

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

36 036

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

A61N 5/06 (2006.01)

F21K 9/00 (2016.01)

H05B 33/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2021-39429**

(22) Přihlášeno: **02.12.2021**

(47) Zapsáno: **26.05.2022**

(73) Majitel:
Spectrasol, s.r.o., Praha 3, Žižkov, CZ
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6,
Dejvice, CZ

(72) Původce:
Hynek Medřický, Praha 2, Vinohrady, CZ
Daniel Jesenský, Ph.D., MSc., MBA., Praha 5,
Stodůlky, CZ
Mgr. Daniel Štěpán, Praha 3, Žižkov, CZ
Ing. arch. Lenka Maierová, Ph.D., Praha 6,
Břevnov, CZ
Ing. Jan Havlík, Ph.D., Kostelec nad Labem, CZ
MgA. Zuzana Jirkalová, Praha 5, Košíře, CZ
Ing. arch. MgA. Hana Kárníková, Praha 4, Michle,
CZ

(74) Zástupce:
Ing. Václav Kratochvíl, Husníkova 2086/22, 158 00
Praha 5, Stodůlky

(54) Název užitného vzoru:
**Zařízení pro podporu synchronizace
cirkadiánních rytmů a/nebo prevenci
afektivních poruch**

Zařízení pro podporu synchronizace cirkadiánních rytmů a/nebo prevenci afektivních poruch

5 Oblast techniky

Technické řešení je z oblasti zařízení pro světelné působení na člověka. Zařízení může být využito pro podporu synchronizace cirkadiánních rytmů a/nebo podporu psychiky pacientů, například pro prevenci a léčbu afektivních poruch bez dlouhodobých nežádoucích vedlejších efektů.

10

Dosavadní stav techniky

15 Terapeutické účinky jasného přirozeného světla jsou známy již od pradávna. Metoda použití světla pro zmírnění deprese byla popsána, např. Czeisler 1987 (Czeisler et al, Biologic Rhythm Disorders, Depression, and Phototherapy: A New Hypothesis, Psychiatric Clinics of North America, Volume 10, Issue 4, 1987, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0193953X18305434>).

20 Jako prvních umělých zdrojů světla se pro fototerapii začalo využívat zářivek, které ve srovnání s žárovkami dosahují vyšší světelné účinnosti a mohou mít vyšší zastoupení krátkých vlnových délek. Bodové spektrum zářivek však není optimální, nezajišťuje zrakový komfort srovnatelný s denním světlem a pro řadu uživatelů je při dlouhodobé aplikaci ve vyšších intenzitách, které jsou pro cirkadiánní synchronizaci a prevenci afektivních poruch nutné, nepřijatelné.

25 Na konci 20. století dochází k objevení LED bílých světelných zdrojů na principu GaN. Princip fungování LED GaN je emise velkého množství světelné energie v oblasti 465 nm a její přenos pomocí luminoforu do delších vlnových délek. Tato technologie dosahuje vyšší účinnosti světelných zdrojů a v porovnání se zářivkovými zdroji ji lze realizovat v malých přenosných zařízeních, kde zářivky postupně vytlačuje. Na základě toho byla vyvinuta řada přenosných svítidel pro fototerapii, jako např. přístroj popsáný v patentovém dokumentu KR 20110118038 A.

35 Zásadní nevýhodou GaN LED technologie je spektrální propad v azurové oblasti (470 nm až 520 nm), což je z hlediska současných poznatků nezrakového vnímání světla velmi citlivý region. Tento propad snižuje cirkadiánní účinnost svítidel. První, ne zcela úspěšný pokus o doplnění propadu v oblasti 470 až 520 nm je patrný u produktu Vitasolis (https://www.nichia.co.jp/en/product/led_sp_vitasolis.html), který byl vyvinut v roce 2014 firmou Nichia Chemicals, jednou z nejvýznamnějších výrobců světelných zdrojů. V roce 2018 společnost Seoul Semiconductor představila světelný zdroj SunLike, navazující na výzkum Nichie, který je popsán v patentovém dokumentu US 9 605 815 B2. SunLike posunul budící špičku do kratších vlnových délek a tím dosáhl rovnoměrného spektra, blízkého dennímu světlu. Světelné zdroje SunLike byly testovány ve švýcarské laboratoři, u zdravé populace byl při tříhodinové expozici zjištěn pozitivní efekt na náladu v ranních a večerních hodinách (Cajochen et al., 2019). V důsledku technologické úpravy ve spektru budivého vrcholu jsou ve spektru SunLike zastoupeny i vlnové délky kratší než 450 nm. Za podmínek běžného osvětlení v interiéru to není zásadní problém. Nicméně při vysokých intenzitách, které se využívají při fototerapii, existuje možné riziko poškození očního pozadí, tzv. Blue Light Hazard (CIE, 2019). V patentových dokumentech CZ 308 363 B6 a US 2021 0 164 624 A1 původců Medřický a kol., kteří jsou i spolupůvodci předkládaného technického řešení, se navazuje na výše zmíněné poznatky a dále rozvíjí jejich užité vlastnosti a odstraňuje nedostatky.

50

Společnost Spectrasol vyvinula a na trh uvedla LED technologii Spectrasol ALFA, která je vyrovnaná v celé šíři 450 až 650 nm, zcela bez spektrálního propadu v azurové oblasti a která neobsahuje potenciálně nebezpečné krátké vlnové délky kratší než 450 nm. V porovnání s dalšími dostupnými produkty na trhu je zde ještě vyšší zastoupení vlnových délek v neúčinnější oblasti

460 až 500 nm, blíží se tedy ještě více přirozené slunečné obloze. Další výhodou technologie Spectrasol je její vyšší světelná účinnost v porovnání s produktem SunLike.

- Na českém trhu existuje výrobce světelných zdrojů a svítidel pro terapii, f. Nasli, v současnosti nejrozšířenější dodavatel zařízení pro fototerapii v ČR, <https://www.nasli.cz/>. (výrobky nebyly nalezeny v databázi projektů). Produkty Nasli až do nedávné doby využívali zdroje zářivkové, jejichž vyzařování bylo posíleno v biologicky účinné oblasti. Zářivky však svou technologickou podstatou ve spektru obsahují významné lokální nerovnosti, některé vlnové délky jsou zastoupeny mnohonásobně více než jiné, a tím se liší od spektra přirozených zdrojů, ale i od spektra používaného ve Světelné sauně. Nejnovější výrobky Nasli využívají LED technologii bez rovnoměrného zastoupení vlnových délek, nicméně s významným nárůstem v 455 nm a propadem v oblasti 480 nm, typickým pro běžné LED zdroje. Z toho vyplývá mj. i o 40 % vyšší zastoupení vlnových délek v rizikovém pásmu Blue Light Hazardu.
- Prostorová distribuce světla u v současnosti dostupných fototerapeutických pomůcek není optimální. Na trhu existuje množství přenosných fototerapeutických pomůcek na bázi LED GaN zdrojů. Tyto přístroje vytvářejí v omezeném prostoru před přístrojem pomocí vysokého jasů na světloemitující ploše vysokou osvětlenost. Nejsou však schopny zajistit dobrou distribuci světla, a aby dosahovaly potřebné účinnosti, vysoký jas plochy ruší zrakový komfort a může být i příčinou potíží jako iritace spojivek. Vysoký bodový jas v zorném poli je pravděpodobně příčinou některých nežádoucích účinků fototerapie. Další příčinou může být i nevyrovnané světelné spektrum, kde není zachováno rovnoměrné zastoupení jednotlivých vlnových délek jako v přirozeném denním světle. Dle zkušeností se stávajícími fototerapeutickými svítidly na bázi zářivek či klasických LED, lehké nežádoucí účinky se objeví u 45 % léčených první dny léčby, asi u 16 % jde o mírnou iritaci spojivek, u 14 % o bolest hlavy, u 10 % o nauzeu.

