

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

37 568

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

F21V 19/00 (2006.01)
F21V 14/02 (2006.01)
F21K 9/00 (2016.01)
A61N 5/06 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2023-41163**
(22) Přihlášeno: **21.07.2023**
(47) Zapsáno: **19.12.2023**

- (73) Majitel:
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6,
Dejvice, CZ
Spectrasol, s.r.o., Praha 3, Žižkov, CZ
- (72) Původce:
Ing. arch. Lenka Maierová, Ph.D., Praha 6,
Břevnov, CZ
Ing. Jan Havlík, Ph.D., Kostelec nad Labem, CZ
Ing. arch. MgA. Hana Kárníková, Praha 4, Michle,
CZ
MgA. Zuzana Jirkalová, Praha 5, Košíře, CZ
Hynek Medřický, Praha 2, Vinohrady, CZ
Daniel Jesenský, Ph.D., MSc., MBA, Praha 5,
Stodůlky, CZ
Daniel Štěpán, Praha 3, Žižkov, CZ
- (74) Zástupce:
Ing. Václav Kratochvíl, Husníkova 2086/22, 158 00
Praha 5, Stodůlky

- (54) Název užitého vzoru:
**Svítilno pro podporu synchronizace
cirkadiánních rytmtů osob**

Svítilidlo pro podporu synchronizace cirkadiánních rytmů osob

Oblast techniky

Technické řešení je z oblasti zařízení pro světelné působení na člověka. Zařízení může být využito pro podporu synchronizace a stabilizaci cirkadiánních rytmů s využitím plnospektrální LED technologie, specifikace způsobu distribuce světla v prostoru a časového řízení tak, aby docházelo k podpoře psychického i fyzického zdraví.

Dosavadní stav techniky

Míchání a nastavování barvy světla bylo vždy výtvarným prostředkem v interiérech budov. Již v roce 1996 patentovala firma Artemide polychromatické osvětlovací zařízení, které umožňuje dosáhnout osvětlení požadované barvy, tedy výhradně s ohledem na estetický vjem, nikoli jako synchronizátor biologických hodin. „Polychrome lighting device having primary colors and white-light sources with microprocessor adjustment means and remote control“, US 5961201 A, 1996: toto zařízení je sestaveno z alespoň jednoho zdroje světla pro každou ze tří základních barev a prvků pro nastavení zdrojů světla a ovládáno je dle požadavku uživatele pomocí dálkového ovládání. Nový produkt ale vychází z poznatků o pozitivních účincích světla na well-being člověka, které byly popsány v například v publikaci odborné společnosti Daylight Academy (Knoop, M., et al., „Daylight: What makes the difference?“ Lighting Research & Technology, 2019. Schopnost synchronizace vnitřních biologických rytmů pomocí střídání dne a noci popisuje v publikaci „The art of entrainment“, z roku 2003 Til Roennberg et al (J Biol Rhythms. 2003 Jun; 18(3): 183 až 194). Základním parametrem pro dosažení synchronizace je vysoká cirkadiánní účinnost světla v denní době. Té je dosahováno pomocí intenzivního světla při současném využití spektra s vysokým zastoupením krátkých vlnových délek. Na českém trhu se k tomuto využívá například produkt SunSun společnosti Nasli, založený na technologii fluorescentní zářivky; číslo zápisu v rejstříku ochranných známek ÚPV 287756 (2006). Společnost nabízí stěnové a stropní panely, zejména určené pro osvětlení lékařských pracovišť. Produkt aplikují i pro osvětlení kancelářských prostor, integrované do stropního osvětlení. K zajištění dostatku biologicky účinného světla existují i malé, tzv. osobní fototerapeutické přístroje, např. společnost CHRONOPHOTONIX Inc. vyvinula v 2008 svítidlo umístěné před čelem uživatele tak, aby instalované zdroje světla dle potřeby zajišťovaly osvětlenost oka.

