPinUmber, sensorValueUmber);
  }
}
}
}
////////////////////////////////////Main page Manual////////////////////////////////////
void mainPageManual()
{

  lcd.setCursor(0,0); //left arrow
  lcd.print("Manual spectrum mode");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("R: ");

```

```

if (sensorValueRed < 10) {
  lcd.print(" ");}
if (sensorValueRed < 100) {
  lcd.print(" ");}
  lcd.print(sensorValueRed);
  lcd.setCursor(6,1);
  lcd.print(" W: ");
  if (sensorValueWhite < 10) {
    lcd.print(" ");}
  if (sensorValueWhite < 100) {
    lcd.print(" ");}
    lcd.print(sensorValueWhite);
    lcd.setCursor(13,1);
    lcd.print(" U: ");
      if (sensorValueUmber < 10) {
        lcd.print(" ");}
      if (sensorValueUmber < 100) {
        lcd.print(" ");}
        lcd.print(sensorValueUmber);
        lcd.setCursor(0,2);
        lcd.print("Range from 0 to 255 ");

```

////////////////////TIME////////////////////

```

lcd.setCursor(0,3);

lcd.print(lastYear);
lcd.print("/");
if (lastMonth < 10){
  lcd.print("0");
}
lcd.print(lastMonth);
lcd.print("/");
if (lastDay < 10){
  lcd.print("0");
}
lcd.print(lastDay);

```



```

lcd.print(" ");

lcd.setCursor(12,3);

if(now.hour() < 10) {

    lcd.setCursor(12,3); // hodina < 10 ... kurzur tak, aby se čas nepohnul
    lcd.print(" ");
}

    lcd.print(now.hour(), DEC);
    printDigits(now.minute());

lastDay = now.day();
lastMonth = now.month();
lastYear = now.year();
lastHour = now.hour();
lastMinute = now.minute();

    //////////////////////////////////////

    lcd.setCursor(19,3); //right arrow
    lcd.write(5);

}

////////////////////////////////////Main page Auto////////////////////////////////////
void mainPageAuto()
{

    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" Intelligent lamp ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" auto spectrum mode ");

    lcd.setCursor(0,2);

```

```

lcd.print("      ");
                ////////////////TIME////////////////////

lcd.setCursor(0,3);

lcd.print(lastYear);
lcd.print("/");
if (lastMonth < 10){
    lcd.print("0");
}
lcd.print(lastMonth);
lcd.print("/");
if (lastDay < 10){
    lcd.print("0");
}
lcd.print(lastDay);
lcd.print(" ");

lcd.setCursor(12,3);

if(now.hour() < 10) {

    lcd.setCursor(12,3); // hodina < 10 ... kurzur tak, aby se čas nepohnul
    lcd.print(" ");
}

    lcd.print(now.hour(), DEC);
    printDigits(now.minute());

lastDay = now.day();
lastMonth = now.month();
lastYear = now.year();
lastHour = now.hour();
lastMinute = now.minute();
                ////////////////

lcd.setCursor(19,3); //right arrow

```

```

lcd.write(5);

}

//////////////////////////////////RIGHT PAGE//////////////////////////////////

void rightPage()
{

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Set time/date?  ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("          ");
lcd.setCursor(0,3); //left arrow
lcd.write(6);
lcd.setCursor(1,3);
lcd.print("          ");
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("  Select to confirm");

}

//////////////////////////////////SET TIME DATE//////////////////////////////////

void SetTimeDate()
{
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("  Select to confirm");

lcd.setCursor(cursorPosition,1);
lcd.write(3);
lcd.write(3);
}

//////////////////////////////////Hours (format)//////////////////////////////////

void printDigits(byte digits)
{
// utility function for digital clock display: prints preceding colon and leading 0

```