Velkoplošné světelné systémy jsou ojedinělé. V současnosti instalované systémy stále pracují na bázi fluorescentních zářivek nebo běžných LED zdrojů.

- V porovnání s přirozeným světem nebo technologií dle předkládaného technického řešení, nemají ve fototerapii důležitou účinnost na neobrazové vnímání světla, vyrovnanost spektra ani energetickou účinnost. Zpravidla také využívají pro dosažení účinnosti a snížení spotřeby energie přímé světelné záření a tím ruší zrakový komfort, viz např. patentový dokument US 2017 0 105 265 A1.

Podstata technického řešení

- Výše uvedené nevýhody odstraňuje zařízení pro podporu synchronizace cirkadiánních rytmů a/nebo prevenci afektivních poruch podle předkládaného technického řešení.

- Toto zařízení, které díky své specifické prostorové konstrukci a použití vysoce účinných světelných zdrojů s funkčně přizpůsobenými spektrálními parametry zvyšuje účinek klasické fototerapie a současně odstraňuje nežádoucí efekty (zarudnutí očí, oslnění atd.), které byly omezením ve využití fototerapie pro nezanedbatelnou část populace. Díky vysoké účinnosti zařízení je možné využít pro podporu psychiky pacientů, například prevenci a podporu léčby afektivních poruch.

- Zařízení pro podporu synchronizace cirkadiánních rytmů a/nebo prevenci afektivních poruch zahrnuje kabinu opatřenou velkoplošným osvětlovacím systémem, který obsahuje alespoň dvě nosné desky s LED zdroji viditelného světelného záření. Nosné desky mají lícovou stranu, na níž jsou osazeny osvětlovací části LED zdrojů pro osvětlení interiéru kabiny. Podstatou zařízení je, že alespoň jedna nosná deska je osazena na alespoň jedné ze stěn kabiny a alespoň jedna nosná deska je osazena na stropě kabiny, přičemž všechny nosné desky jsou obráceny svou lícovou stranou do interiéru kabiny. Osvětlovací systém zahrnuje rovněž difuzní vrstvu, která je umístěna před nosnými deskami směrem do interiéru kabiny a uspořádána pro překrytí všech osvětlovacích částí

LED zdrojů osazených na lícové straně nosných desek při pohledu kolmém na plochu nosných desek, přičemž osvětlovací systém je uzpůsoben pro vyzařování světelného toku alespoň 25 000 lm na m² plochy difuzní vrstvy a pro melanopickou účinnost záření vyzařovaného z difuzní vrstvy $\underline{3}$ $K_{mel} \geq 1,24 \text{ mW.lm}^{-1}$.

Některá další výhodná provedení a výhodné vlastnosti zařízení budou blíže popsány níže v příkladech uskutečnění technického řešení.

10 Objasnění výkresů

Na obr. 1 je znázorněno srovnání různých LED zdrojů: křivka A znázorňuje výhodné spektrum, které vyzařuje difuzní vrstva umístěná před jednou nosnou deskou osazenou LED zdroji podle předkládaného technického řešení. Křivka B znázorňuje spektrální složení denního světla, CCT 5250 K, CRI 99,1. Křivka C pak ukazuje spektrum světelného zdroje podle patentového dokumentu CZ 308 363.

Na obr. 2 je v půdorysu (obr. 2a) a v podélném řezu a detailu stěny (obr. 2b) schematicky zobrazen příklad prostorového a technického provedení zařízení pro podporu synchronizace cirkadiálních rytmů a/nebo prevenci afektivních poruch.

Obr. 3 znázorňuje příklad řešení nosné desky o výhodných rozměrech 250x500 mm s rozmístěnými LED zdroji 6.

25 Příklady uskutečnění technického řešení

Zařízení pro podporu synchronizace cirkadiálních rytmů a/nebo prevenci afektivních poruch budeme v dalším textu pro stručnost označovat termínem světelná sauna.

Světelná sauna je kabina určená pro podporu synchronizace cirkadiálních rytmů a/nebo prevence afektivních poruch. Umístění kabiny je předpokládáno v centrech duševního zdraví a obdobných institucích, kde je jeho užívání pod dohledem a dle doporučení lékaře. Kabina je koncipována nejen jako technologická pomůcka, ale i jako plnohodnotný interiérový prvek. V minimalistické variantě (viz obr. 2a, 2b) o rozměrech 1,7 x 2,5 x 2,6 m slouží pro terapii jedné osoby. Kabinu lze ale i rozšířit ve směru naznačeném v obr. 2a. Za optimální velikost kabiny považujeme vnější rozměry 2,5 x 2,5 x 2,6 m, ve kterém šířka pevné lavice odpovídá potřebám 3 osob. V této velikosti lze kabinu sestavit ze tří modulových sekcí, každou s šířkou 750 mm, doplněných o opláštění (2 x 100 mm) Pro tento rozměr byly provedeny světelné technické výpočty. Rozměrové varianty kabiny podle předkládaného technického řešení mohou být ale i odlišné od výše uvedených.

Pro dosažení pozitivních efektů světla, využitelných pro podporu synchronizace cirkadiálních rytmů a prevence afektivních poruch, je třeba zajistit vysoké expozice sítnice oka účinnými vlnovými délkami. Toho lze dosáhnout různými způsoby, pro zařízení světelné sauny byla zvolena kombinace všech dostupných metod pro navýšení stimulujících vlnových délek, avšak bez vzniku negativních efektů, jako je oslnění či iritace očí. Proto k dosažení pozitivních účinků Světelné sauny bylo vytvořeno světelné prostředí s parametry srovnatelnými s prostředím přirozeného slunečního záření, které ale na rozdíl od přirozeného prostředí může být díky Sauně vytvořeno i v době, kdy přirozené světlo není dostupné. Pro zajištění pozitivního vlivu na cirkadiální rytmy a afektivní poruchy využívá Světelná sauna 1/ vysoké intenzity světla v kombinaci se 2/ spektrálním složením s vysokou biologickou účinností a 3/ rovnoměrnou distribucí v prostoru. Vlivu světla by měl být člověk vystaven 4/ po lékařem určený čas a v 5/ dané denní době. Možnosti zajištění těchto parametrů jsou podrobně popsány v následujících statích. Výsledkem je osvětlovací systém 1, který vytváří světelnou intenzitu cca 15x vyšší než je běžné osvětlení

v interiéru budov (při splnění ČSN na doporučené hodnoty), je aplikováno jako plošný zdroj s difuzním, vícesměrným světlem a spektrálním složením denního světla.