„Artificial light apparatus and its use for influencing a condition in a subject“, US 2010217358 A1, 2010, jsou určeny pro modulaci cirkadiánních rytmů, zvýšení bdělosti a ovlivnění psychologických stavů souvisejících se světlem, jako je například sezónní afektivní porucha. Systém vynálezu se skládá ze zdroje zeleného a/nebo červeného světla a zdroje modrého světla, přičemž oba zdroje světla jsou řízeny počítačem tak, aby poskytovaly předem stanovené světelné podmínky. Mezinárodní databáze patentů také zahrnují příklady aplikace světla podporující kognitivní funkce, například osvětlovací systémy pro laboratorní využití trvalého blikání světla konstantní frekvencí v rozmezí 1 až 10 Hz, např. „Light exposure device for improving cognitive symptoms and depression symptoms, room with light exposure device, and lighting apparatus for improving cognitive symptoms and depression symptoms“, JP 2017192812 A, 2017, jehož účinky zlepšují kognitivní a odstraňují depresivní symptomy. Jedná se o stropní svítidlo bez cirkadiánní regulace, která by upravila spektrum a intenzitu světla dle denní doby. Nová technologie však není určena pro laboratoře a psychiatrická centra, ale pro každodenní použití v obytném prostoru, kde by měla působit jako prevence afektivních poruch, například SAD. V bytových prostorech je však současně se synchronizací denních rytmů potřeba zajistit vysoký zrakový komfort. Na rozdíl od biologicky účinných zdrojů, užívaných ve fototerapeutických zařízeních, toto umožňují nové tzv. plnospektrální LED zdroje, které mají na rozdíl od původně využívaných zářivek rovnoměrné zastoupení jednotlivých vlnových délek, obdobně jako denní světlo. Příklad takového zdroje patentovala společnost Seoul Semiconductor Co Ltd., „White light source and white light source

system including the same“, EP 2778507 B1, 2019. Světlo v centrálním pásmu optického záření (450 až 650 nm) je v těchto specifických LED emitováno v kratších vlnových délkách než u běžných LED zdrojů, a proto nabízí vyvážené spektrum. Obdobné rovnoměrnosti dosahuje patentovaný zdroj od spoluautorů nové technologie světelné sauny, který je využíván pro podporu soustředění a dalších kognitivních funkcí v pracovním prostředí, „A led lighting source for improved cognitive performance and with sun-light properties“. Ve srovnání s produktem Seoul Semiconductors zdroj minimalizuje zastoupení izolované energie v oblasti krátkých vlnových délek spektra a tím omezuje negativní vliv světla na oční pozadí. Přesto nabízí kvalitu podání barev z 95 % srovnatelnou s denním světlem a obdobná je i jeho cirkadiánní účinnost. Tento zdroj je jedním ze zdrojů využívaných v nově vytvořené technologii. Další nutný parametr pro dosažení synchronizace cirkadiánních hodin je omezení budivé složky světla v době po západu slunce, kdy se organismus připravuje na spánek. V tuto dobu je nutné omezit intenzitu osvětlení a ze spektra odebrat krátké vlnové délky. Toto respektuje např. patent Seoul Semiconductor Co., Ltd., „Light emitting device having various color temperature“ US 20080231214 A1, 2007. Produkt se skládá z LED čipu a luminoforu, které vyzařují tzv. denní světlo s barevnou teplotou 6 000 K nebo vyšší, dále z čipu LED a luminoforu, které vyzařují bílé světlo s barevnou teplotou nižší než 6 000 K a třetího LED čipu, který vyzařuje světlo ve viditelném rozsahu 580 nm nebo více. Druhý a třetí čip jsou provozuschopné nezávisle na prvním a vytváří teplou bílou barvu s barevnou teplotou 3 000 K nebo nižší, tj. vhodnou pro využití večer. Na obdobných principech vznikl osvětlovací trend tzv. Human Centric Lighting, komerční produkty dostupné pro širokou veřejnost. Principy osvětlení popisuje Kevin William Houser v článku pro Frontiers in Neurology, „Human-Centric Lighting: Foundational Considerations and a Five-Step Design Process“. Mezi ty nejrozšířenější komerční produkty patří osvětlovací systémy výrobců Osram nebo Philips - systém HUE, HeatWell.