```

lcd.print(":");
if(digits < 10)
  lcd.print('0');
lcd.print(digits,DEC);
}

////////////////////////////////////////Button Loop////////////////////////////////////////

void button_loop()
{
  int button = read_LCD_buttons();

  if (button == btnMENU)
  {
    pageNumber = 1;
    optionLevel = 0;
  }

  if (button == btnSELECT)
  {
    if(pageNumber == 2 && optionLevel == 0 && button == btnSELECT){
      optionLevel = 1;
      lcd.clear();
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.print("HH:MM DD/MM/RRRR");
      SetTimeDate();
      delay(1500);
      button = read_LCD_buttons();
    }
    if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && button == btnSELECT){
      RTC.adjust(DateTime(setYear,setMonth,setDay,setHour,setMinute));
      optionLevel = 0;
      pageNumber = 1;
      cursorPosition = 0;
      delay(1500);
    }
  }
}

```

```

    button = read_LCD_buttons();
  }
}

```

```

if (button == btnLEFT)
{
  if (pageNumber > 1 && optionLevel == 0)
  {
    pageNumber = pageNumber - 1;
    delay(x);
  }
}

```

```

//////////SetTimeDate//////////

```

```

//////////CursorMoveLeft//////////

```

```

if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 3)

```

```

{
  lcd.setCursor(3,1);
  lcd.print(" ");
  cursorPosition = 0;
  delay(x);
  button = read_LCD_buttons();
}

```

```

if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 6 && button == btnLEFT)

```

```

{
  lcd.setCursor(6,1);
  lcd.print(" ");
  cursorPosition = 3;
  delay(x+100);
  button = read_LCD_buttons();
}

```

```

if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 9 && button == btnLEFT)

```

```

{
  lcd.setCursor(9,1);
  lcd.print(" ");
  cursorPosition = 6;
  delay(x+100);
}

```

```

        button = read_LCD_buttons();
    }
    if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 14 && button == btnLEFT)
    {
        lcd.setCursor(14,1);
        lcd.print(" ");
        cursorPosition = 9;
        delay(x+100);
        button = read_LCD_buttons();
    }
        //////////////////////////////////////

    }

if (button == btnRIGHT)
{
    if (pageNumber < 2 && optionLevel == 0)
    {
        pageNumber = pageNumber + 1;
        delay(x);
        button = read_LCD_buttons();
    }

        //////////////////////////////////////SetTimeDate////////////////////////////////////
        //////////////////////////////////////CursorMoveRight////////////////////////////////////

    if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 0)
    {
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(" ");
        cursorPosition = 3;
        delay(x);
        button = read_LCD_buttons();
    }
    if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 3 && button == btnRIGHT)
    {
        lcd.setCursor(3,1);
        lcd.print(" ");

```

```

    cursorPosition = 6;
    delay(x);
    button = read_LCD_buttons();
}
if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 6 && button == btnRIGHT)
{
    lcd.setCursor(6,1);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(10,1); //Pro smazání "SELECT", co tam zbylo z rightPage
    lcd.print(" ");
    cursorPosition = 9;
    delay(x);
    button = read_LCD_buttons();
}
if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 9 && button == btnRIGHT)
{
    lcd.setCursor(9,1);
    lcd.print(" ");
    cursorPosition = 14;
    delay(x);
    button = read_LCD_buttons();
}
    //////////////////////////////////////
}

if (button == btnPLUS)
{
    //////////////////////////////////////SetTimeDate////////////////////////////////////
    //////////////////////////////////////SetHour - Up////////////////////////////////////
    if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 0)
    {
        if (setHour < 23)
        {
            setHour = setHour + 1;
            if (setHour < 10){
                lcd.setCursor(0,0);

```

```

    lcd.print("0");
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.print(setHour);
    }
else {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(setHour);
    }
delay(x+100);
}
button = read_LCD_buttons();
}

//////////SetMinute - Up//////////
if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 3)
{
    if (setMinute < 59)
    {
        setMinute = setMinute + 1;
        if (setMinute < 10){
            lcd.setCursor(3,0);
            lcd.print("0");
            lcd.setCursor(4,0);
            lcd.print(setMinute);
        }
    }
else {
    lcd.setCursor(3,0);
    lcd.print(setMinute);
    }
delay(x+100);
}
button = read_LCD_buttons();
}

//////////SetDay - Up//////////
if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 6)
{
    if (setDay < 31)
    {

```