- 5 Světelná sauna, jinak řečeno zařízení pro podporu synchronizace cirkadiálních rytmů a/nebo prevenci afektivních poruch, zahrnuje kabinu opatřenou velkoplošným osvětlovacím systémem 1.

- 10 Kabina má stěny, které mohou zahrnovat např. staticky nosnou konstrukci a vnější plášť, případně může být staticky nosný přímo vnější plášť kabiny. Do konstrukce stěn mohou být vloženy i prvky s nenosnou funkcí, např. závěsy 10. Stěny nemusejí být nutně vertikální a strop nemusí být ve všech provedeních vodorovný, jsou možné i různé náklony stropu i stěn vůči horizontální, resp. vertikální rovině.

- 15 Osvětlovací systém 1 obsahuje alespoň dvě nosné desky 2 s LED zdroji 6 viditelného světelného záření. Termín „nosné“ u nosných desek 2 používáme nikoli pro popis statické funkce těchto desek, ale proto, že nesou LED zdroje 6. Ukázka jedné takové nosné desky 2 s LED zdroji 6 je na obr. 3. Číselně jsou označeny jen některé z mnoha LED zdrojů 6 zakreslených na desce. Nosné desky 2 mají lícovou stranu, na níž jsou osazeny osvětlovací části LED zdrojů 6 pro osvětlení interiéru kabiny. Pod deskou je typicky umístěna elektronika. Alespoň jedna nosná deska 2 je osazena na alespoň jedné ze stěn kabiny a alespoň jedna nosná deska 2 je osazena na stropě kabiny. Všechny
20 nosné desky 2 jsou obráceny svou lícovou stranou do interiéru kabiny tak, aby osvětlovací části LED zdrojů 6 osvětlovaly interiér kabiny. LED zdroje 6 nejsou z důvodu malé velikosti znázorněny na obr. 2a, 2b, jsou ale umístěny na lícové straně desek 2 znázorněných na obr. 2a, 2b. Na obr. 2a, 2b je zakreslena varianta, v níž jsou nosné desky 2 na stropě a na jedné ze stěn, možná jsou ale i provedení, v nichž jsou nosné desky 2 na více stěnách, ideálně tak, že navazují na nosné desky 2
25 umístěné na stropě.

- Osvětlovací systém 1 zahrnuje rovněž difuzní vrstvu 3, která je umístěna před nosnými deskami 2 směrem do interiéru kabiny a uspořádána pro překrytí všech osvětlovacích částí LED zdrojů 6 osazených na lícové straně nosných desek 2 při pohledu kolmém na plochu nosných desek 2.
30 Difuzní vrstva 3 je tedy předsunuta před světelné zdroje tak, aby tyto světelné zdroje nesvítily přímo, bez difuze, do interiéru kabiny. Typicky má difuzní vrstva přibližně stejnou plochu jako nosné desky 2, případně o něco menší, pokud je menší plocha osazená LED zdroji 6. Je třeba, aby při kolmém pohledu na difuzní vrstvu byly LED zdroje 6 za touto difuzní vrstvou a nebyly vidět přímo. Tímto uspořádáním je zajištěna rovnoměrná distribuce světla v prostoru kabiny, která může
35 být ještě vylepšena podle dále uvedených výhodných provedení.

Kvůli potřebě vysoké intenzity světla je osvětlovací systém 1 uzpůsoben pro vyzařování světelného toku alespoň 25 000 lm na m² plochy difuzní vrstvy 3.

- 40 Pro zajištění spektrálního složení s vysokou biologickou účinností je osvětlovací systém 1 uzpůsoben pro melanopickou účinnost záření vyzařovaného z difuzní vrstvy 3
 $K_{\text{mel}, \text{v}} \geq 1,24 \text{ mW} \cdot \text{lm}^{-1}$.

- 45 Výše uvedených parametrů osvětlovacího systému 1 lze dosáhnout různými způsoby, které jsou odborníkovi zřejmé. Pro dosažení výše uvedených parametrů jsou možné různé kombinace počtu LED zdrojů 6 na nosných deskách 2, vlnových délek a energií světelného záření vyzařovaných těmito zdroji na daných vlnových délkách i rozmístění zdrojů na ploše nosných desek 2. Vlastnosti difuzní vrstvy 3 musejí být také uzpůsobeny dosažení výše uvedených parametrů v kombinaci s vlastnostmi LED zdrojů 6. Nosné desky 2 mohou být použity v různém počtu. Důležité je, aby
50 výsledná sestava LED zdrojů 6 na nosných deskách 2 s předsunutou difuzní vrstvou 3 dosahovala výše uvedených parametrů, tj. světelného toku alespoň 25 000 lm na m² plochy difuzní vrstvy 3 a melanopické účinnosti záření vyzařovaného z difuzní vrstvy 3 $K_{\text{mel}, \text{v}}$ alespoň 1,24 mW.lm⁻¹ nebo větší.

Difuzní vrstva 3 je z jednoho kusu světelně difuzního materiálu nebo z více spojitě napojených kusů světelně difuzního materiálu. Optimální je jednokusové řešení, při kterém není jas plochy snižován v místě napojení jednotlivých kusů, jsou dosaženy co nejmenší světelné ztráty a co nejrovnoměrnější rozptýl světla.

5

Difuzní vrstva 3 je s výhodou upevněna v rámu připevněném k lícové straně nosných desek 2. Jelikož difuzní vrstva 3 typicky nepřekrývá LED zdroje 6 z boku, je vhodné, aby rám byl neprůhledný. Tím je zajištěno, že žádné světlo z LED zdrojů nedopadá do interiéru kabiny přímo, bez rozptýlení difuzní vrstvou.

10

Difuzním materiálem může být např. difuzní fólie, sklo s difuzní úpravou, PMMA (plexisklo, polymethylmethakrylát) s difuzní úpravou, případně též kombinace těchto materiálů. V jednom provedení může být difuzní fólie napnutá na rámu.