V běžně dostupných produktech HCL je při nastavení na noční osvětlení ve spektru biologicky účinné záření omezeno, nicméně stále částečně zastoupeno. Specializované produkty pro podporu léčby SAD se snaží zastoupení biologicky účinných vlnových délek zcela odstranit. Například „Light emitting diode lamp free of melatonin-suppressing radiation“, WO 2009029575 A1, 2008, umožňuje produkovat světlo, které se jeví jako v podstatě bílé světlo, ale neobsahuje části spektra vlnových délek, které jsou nejúčinnější při potlačování produkce melatoninu. Absolutní odstranění krátkých vlnových délek neumožňuje dosažení vysokého podání barev. Proto je nelze zcela eliminovat během večera, kdy může být třeba provádět náročnější zrakové činnosti. Naopak v noci je světlo zpravidla potřeba pouze pro zajištění základní orientace. K tomu účelu byly vyvinuty LED zdroje vyzařující světlo azurové barvy, např. luminoforem na bázi fosforu upravené LED, viz „Apparatus, method to change light source color temperature with reduced optical filtering losses“, US 8378563 B2, 2011. Technologie s použitím materiálu s posunem vlnové délky, například luminoforu, absorbuje méně požadovaných vlnových délek a propouští více požadovaných vlnových délek upravuje účinnost a barevnou teplotu. Technologie dosahující obdobného efektu je integrována i do patentovaného zdroje českého původce Hynka Medřického. „Led lamp consisting of light emitting diodes (led) with circadian adjustable mode of radiated light providing for its health safety“, EP 3583826 A1, 2017. Světelný zdroj ve formě klasické žárovky je vybaven manuálním přepínáním mezi cirkadiánně účinným a cirkadiánně málo účinným světlem. Na rozdíl od běžných zdrojů HCL je však doplněn ještě o světlo orientační, noční, emitující světlo jantarové barvy, s nízkým podáním barev. Změnu světelného režimu provádí uživatel manuálně, opakovaným vypnutím a rozsvícením svítidla. Vědecké studie prokázaly, že světlo nad horizontem má velký biologický význam ve srovnání se světlem přicházejícím z míst pod horizontem. Toto poskytuje příležitost k dalšímu zacílení a optimalizaci biologických účinků pomocí osvětlení, například vytvořením prostorových vrstev světla, které osvětlují různé povrchy v různých denních dobách. Možnost integrovat více způsobů distribuce světla přináší „Luminaires, systems and methods for providing spectrally and spatially modulated illumination“, US 20220233806 A1, 2017. Využívá dva zdroje přímého osvětlení uložené proti sobě tak, že s ohledem na denní dobu vyzařují světlo směrem nahoru ke stropu a směrem dolů k podlaze. Toto rozložení světelných zdrojů zpravidla znamená vysoké riziko oslnění od některého ze zdrojů, který se dostane do zorného pole pozorovatele. Pro dosažení výborné kvality světelného prostředí pomáhá rovnoměrná

distribuce světla v prostoru k dosažení vysoké intenzity světla v prostoru a tím i vysokého biologického účinku. Té je možno dosáhnout využitím nepřímého osvětlení, viz například „Free-cavity, double-diffusing indirect lighting luminaire“, US 7284883 B2, 2003. Případně využitím stěny či stropu jako odrazné plochy. Velká světloemitující plocha umožní distribuci velkého množství světla, aniž by bylo nutné na ploše dosahovat extrémně vysoké jasy a tím vznikaly oslňující kontrasty. Velkoplošný světloemitující povrch pro podporu psychického zdraví využívá např. „Zařízení pro podporu synchronizace cirkadiánních rytmů a/nebo prevenci afektivních poruch“, užitný vzor CZ 36036 U1, 2022. Pro ovládání osvětlení a jeho řízení vzniklo mnoho systémů využívaných pro koncepty Human Centric Lighting. Zpravidla se jedná o datový komunikační modul, který je schopen přenášet data do datového komunikačního modulu osvětlovacího zařízení a jeden nebo více mikrokontrolérů, které jsou konfigurovány tak, aby určovaly provozní vzor, umožňuje měnit světelný výkon a základní barevnou teplotu (CCT) světelného zdroje na základě přijatých elektrických signálů, tj. požadavků uživatele, případně řídicí křivky svítidla.

Řídicí křivka HCL vychází z aktivit uživatelů prostoru a jejich předpokládaných potřeb. Pro podporu cirkadiánní synchronizace organismu je však optimální křivka denního světla, respektující přirozené světelné podmínky v dané lokalitě. Světlo v přírodě se proměňuje ve své intenzitě, spektru a prostorovém rozložení. Svítidlo s těmito parametry nebylo v databázích nalezeno, nabízí je však představovaná technologie. Nová technologie navazuje na výše zmíněné poznatky a dále je rozvíjí. Odstraňuje nedostatky jejich užitných vlastností – je cirkadiánně účinnější, vyzařuje bezpečnější spektrum světla, má lepší rozložení světla v prostoru, které neoslňuje a podporuje přirozené psychologické působení prostorové distribuce. Její řízení odpovídá přirozeným světelným podmínkám.