```

setDay = setDay + 1;
if (setDay < 10){
    lcd.setCursor(6,0);
    lcd.print("0");
    lcd.setCursor(7,0);
    lcd.print(setDay);
}
else {
    lcd.setCursor(6,0);
    lcd.print(setDay);
}
delay(x+100);
}
button = read_LCD_buttons();
}

//////////SetMonth - Up//////////
if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 9)
{
    if (setMonth < 12)
    {
        setMonth = setMonth + 1;
        if (setMonth < 10){
            lcd.setCursor(9,0);
            lcd.print("0");
            lcd.setCursor(10,0);
            lcd.print(setMonth);
        }
        else {
            lcd.setCursor(9,0);
            lcd.print(setMonth);
        }
        delay(x+100);
    }
    button = read_LCD_buttons();
}

//////////SetYear - Up//////////
if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 14)

```

```

{
  if (setYear < 2200)
  {
    setYear = setYear + 1;
    lcd.setCursor(12,0);
    lcd.print(setYear);
  }
  delay(x+100);
  button = read_LCD_buttons();
}

////////////////////////////////////
}

```

```

if (button == btnMINUS)
{

    //////////////////////////////////////
    //////////////////////////////////////SetHour - Down////////////////////////////////////

  if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 0)
  {
    if (setHour > 0)
    {
      setHour = setHour - 1;
      if (setHour < 10){
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("0");
        lcd.setCursor(1,0);
        lcd.print(setHour);
      }
    }
    else {
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.print(setHour);
    }
  }
  delay(x+100);
}
button = read_LCD_buttons();

```

```

}
        ////////////////SetMinute - Down////////////////
if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 3)
{
    if (setMinute > 0)
    {
        setMinute = setMinute - 1;
        if (setMinute < 10){
            lcd.setCursor(3,0);
            lcd.print("0");
            lcd.setCursor(4,0);
            lcd.print(setMinute);
        }
        else {
            lcd.setCursor(3,0);
            lcd.print(setMinute);
        }
        delay(x+100);
    }
    button = read_LCD_buttons();
}
        ////////////////SetDay - Down////////////////
if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 6)
{
    if (setDay > 0)
    {
        setDay = setDay - 1;
        if (setDay < 10){
            lcd.setCursor(6,0);
            lcd.print("0");
            lcd.setCursor(7,0);
            lcd.print(setDay);
        }
        else {
            lcd.setCursor(6,0);
            lcd.print(setDay);
        }
    }
}

```

```

delay(x+100);
}
button = read_LCD_buttons();
}
//////////SetMonth - Down//////////
if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 9)
{
if (setMonth > 0)
{
setMonth = setMonth - 1;
if (setMonth < 10){
lcd.setCursor(9,0);
lcd.print("0");
lcd.setCursor(10,0);
lcd.print(setMonth);
}
else {
lcd.setCursor(9,0);
lcd.print(setMonth);
}
delay(x+100);
}
button = read_LCD_buttons();
}
//////////SetYear - Down//////////
if (pageNumber == 2 && optionLevel == 1 && cursorPosition == 14)
{
if (setYear > 2016)
{
setYear = setYear - 1;
lcd.setCursor(12,0);
lcd.print(setYear);
}
delay(x+100);
button = read_LCD_buttons();
}
//////////

```

```

    }

}

//////////////////////////////////////////Button readings//////////////////////////////////////////

int read_LCD_buttons()
{
    adc_key_in = analogRead(7);    // read the value from the sensor
    // my buttons when read are centered at these values: 0, 230, 313, 430, 610, 697, 820
    if (adc_key_in < 100) return btnNONE; // The 1st option for speed reasons since it will be the most
        likely result
    if (adc_key_in > 750) return btnMENU;
    if (adc_key_in > 650) return btnLEFT;
    if (adc_key_in > 500) return btnPLUS;
    if (adc_key_in > 350) return btnMINUS;
    if (adc_key_in > 280) return btnRIGHT;
    if (adc_key_in > 150) return btnSELECT;
    return btnNONE; // when all others fail, return this...
}

```