15

V jednom výhodném provedení jsou nosné desky 2 s LED zdroji 6 uzpůsobeny tak, že jas ve všech bodech na ploše difuzní vrstvy 3 umístěné před nosnými deskami 2 má s odchylkou maximálně $\pm 40\%$ hodnotu odpovídající mediánu jasu celé plochy difuzní vrstvy 3 a melanopická účinnost záření z difuzní vrstvy 3 má s odchylkou maximálně $\pm 10\%$ stejnou hodnotu pro každý sektor difuzní vrstvy 3. Sektorem difuzní vrstvy 3 přitom rozumíme část difuzní vrstvy, která je umístěna před nosnou deskou 2 a velikostně s odchylkou maximálně $\pm 10\%$ odpovídá rozměrům této nosné desky 2, když každé nosné desce 2 je přidružen jeden sektor difuzní vrstvy 3. Při typicky obdélníkových nosných deskách 2 je jim přidružený sektor difuzní vrstvy 3 obdélník stejného nebo o $\pm 10\%$ odlišné délky a stejné nebo o $\pm 10\%$ odlišné šířky. Smyslem je, aby osvětlení bylo co nejvíce rovnoměrné a mělo co nejkonstantnější melanopickou účinnost podél celé plochy difuzní vrstvy 3.

25

Jak je vidět na obr. 2a, 2b, je výhodné, když alespoň jedna nosná deska 2 s LED zdroji 6 osazená na stropě kabiny těsně doléhá podél rozhraní mezi stěnou kabiny a stropem kabiny k alespoň jedné nosné desce 2 s LED zdroji 6 osazené na některé ze stěn kabiny. Na obr. 2b je vidět, že jedna nosná deska 2 osazená na stropě v místě rozhraní mezi stropem a stěnou doléhá k nosné desce 2 umístěné na stěně v pravé části obrázku. Je ale možné i provedení, v němž jsou nosné desky 2 osazené i na dalších stěnách, ideálně pak v horních částech těchto stěn a tak, aby navazovaly na nosné desky 2 umístěné na stropě. Ještě důležitější ale je, aby na sebe navazovaly stropní a stěnové, tj. proti stěnám umístěné, části difuzní fólie. Tím se zajistí rovnoměrnost osvětlení interiéru kabiny.

30

35

V jednom výhodném provedení jsou stěny kabiny vertikální a strop kabiny horizontální a nosné desky 2 jsou osazeny pouze na stropě a na jedné ze stěn kabiny, jak je vidět na obr. 2a, 2b. Difuzní vrstva má v tomto výhodném provedení délku alespoň 3 m a šířku alespoň 1,5 m. Difuzní vrstva 3 je přitom podél alespoň jedné třetiny své délky umístěna v podstatě rovnoběžně s jednou ze stěn kabiny, přičemž větší díl zbývajících částí difuzní vrstvy je umístěn v podstatě rovnoběžně se stropem kabiny. V tomto provedení má difuzní vrstva 3 typicky tvar pásu o půdorysu rovnoběžníku nebo lichoběžníku. Nejmenší šířkou je v případě lichoběžníku délka kratší z jeho základů. V případě rovnoběžníku se šířka měří kolmo na podélnou osu rovnoběžníku. Současně je difuzní vrstva osazena tak, že její šířka je rovnoběžná s hranou mezi stěnou a stropem kabiny. Zařízení zahrnuje také stanoviště pro pozorovatele 5, které je vzdáleno nanejvýš 2,3 m v horizontálním směru od vertikální části difuzní vrstvy 3, která je v podstatě rovnoběžná se stěnou kabiny. Horizontální část difuzní vrstvy 3, která je v podstatě rovnoběžná se stropem kabiny, je přitom vzdálena nanejvýš 2,3 m od podlahy kabiny. Tím se dosahuje potřebných parametrů osvětlení v místě pozorovatele, typicky jde o působení na jeho oči, které jsou v případě, že pozorovatel sedí na lavici, ve výšce cca 1,2 m od podlahy kabiny. Jde zejména o tyto parametry: melanopický ekvivalent osvětlenosti denním světlem $meLEDI$, $E^{D65}_{v,meI} = 6500lx$, případně fotopická osvětlenost minimálně 7000 lx.

50

Biologicky nejvýhodnějších spektrálních vlastností osvětlovacího systému je dosaženo v provedení, v němž jsou LED zdroje 6 osazené na každé nosné desce 2 a jsou uspořádány a nastaveny pro vyzařování alespoň 15 % energie z celkové energie vyzařované všemi LED zdroji této nosné desky 2 v pásmu 460 nm až 550 nm, současně pro vyzařování alespoň 30 % energie

55

z celkové energie vyzařované všemi LED zdroji této nosné desky 2 v pásmu 630 nm až 780 nm a současně pro vyzařování nanejvýš 10 % energie z celkové energie vyzařované všemi LED zdroji 6 této nosné desky 2 v pásmu 380 nm až 460 nm. Tzn. některé vlnové délky jsou potlačeny a jiné posíleny, tomu jsou uzpůsobeny počty, rozmístění a vlastnosti jednotlivých LED zdrojů 6, zejména jimi vyzařovaná světelná energie s ohledem na vlnovou délku. Uspořádání a nastavení LED zdrojů 6, kterými se dosáhne výše uvedených parametrů, mohou být opět různá, jsou možné početné kombinace s podobným výsledným spektrem.

Na obr. 1 je křivkou A znázorněno výhodné spektrum, které vyzařuje difuzní vrstva 3 umístěná před jednou nosnou deskou 2 osazenou LED zdroji 6. Jde o příklad pro jedno výhodné provedení nosné desky 2 dle obr. 3, s rozložením LED zdrojů podle tohoto obrázku, přičemž nosná deska 2 má rozměry 250 x 500 mm. Křivka B znázorňuje spektrální složení denního světla, CCT 5250 K, CRI 99,1. Křivka C pak ukazuje spektrum světelného zdroje podle patentového dokumentu CZ 308 363. Na vodorovné ose je na obr. 1 vlnová délka optického záření, na svislé ose spektrální ozářenost.

Jednou z možností, jak dosáhnout spektrálního složení podle křivky A, které je výhodné pro Světelnou saunu dle předkládaného technického řešení, je modifikace vlastností a rozmístění LED zdrojů 6 popsanych v patentovém dokumentu CZ 308 363.

Ve výhodném provedení mají všechny stěny kabiny, na nichž jsou osazeny nosné desky 2, vnější plášť 7. Přitom mezi každým vnějším pláštěm 7 stěny kabiny, na níž je osazena alespoň jedna deska 2, a touto deskou 2, je vytvořena alespoň jedna první vzduchová meze 4a. Mezer může být více, buď je za jednou nosnou deskou 2 více navzájem oddělených mezer, nebo je více mezer za více nosnými deskami 2, možná je i kombinace těchto možností.