Podstata technického řešení

Výše uvedené nedostatky jsou do značné míry odstraněny svítidlem pro podporu synchronizace cirkadiánních rytmů osob, podle tohoto technického řešení. Jeho podstatou je to, že je ve tvaru sloupu o výšce 1 800 až 2 500 mm a obsahuje osvětlovací systém složený alespoň ze tří různých typů regulovatelných LED zdrojů viditelného záření. Alespoň jeden LED DPS modul je pro denní svícení se světelným tokem nejméně 19 000 lm, s neutrálním bílým světlem, s teplotou chromatičnosti CCT 4 000 K až 5 500 K, poměrem melanopické účinnosti spektra vůči melanopické účinnosti denního světla D65 (mDER) nejméně 0,8 a indexem věrnosti podání barev vyšším než 95. Alespoň jeden LED světelný modul je pro večerní svícení s teple bílým světlem 2 200 až 3 000 K, s poměrem melanopické účinnosti spektra vůči melanopické účinnosti denního světla D65 (mDER) nejvíce 0,45 a indexem věrnosti podání barev vyšším než 97. Alespoň jeden LED PC-amber pro noční osvětlení se světlem se spektrem bez zastoupení krátkých vlnových délek do 500 nm a s poměrem melanopické účinnosti spektra vůči melanopické účinnosti denního světla D65 (mDER) nejvíce 0,07. Současně je zařízení opatřeno řídicí jednotkou s automatickou regulací pro řízení výkonu, směřování a spektrálního složení světla v závislosti na denní a roční době.

Popisované zařízení je primárně určené pro preventivní a udržovací léčbu klientů s depresivními predispozicemi, pro osoby v remisi, ale i pro osoby s omezenou možností pobytu na denním světle (dále jen Světelný sloup). Řešení rozvíjí dosavadní vědecké poznatky a odstraňuje výše uvedené nevýhody.

Světelný sloup je stojací svítidlo určené ke každodennímu, celodennímu používání, navržené jako lokální zdroj světla v obytné či pobytové místnosti a osazené třemi druhy světelných zdrojů. V závislosti na denní či noční a roční době svítidlo upravuje prostorovou distribuci světla, jeho intenzitu a spektrální složení. Denní osvětlení zajišťují LED DPS moduly, tj. LED diody, které jsou umístěny na desce plošných spojů (DPS), vyrobené na základě patentovaného světelného zdroje podle patentového dokumentu CZ 308363 B6, se světelně technickými parametry CCT 4 800 K, CRI 90+ a s omezeným vyzařováním energie ve velmi krátkých vlnových délkách,

tj. oblasti modrého světla potenciálně škodlivého pro sítnici oka, zakomponované do horního osvětlovacího modulu a horní části nohy svítidla. Večerní režim zajišťuje LED světelný zdroj s teple bílým světlem - LED pásek 2 700 K, s velmi vysokou věrností podání barev CRI 90⁺, osazený optimálně na 2/3 výšky nohy svítidla. Noční režim slouží k minimalizaci negativního vlivu světla při používání osvětlení v noci. Tento režim využívá LED PC-amber, světelných zdrojů, které nevyzařují energii v oblasti modrých a tyrkysových vlnových délek a výrazně minimalizují i energii zelených vlnových délek. LED PC-amber je zabudován ideálně v dolní šestině výšky nohy svítidla. Pomocí řízení výkonu, směřování a spektrálního složení světla v závislosti na denní a noční době je organismus podporován k bdělosti v denní době, zatímco ve večerním čase je mu umožněna příprava na spánek. Osvětlení je optimalizováno pro dosažení vysokého zrakového komfortu přes den a dostatečné orientace v prostoru v noci. Míchání světelných kanálů je zajištěno algoritmem, který upravuje spektrum, prostorovou distribuci a intenzitu světla během 24 h po dobu 365 dní v roce, na základě cirkadiánní regulace, zajišťuje tak automaticky zdravé osvětlené prostředí a tím podporuje psychické i fyzické zdraví jedince, což je hlavní specifikum tohoto svítidla. Světelný sloup využívá nepřímé osvětlení, nedochází tak k oslnění uživatele. Uživatelské rozhraní umožňuje pouze časově omezené úpravy množství světla pro zajištění nutného zrakového komfortu v případě potřeby. Vzhledem k optimalizaci pro zrakové i neobrazové vnímání světla se jedná o integrativní osvětlení dle klasifikace Mezinárodní komise pro osvětlení CIE (ISO/CIE TR 21783:2022).