Výhodné rovněž je, když je mezi difuzní vrstvou 3 a k ní protilehlým nosným deskám 2 druhá vzduchová meze 4b. Druhá vzduchová meze 4b je optimálně podél celé difuzní vrstvy 3 směrem k protilehlým nosným deskám 2

V provedení, kde jsou první vzduchové mezery 4a a druhá vzduchová meze 4b, je stěna kabiny ve své dolní části opatřena otvorem pro přívod vzduchu z prostoru mimo kabinu. Za tímto otvorem ve směru do kabiny je zařazen ventilátor 9, od něhož vede první průduch k alespoň jedné první vzduchové meze 4a mezi alespoň jednou nosnou deskou 2 a stěnami kabiny, a od něhož vede druhý průduch k druhé vzduchové meze 4b mezi alespoň jednou nosnou deskou 2 a difuzní vrstvou 3. Strop kabiny je opatřen otvorem pro odtah vzduchu mimo kabinu a tento otvor je vzduchově propojen s prvními vzduchovými mezerami 4a i s druhou vzduchovou mezerou 4b. Toto uspořádání je důležité pro odvětrávání tepla vyvíjeného LED zdroji 6, tzn. při zapnutých LED zdrojích 6 je vhodné zapnout ventilátor a zajistit tak konstantní průtok vzduchu z obou stran nosných desek 2. Toto uspořádání a jeho funkce jsou nejlépe vidět v obr. 2b a k němu přiloženém detailu D1.

Pro efektivní odvětrání má druhá vzduchová meze s výhodou tloušťku 10 až 15 cm.

Je rovněž výhodné, když průměrný činitel odrazivosti ploch uvnitř kabiny, které nejsou osazeny nosnými deskami 2, je alespoň 0,65. To může být zajištěno např. vhodným materiálem stěn kabiny, popř. volbou materiálu závěsů, jsou-li umístěny v nebo na některé stěně.

Detailnější popis některých výhodných provedení a popis jejich funkce:

SVĚTELNÝ VÝKON

Vysoké intenzity světla je v jednom výhodném provedení dosaženo využitím nosných desek 2 s LED zdroji 6 s vysokou účinností více než 111 lm/W (určeno na základě laboratorního měření v kulovém integrátoru).

Celkový instalovaný příkon nosných desek 2 s LED zdroji 6 je 2 355 W, což odpovídá maximálnímu světelnému toku více než 261 000 lumenů. V prostoru sauny je (vzhledem k integraci LED zdrojů 6 pod difuzní vrstvou 3 s výrobcem udávanou světelnou propustností 66 % dosahováno maximálního výstupního světelného toku světelného systému 172 500 lm. Z provozních, ekonomických a technologických důvodů je pro využití k synchronizaci cirkadiánních rytmů doporučeno nastavení Světelné sauny na 95 % výkonu. Toto nastavení zajišťuje fotopickou osvětlenost 8000 lx ve výšce oka sedícího člověka, tj. například 15x více než je běžné umělé osvětlení v administrativních prostorech.

Světelný výkon zařízení je plynule nastavitelný dle individuálních potřeb klientů a doporučení lékaře. Zařízení umí při plném výkonu zajistit fotopickou osvětlenost ve výšce oka sedícího člověka až 12 000 lx, regulace je plynulá až na hladinu osvětlenosti 100 lx. Při úpravě světelného výkonu zařízení, stejně jako při jeho zapnutí a vypnutí, jsou změny osvětlenosti realizovány plynule, aby se zrakový aparát uživatele byl schopný adaptovat a nedocházelo k oslnění a subjektivnímu přesvětlení prostoru. Veškeré ovládání Světelné sauny probíhá přes vlastní WiFi rozhraní, které může ovládat odborný pracovník pomocí jednoduché, intuitivně ovladatelné softwarové aplikace.

Současně je zařízení vybaveno světelným režimem s nízkým biologickým účinkem, srovnatelným s běžným osvětlením (tzv. civilní režim), cca 2000 lx. Toto nastavení je spouštěno standardním vypínačem na vnější konstrukci Sauny.

Spektrální složení světla

V jednom z možných provedení bylo využito modifikovaných LED zdrojů 6 podle patentového dokumentu CZ 308 363, přičemž řešení dle CZ 308 363 bylo optimalizováno a byla vytvořena inovovaná varianta spektra LED zdrojů 6. Spektrum dle CZ 308 363 je znázorněno na obr. 1 křivkou C. LED zdroje 6 podle patentového dokumentu CZ 308 363 poskytují vyváženou plnospektrální charakteristikou světla (srovnatelnou s přirozeným denním světlem, to je znázorněno na obr. 1 křivkou B). Nové modifikované spektrum dle předkládaného technického řešení, viz obr. 1, křivka A, posiluje zastoupení cirkadiánně účinných vlnových délek v pásmu 460 až 500 nm (obr. 1, PÁSMO 1). Současně byla posílena oblast dlouhých vlnových délek nad 630 nm (obr. 1, PÁSMO 2) podporujících fotobiomodulaci. Významně omezeny byly vlnové délky kratší než 460 nm (obr. 1, PÁSMO 3), jejichž vysoké zastoupení může při pohledu do intenzivního světla zvýšit riziko poškození sítnice oka. Při porovnání s jinými zdroji využívanými ve fototerapeutických svítidlech je zastoupení vlnových délek kratších než 460 nm sníženo o více než 5 %.

Optimalizací spektrálního složení nového světelného zdroje pro využití ve Světelné sauně došlo k zvýšení účinnosti na synchronizaci cirkadiánních rytmů a prevenci afektivních poruch, což je prvotním účelem zařízení. Vysoká účinnost světleného záření je jednou z hlavních vlastností zařízení Světelné sauny. K hodnocení této účinnosti je využíváno nástroje Mezinárodní agentury pro osvětlování (CIE) CIE: System for Metrology of Optical Radiation for ipRGC-Influenced Responses to Light, CIE S 026 Toolbox, zavedeného jako nástroj pro vyhodnocování účinnosti světleného záření na jednotlivé typy fotoreceptorů v roce 2018, výstupy viz Tabulka 1. Na základě výpočtů dle tohoto nástroje dosahuje melanopická účinnost světleného záření (melELR) optimalizovaného světleného zdroje ve Světelné sauně hodnoty $K_{\text{mel},V} = 1,24 \text{ mW} \cdot \text{lm}^{-1}$ nebo vyšší. Při dosahované fotopické osvětlenosti 8000 lx jsou při expozici světelnému prostředí ve světelné sauně sítnicové buňky ipRGCs stimulovány obdobně jako při expozici dennímu světlu (D65) o fotopické osvětlenosti 7470 luxů (tj. melanopický ekvivalent osvětlenosti denním světlem, melEDI, $E_{\text{v,mel}}^{D65} = 7470 \text{ lx}$). Porovnání spektrálních parametrů s původním patentovaným světelným zdrojem (patent CZ 308 363) prokazuje navýšení melanopické účinnosti světleného zdroje (melanopic efficacy of luminous radiation, $K_{\text{mel},V}$) o cca 14 %.