Objasnění výkresů

Zařízení podle tohoto technického řešení bude podrobněji popsáno na konkrétním příkladu provedení s pomocí přiložených výkresů, kde na

obr. 1 je znázorněn spektrální graf použitých LED zdrojů integrovaných do svítidla;
 obr. 2a je v 3D pohledu schematicky zobrazen příklad prostorového a technického provedení stojacího zařízení pro podporu synchronizace a stabilizaci cirkadiánních rytmů s využitím plnospektrální LED technologie; a
 obr. 2b je toto zařízení v pohledu ze strany.

Příklady uskutečnění technického řešení

Příkladné svítidlo pro podporu synchronizace cirkadiánních rytmů osob je ve tvaru sloupu o výšce 1 800 až 2 500 mm a obsahuje osvětlovací systém složený alespoň ze tří různých typů regulovatelných LED zdrojů viditelného záření, přičemž alespoň jeden LED DPS modul 5 je pro denní svícení se světelným tokem nejméně 19 000 lm, s neutrálním bílým světlem, s teplotou chromatičnosti CCT 4 000 K až 5 500 K, poměrem melanopické účinnosti spektra vůči melanopické účinnosti denního světla D65 (mDER) nejméně 0,8 a indexem věrnosti podání barev vyšším než 95, a alespoň jeden LED světelný modul 6 je pro večerní svícení s teple bílým světlem 2 200 až 3 000 K, s poměrem melanopické účinnosti spektra vůči melanopické účinnosti denního světla D65 (mDER) nejvíce 0,45 a indexem věrnosti podání barev vyšším než 97 a alespoň jeden LED PC-amber 7 pro noční osvětlení se světlem se spektrem bez zastoupení krátkých vlnových délek do 500 nm a s poměrem melanopické účinnosti spektra vůči melanopické účinnosti denního světla D65 (mDER) nejvíce 0,07. Současně je zařízení opatřeno řídicí jednotkou 4 s automatickou regulací pro řízení výkonu, směřování a spektrálního složení světla v závislosti na denní a roční době.

Jedná se o světelný zdroj pro preventivní a udržovací léčbu osob s depresivními predispozicemi a pro osoby s omezenou možností pobytu na denním světle. Svítidlo je určené ke každodennímu, celodennímu používání, je navrženo jako lokální zdroj světla v obytné místnosti. Jedná se o svítidlo řízené automatickým systémem, který upravuje spektrum, prostorovou distribuci a intenzitu světla během 24 h po dobu 365 dní v roce, zajišťuje tak automaticky zdravé osvětlené prostředí.

- Na obr. 1. je znázorněn spektrální graf použitých LED modulů integrovaných do svítidla. Křivka A znázorňuje spektrální složení patentovaného světelného zdroje podle patentového dokumentu CZ 308363 B6 jako výhodné spektrální složení světla určené pro denní osvětlení s parametry 4 800 K, CRI > 95. Křivka B znázorňuje výhodné spektrální složení světla určené pro večerní osvětlení, s parametry 2 700 K, CRI > 95. Křivka C znázorňuje výhodné spektrální složení světla určené pro noční osvětlení, s absencí vlnových délek kratších než 500 nm. Křivka D pak znázorňuje příklad spektrálního složení denního světla během slunečného dne.
- V jednom výhodném provedení je výška příkladného stojacího zařízení 2 000 mm, skládá se ze stojanu 3 svítidla, nohy 2 svítidla a horního osvětlovacího modulu 1 složeného ze dvou nosných desek výhodných rozměrů 236 x 380 mm. Stojan 3 čtvercové podstavy obsahuje řídicí jednotku a DALI sběrnice 4, jednoduše přístupné pro servis zařízení. Noha 2 svítidla je nosnou částí zařízení s integrovanými ovládacími prvky, LED pásy a difuzorem 8. Rozměrové varianty světelného sloupu podle předkládaného technického řešení mohou být ale i odlišné od výše uvedených, musí však splňovat podmínku zamezení oslnění od horního osvětlovacího modulu 1, stejně jako dosažení rozptylové vzdálenosti alespoň 500 mm od stropu místnosti, tj. od rozptylové plochy.
- Zařízení je vybaveno třemi nezávislými světelnými zdroji. Horní osvětlovací modul 1, součást osvětlovacího systému zajišťující denní osvětlení odrazem o strop místnosti, tj. nepřímé osvětlení, je osazen například 2 x 5 ks prekognitivními patentovanými LED DPS moduly 5 Spectrasol Zhaga, 20 x 280 mm, s CCT 4 800 K, CRI 90⁺, které jsou uzpůsobeny tak, že disponují vyrovnaným spektrálním složením, tj. potlačením modré části světelného spektra v oblasti harm blue light a posílením v červené, fotobiomodulační části světelného spektra. Večerní režim je řešen proudovým LED světelným modulem 6 - páskem 2 700 K s velmi vysokou věrností podání barev CRI 90⁺, který je umístěn ve středové části nohy 2 svítidla, přičemž vyzařované světlo je směřováno ke stěně, tj. nepřímé osvětlení. Pro noční režim je osazen ve spodní části nohy 2 svítidla napětový pásek LED PC-amber 7. Světelný sloup v této variantě disponuje také čidlem pohybu, tj. PIR senzorem, pro automatické spouštění nočního orientačního osvětlení s využitím světelného modulu pro noční režim LED PC-amber 7. Chlazení LED DPS modulů 5 umístěných v horním osvětlovacím modulu 1 zajišťují hliníkové chladiče s otvory umožňujícími efektivní proudění vzduchu. Světelné moduly v zařízení jsou kryty difuzory, moduly umístěné v noze 2 svítidla jsou osazeny difuzorem 8 se směrovým filtrem, u horního osvětlovacího modulu 1 je v tomto případě použit čirý PS kryt.
- Hodnoty osvětlenosti při maximálním, tj. denním výkonu svítidla přesahují 800 lx s melanopickým účinkem obdobným dennímu světlu při osvětlenosti 670 lx, a srovnatelnými parametry kvality podání barev. Během večera je osvětlenost snížena na 250 lx až po 20 lx, melanopická účinnost však klesá rychleji díky užití teplých světelných zdrojů. Noční osvětlení po 22 hodině zajišťuje dobrou orientaci v prostoru, jeho melanopická účinnost mDER je potlačena na minimum, viz tabulka 1.