Index kvality podání barev v prostoru Sauny odpovídá požadavku normy ($R_a > 80$).

Porovnání světelně technických parametrů patentovaného světelného zdroje (patent 308 363) a desky osazené LED zdroji (viz obrázek 3) využitého v zařízení Světelné sauny viz tab. 1.

Tab. 1. Srovnávací tabulka světlených zdrojů

Parametr		LED zdroj (patent CZ 308 363)**	LED zdroj využitý v zařízení Světelné sauny**
Náhradní teplota chromatičnosti	K	4870	4863
Intenzita ozáření (radiometric)	W/m ²	3,7209	4,0875
$K_{mel,v}$	W/m ²	1,13	1,29
$K_{rh,v}$	W/m ²	1,28	1,4
$K_{lc,v}$	W/m ²	1,63	1,65
$K_{mc,v}$	W/m ²	1,39	1,41
$K_{sc,v}$	W/m ²	0,53	0,58
$E^{D65}_{v, mel} *$	lx	850,82	975,81
$E^{D65}_{v, mc} *$	lx	953,1	968,01
$E^{D65}_{v, sc} *$	lx	654,32	706,98
$E^{D65}_{v, lc} *$	lx	999,78	1015,41
$E^{D65}_{v, rh} *$	lx	880,89	968,74
R_a	[-]	95,5	82,6
R_{13}	[-]	96,6	82,1

* při fotopické osvětlenosti plochy 1000 lx

** Hodnoty popisují vlastnosti světelného zdroje, tj. nereflektují vliv okolního prostředí ani integrace do konstrukce, překrytí difuzní vrstvou atd.

DISTRIBUCE SVĚTLA V PROSTORU

- Prostorové řešení kabiny pro světelnou terapii umožňuje instalovat plošné LED osvětlení, imitující svým prostorovým řešením přirozenou oblohu. Velkoplošný osvětlovací systém 1 složený z nosných desek 2 s LED zdroji 6 je ve výhodném provedení instalován na celé ploše stropu a na čelní stěně sauny v pásu 1 m pod stropem. LED zdroje 6 jsou osazeny na lícové straně nosných desek 2. Nosné desky 2 jsou osazeny lícovou stranou do interiéru kabiny. Velkoplošný osvětlovací systém 1 zaujímá celkovou plochu o rozměrech 6,75 m², což pro stanoviště pozorovatele 5, tj. pro pozici osoby sedící na lavici s okem ve výšce 1,2 m nad rovinou podlahy Světelné sauny, reprezentuje až 40 % zorného pole. Ze spodní pohledové strany jsou nosné desky 2 s LED zdroji 6 kryté celoplošnou difuzní vrstvou 3, která světelnou instalaci zceluje do jedné, rovnoměrně svítící plochy s odchylkami jasu max 30 % (medián 6800 cd/m², minimální jas 4000 cd/m², maximální jas 8300 cd/m²). Plocha osvětlovacího systému je z bočních stran omezena rámovou konstrukcí Světelné sauny.

Vytvoření plošného zdroje světla – světelné plochy – omezuje riziko oslnění UGR. Jasová analýza prostoru identifikovala, že poměr nejvyššího jasu zářivé plochy „oblohy“ (6752 cd/m²) vůči jasu pozadí (872 cd/m²), je pod hranici výpočtu, tzn. riziko oslnění je nevyčísitelně nízké.

Velkoplošný osvětlovací systém 1, vícesměrná distribuce světla ve Světelné sauně umožňuje vytvořit prostředí blízké dennímu světlu, má charakter pobytu pod přirozenou oblohou. Výbornou distribuci světla v prostoru podporují i ostatní povrchy (čalounění, závěsy, koberec), které jsou ve světlých barvách s průměrným činitelem odrazivosti ploch 0,65.

5

Světelné záření tak proniká do oka rovnoměrně, nedochází k oslnění ani jiným negativním jevům. Zařízení tak předchází častým příčinám odmítnutí nebo nutného přerušování expozice světlu s terapeutickým potenciálem. Při vysokých světelných intenzitách, které jsou nutné pro dosažení účinnosti intervence, se u běžných zařízení často projevuje problém s rušivým, z hlediska zrakového komfortu nepřijatelně vysokým jasnem při pohledu ve směru zdroje světla. Již při expozici v řádu minut může vysoký jas světelné plochy dráždit zrakový aparát až do té míry, že to může být příčinou odmítnutí intervence, což se děje až u 30 % případů.

10

KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

15

Nosná kostra kabiny je ve výhodném provedení dřevěná, opláštěná čalouněnými panely, které plní nejen pohledovou funkci, ale vytváří i komfortní a kvalitní vnitřní prostředí pro krátkodobý pobyt. Strop a část stěny kabiny, případně část více stěn kabiny, je pokryta velkoplošným osvětlovacím systémem 1 složeným z nosných desek 2 s LED zdroji 6 a difuzní vrstvy 3. Nosné desky 2 jsou z pohledové strany kryté touto celoplošnou, typicky bílou nebo mléčnou, difuzní vrstvou 3. Ostatní povrchové materiály jsou voleny ve světlých odstínech s ohledem na potřebnou vysokou odrazivost světla (průměrný činitel odrazu světla povrchů $\rho = 0,65$) a akustiku prostoru, ale i s důrazem na jejich údržbu. Dvě protilehlé stěny kabiny jsou ve výhodném provedení otevřené, opticky uzavíratelné světlými textilními závěsy 10. Toto řešení umožňuje vytvořit polouzavřený, dobře větratelný prostor, který nepůsobí rušivě ani na osoby trpícími problémy s pobytem ve stísněných prostorách. Barevné řešení podporuje pozitivní charakter prostoru. Kabina je vybavená pevným sezením, které vymezuje optimální pozici pozorovatele pro zajištění účinnosti zařízení, tj. polohu oka v maximální horizontální vzdálenost 2,3 m od vertikální difuzní vrstvy 3 osvětlovacího systému 1.