Tabulka 1: Srovnávací tabulka světelných zdrojů

		Teplota chromatičnosti CCT	Index podání barev CRI	Radiometr. výkon	Fotopická osvětlenost oka E_v^*	Poměr melanopické účinnosti spektra vůči m. účinnosti denního světla D65 ($mDER$)	Melanopický ekvivalent denní osvětlenosti D65 ($mEDI$)
		[K]	[-]	[W/m ²]	[lx]	[-]	[lx]
1	ZHAGA 100%	4800	> 97	3,1	825	0,804	660
2	2700K 100%	2700	> 97	1,0	250	0,435	108
3	2700K 20%	2700	> 97	0,05	12	0,435	5,29
4	PC-Amber 100%	1800	> 38	0,015	> 5	0,066	0,3

* pozice oka člověka sedícího proti Světelnému sloupu, 1 m od bílé odrazné plochy, výška oka cca 1,2 m nad podlahou.

Zařízení poskytuje vysoký zrakový komfort díky využití nepřímého osvětlení, rozptýleného o strop a stěnu. I při méně vhodných podmínkách lze tedy u svítidla předpokládat nadstandardně vysoké hladiny osvětlenosti vertikální roviny.

Zařízení se spouští a vypíná pomocí tlačítka integrovaného do ovládacího panelu umístěném na noze 2 svítidla. Řízení světelných parametrů je zajištěno algoritmem v závislosti na denní a roční době. Pro uživatele jsou umožněny pouze drobné, časově omezené úpravy množství světla pro zajištění nutného zrakového komfortu. Pro spuštění nočního režimu je v zařízení instalován čidlo pohybu - PIR senzor.

Řídicí jednotka 4 osazená ve stojanu 3 zařízení pracuje na platformě ESP WROOM32. Součástí řídicí jednotky jsou i hodiny reálného času a geografická lokace (GPS). Součástí řídicí jednotky 4 je i rozhraní pro DALI komunikaci s LED předřadníky. Pro uživatelské nastavení vybraných parametrů využívá popisované zařízení webové rozhraní, které poskytuje řídicí jednotka 4 v konfiguračním módu. Aktivace či deaktivace čidla pohybu - PIR senzoru, je možná v uživatelském rozhraní.

Kombinace nepřímého osvětlovacího systému a cirkadiánní regulace vytváří prostředí stimulující cirkadiánní potřeby organismu, respektující společenské požadavky na aktivitu člověka, zejména jeho zrakový komfort, nutný pro zrakové činnosti v době po západu slunce.

Průmyslová využitelnost

Svítidlo podle tohoto technického řešení nalezne uplatnění při podpoře synchronizace cirkadiánních rytmů osob a jako zdroj světla při preventivní a udržovací léčbě klientů s depresivními predispozicemi, u osob v remisi, ale i u osob s omezenou možností pobytu na denním světle.

NÁROKY NA OCHRANU

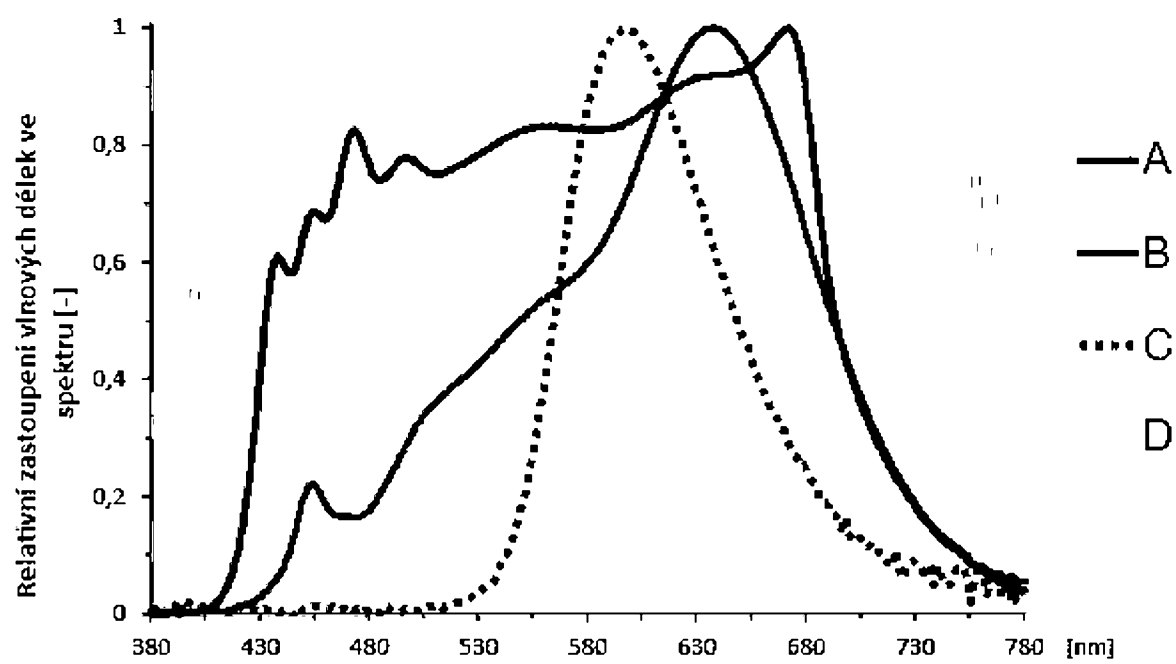
- 5 1. Svítidlo pro podporu synchronizace cirkadiánních rytmů osob, **vyznačující se tím**, že je ve tvaru sloupu o výšce 1 800 až 2 500 mm a obsahuje osvětlovací systém složený alespoň ze tří různých typů regulovatelných LED zdrojů viditelného záření, přičemž
- alespoň jeden LED DPS modul (5) je pro denní svícení se světelným tokem nejméně 19 000 lm, s neutrálním bílým světlem, s teplotou chromatičnosti CCT 4 000K až 5 500K, poměrem melanopické účinnosti spektra vůči melanopické účinnosti denního světla D65 (mDER) nejméně 0,8 a indexem věrnosti podání barev vyšším než 95;
- 10 alespoň jeden LED světelný modul (6) je pro večerní svícení s teple bílým světlem 2 200 až 3 000 K, s poměrem melanopické účinnosti spektra vůči melanopické účinnosti denního světla D65 (mDER) nejvíce 0,45 a indexem věrnosti podání barev vyšším než 97; a
- alespoň jeden LED PC-amber (7) pro noční osvětlení se světlem se spektrem bez zastoupení krátkých vlnových délek do 500 nm a s poměrem melanopické účinnosti spektra vůči melanopické účinnosti denního světla D65 (mDER) nejvíce 0,07, a
- 15 současně je zařízení opatřeno řídicí jednotkou (4) s automatickou regulací pro řízení výkonu, směřování a spektrálního složení světla v závislosti na denní a roční době.
2. Svítidlo podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že LED DPS modul (5) je umístěn ve vertikálním směru ke stropu a LED světelný modul (6) a LED PC-amber (7) jsou umístěny v horizontálním směru.
- 20 3. Svítidlo podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že řídicí jednotka (4) je opatřena uživatelským rozhraním pro nastavení a ovládání světelných zdrojů LED DPS modul (5), LED světelný modul (6) a LED PC-amber (7) prostřednictvím Wi-Fi sítě.
4. Svítidlo podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že světelné zdroje LED DPS modul (5), LED světelný modul (6) a LED PC-amber (7) jsou umístěné v noze (2) sloupu svítidla a jsou kryté světelným difuzérem (8) se směrovým filtrem.
- 25 5. Svítidlo podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že řídicí jednotka (4) je umístěna na výsuvné polici (9) ve stojanu (3) sloupu svítidla.
6. Svítidlo podle kteréhokoli z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že k řídicí jednotce (4) je připojeno čidlo pohybu osazené v noze (2) sloupu svítidla.
- 30