30

Nosné desky 2 s LED zdroji 6 jsou uchyceny na pravidelném hliníkovém rastru, který současně slouží k odvodu tepla vzniklého na LED zdrojích 6. Nosné desky 2 na sebe vzájemně doléhají s minimálními štěrbinami a vytvářejí ucelenou kontinuální svítivou plochu. Ve výhodném provedení je v každém modulu Světelné sauny na stropě umístěno 12 nosných desek 2 s LED zdroji 6 (4 řady po 3 ks, koordinační rozměr nosné desky 2 500 x 250 mm) a na svislé stěně je osazeno 6 ks nosných desek 2 (2 řady po 3 ks), ve variantě 3modulového uspořádání tedy celkem 54 nosných desek 2 s LED zdroji 6. Řízení světelných LED zdrojů 6, jejich spínání a regulace jasu jsou řešeny prostřednictvím řídicí jednotky 8 s DALI sběrníci a ovládány přes Wifi rozhraní. Celkový instalovaný příkon světelných zdrojů je 2 355 W, celkový příkon sauny včetně dalších součástí elektroinstalace nepřesahuje 2 900 W. Pro odvod nežádoucího tepla z nosných desek 2 s LED zdroji 6 je hliníkový rastr, ke kterému jsou nosné desky 2 přichyceny. Teplý vzduch je odváděn mimo prostor sauny vzduchovými mezerami 4a a 4b vzniklými mezi stěnou kabiny a nosnou deskou 2 s LED zdroji 6 (první vzduchová mezera 4a nebo první vzduchové mezery 4a) a difuzní vrstvou 3 a nosnou deskou 2 s LED zdroji 6 (vzduchová mezera 4b). Nucené větrání je zajištěno ventilátory osazenými u ústí průduchů, které jsou napojeny na vzduchové mezery 4a, 4b, a zajišťujícími přívod vzduchu z prostoru mimo kabinu. Proudění vzduchu je schematicky znázorněno v podélném řezu A-A' na obrázku 2.

45

Přívod čerstvého vzduchu do prostoru světelné sauny je možný přes připojení na systém VZT budovy.

50

Vzhledem k akustice prostoru je pro běh ventilátoru při civilním režimu sauny doporučený režim na 25 % výkonu, při maximální hlučnosti 45 dB (vyhoví požadavku normy na prostor, kde je vykonávána práce náročná na pozornost a soustředění, a dále pro pracoviště určené pro tvůrčí práci, tj 50 dB). Pro standardní terapeutický režim se ventilátory využívají na 50% výkon, při maximální

55

hlučnosti 55 dB (srovnatelné s tichou konverzací). Kabina může být vybavena vnitřními akustickými panely 11.

5 Průmyslová využitelnost

Popisovaný výrobek je primárně určen pro centra duševního zdraví pro podporu synchronizace cirkadiálních rytmů a/nebo prevence afektivních poruch.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Zařízení pro podporu synchronizace cirkadiánních rytů a/nebo prevenci afektivních poruch, zahrnující kabinu opatřenou velkoplošným osvětlovacím systémem (1), který obsahuje alespoň dvě nosné desky (2) s LED zdroji (6) viditelného světelného záření, přičemž nosné desky (2) mají lícovou stranu, na níž jsou osazeny osvětlovací části LED zdrojů (6) pro osvětlení interiéru kabiny, **vyznačující se tím**, že alespoň jedna nosná deska (2) je osazena na alespoň jedné ze stěn kabiny a alespoň jedna nosná deska (2) je osazena na stropě kabiny, přičemž všechny nosné desky (2) jsou obráceny svou lícovou stranou do interiéru kabiny, přičemž osvětlovací systém (1) zahrnuje rovněž difuzní vrstvu (3), která je umístěna před nosnými deskami (2) směrem do interiéru kabiny a uspořádána pro překrytí všech osvětlovacích částí LED zdrojů (6) osazených na lícové straně nosných desek (2) při pohledu kolmém na plochu nosných desek (2), přičemž osvětlovací systém (1) je uzpůsoben pro vyzařování světelného toku alespoň 25 000 lm na m² plochy difuzní vrstvy (3) a pro melanopickou účinnost záření vyzařovaného z difuzní vrstvy (3) $K_{mel, v} \geq 1,24 \text{ mW.lm}^{-1}$.

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že difuzní vrstva (3) je z jednoho kusu světelně difuzního materiálu nebo z více spojitě napojených kusů světelně difuzního materiálu.

3. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že difuzní vrstva (3) je upevněná v rámu připevněném k lícové straně nosných desek (2).

4. Zařízení podle nároků 2 nebo 3, **vyznačující se tím**, že difuzní materiál je vybrán ze skupiny obsahující difuzní fólii, sklo s difuzní úpravou, plexisklo s difuzní úpravou a jejich kombinace.

5. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že nosné desky (2) s LED zdroji (6) jsou uzpůsobeny tak, že jas ve všech bodech na ploše difuzní vrstvy (3) umístěné před nosnými deskami (2) má s odchylkou maximálně 40 % hodnotu odpovídající mediánu jasu celé plochy difuzní vrstvy (3) a že melanopická účinnost záření z difuzní vrstvy (3) má s odchylkou maximálně 10 % stejnou hodnotu pro každý sektor difuzní vrstvy (3), přičemž sektor difuzní vrstvy (3) je část difuzní vrstvy, která je umístěna před nosnou deskou (2) a velikostně s odchylkou maximálně 10 % odpovídá rozměru této nosné desky (2), když každé nosné desce (2) je přidružen jeden sektor difuzní vrstvy (3).

6. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že alespoň jedna nosná deska (2) s LED zdroji (6) osazená na stropě kabiny těsně doléhá podél rozhraní mezi stěnou kabiny a stropem kabiny k alespoň jedné nosné desce (2) s LED zdroji (6) osazené na některé ze stěn kabiny.

7. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že stěny kabiny jsou vertikální a strop kabiny horizontální a že nosné desky (2) jsou osazeny pouze na stropě a na jedné ze stěn kabiny, přičemž difuzní vrstva má délku alespoň 3 m a šířku alespoň 1,5 m, přičemž difuzní vrstva (3) je podél alespoň jedné třetiny své délky umístěna v podstatě rovnoběžně s jednou ze stěn kabiny, přičemž větší díl zbývajících částí difuzní vrstvy je umístěn v podstatě rovnoběžně se stropem kabiny, přičemž zařízení zahrnuje také stanoviště pro pozorovatele (5), které je vzdáleno nanejvýš 2,3 m v horizontálním směru od vertikální části difuzní vrstvy (3), která je v podstatě rovnoběžná se stěnou kabiny, a přičemž horizontální část difuzní vrstvy (3), která je v podstatě rovnoběžná se stropem kabiny, je vzdálena nanejvýš 2,3 m od podlahy kabiny.

8. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že LED zdroje (6) osazené na každé nosné desce (2) jsou uspořádány a nastaveny pro vyzařování alespoň 15 % energie z celkové energie vyzařované všemi LED zdroji této nosné desky (2) v pásmu 460 nm až 550 nm, současně pro vyzařování alespoň 30 % energie z celkové energie vyzařované všemi LED zdroji této nosné desky (2) v pásmu 630 nm až 780 nm a současně pro vyzařování nanejvýš 10 % energie z celkové energie vyzařované všemi LED zdroji této nosné desky (2) v pásmu 380 nm až 460 nm.

9. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že všechny stěny kabiny, na nichž jsou osazeny nosné desky (2), mají vnější plášť (7), a že mezi každým vnějším pláštěm (7) stěny kabiny, na níž je osazena alespoň jedna deska (2), a touto deskou (2), je vytvořena alespoň jedna první vzduchová mezera (4a).