3 výkresy

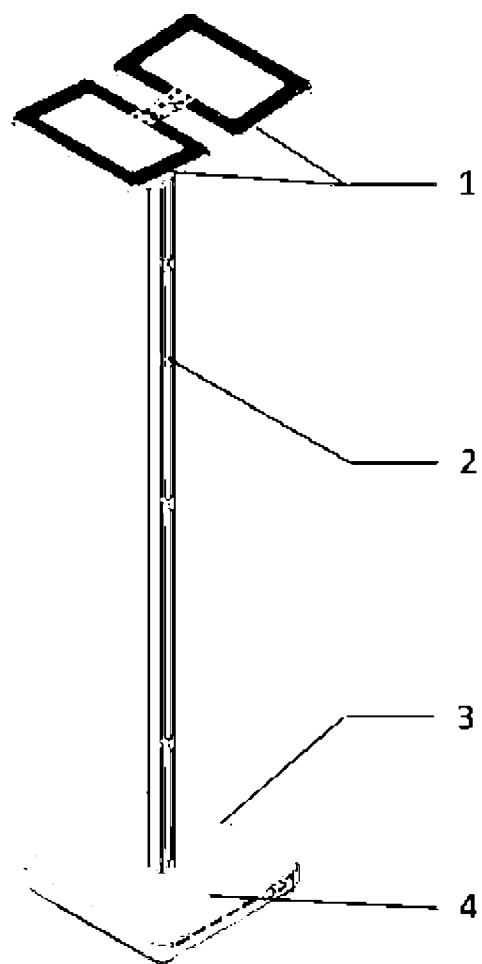
Seznam vztahových značek:

- 1 horní osvětlovací modul
- 2 noha svítidla
- 3 stojan svítidla
- 4 řídicí jednotka
- 5 LED DPS modul
- 6 LED světelný modul - pásek 2 700 K
- 7 LED PC-amber
- 8 difuzér se směrovým filtrem

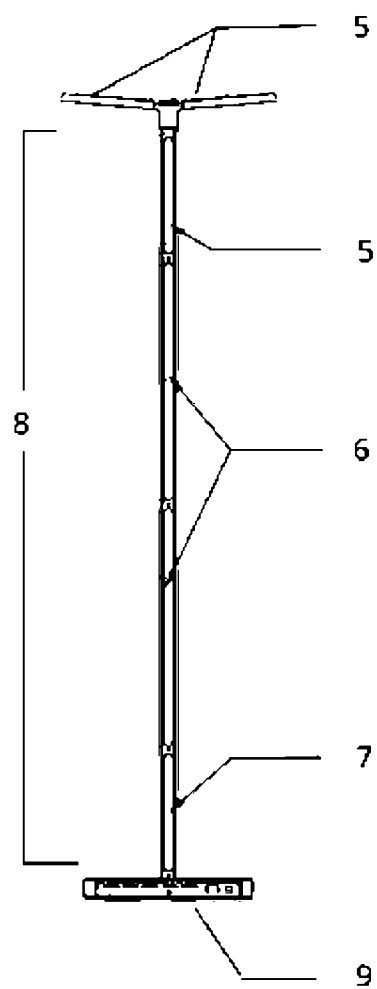
- 9 výsuvná police
- A spektrální složení světla určeného pro denní svícení
- B spektrální složení světla určené pro večerní svícení
- C spektrální složení světla určené pro noční svícení
- D příklad spektrální složení denního světla za slunečného dne



Obr. 1



Obr. 2a



Obr. 2b