5 10. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že mezi difuzní vrstvou (3) a k ní protilehlými nosnými deskami (2) je druhá vzduchová mezera (4b).

10 11. Zařízení podle nároků 9 a 10, **vyznačující se tím**, že stěna kabiny je ve své dolní části opatřena otvorem pro přívod vzduchu z prostoru mimo kabinu, za nímž je zařazen ventilátor (9), od něhož vede první průduch k alespoň jedné první vzduchové mezeře (4a) mezi alespoň jednou nosnou deskou (2) a stěnami kabiny, a od něhož vede druhý průduch k druhé vzduchové mezeře (4b) mezi alespoň jednou nosnou deskou (2) a difuzní vrstvou (3), přičemž strop kabiny je opatřen otvorem pro odtažení vzduchu mimo kabinu a tento otvor je vzduchově propojen s prvními vzduchovými mezerami (4a) i s druhou vzduchovou mezerou (4b).

15 12. Zařízení podle nároku 10, **vyznačující se tím**, že druhá vzduchová mezera (4b) má tloušťku 10 až 15 cm.

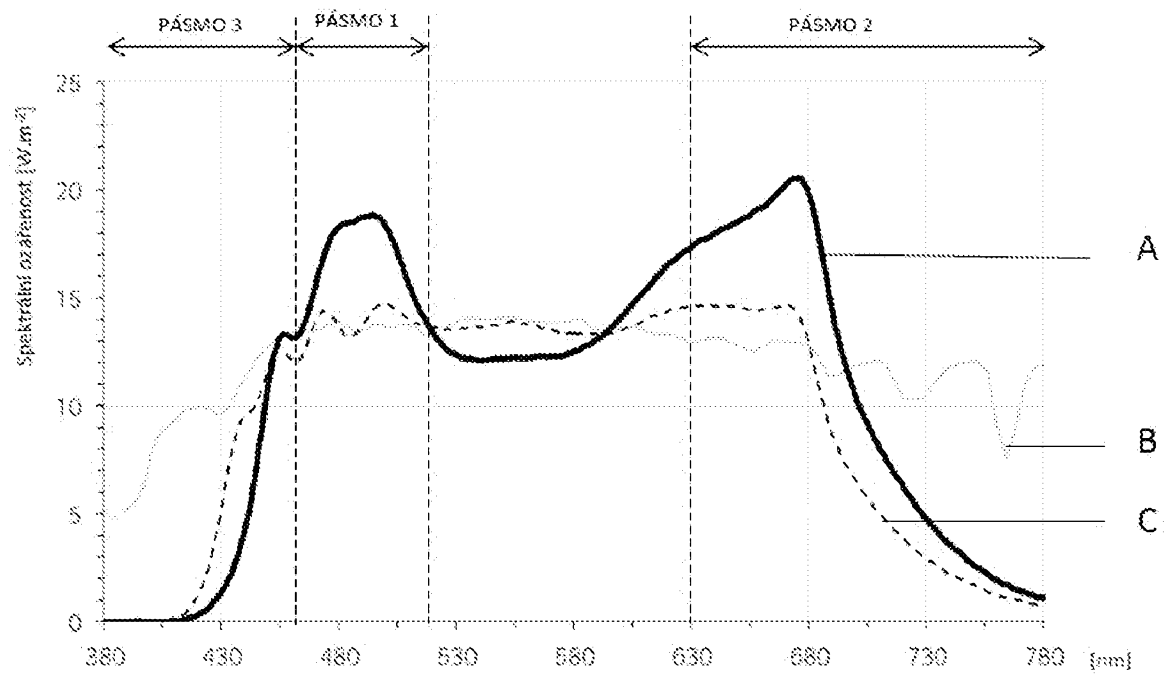
13. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 12, **vyznačující se tím**, že průměrný činitel odrazivosti těchto ploch uvnitř kabiny, které nejsou osazeny nosnými deskami (2), je alespoň 0,65.

4 výkresy

20

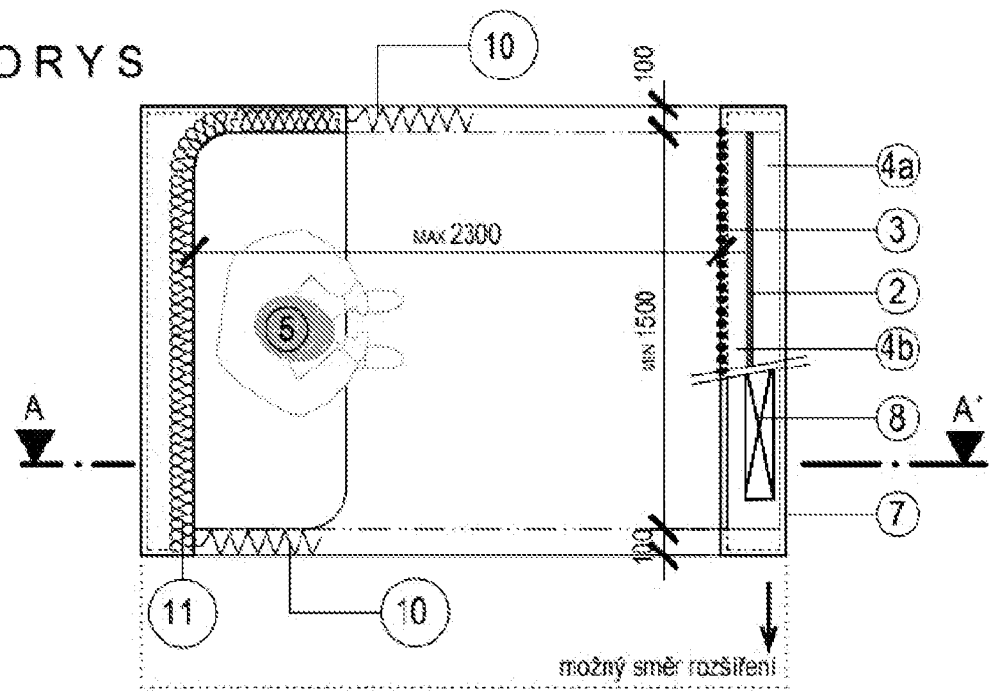
Seznam vztahových značek:

- 1 – osvětlovací systém,
- 2 - nosná deska (s LED zdroji 6)
- 3 – difuzní vrstva,
- 4a, první vzduchová mezera,
- 4b- druhá vzduchová mezera
- 5 – stanoviště pro pozorovatele,
- 6 – LED zdroje,
- 7 – vnější plášť,
- 8 – řídicí jednotka + DALI sběrnice,
- 9 – ventilátor,
- 10 – závěsy uzavírající prostor,
- 11- vnitřní akustické panely;



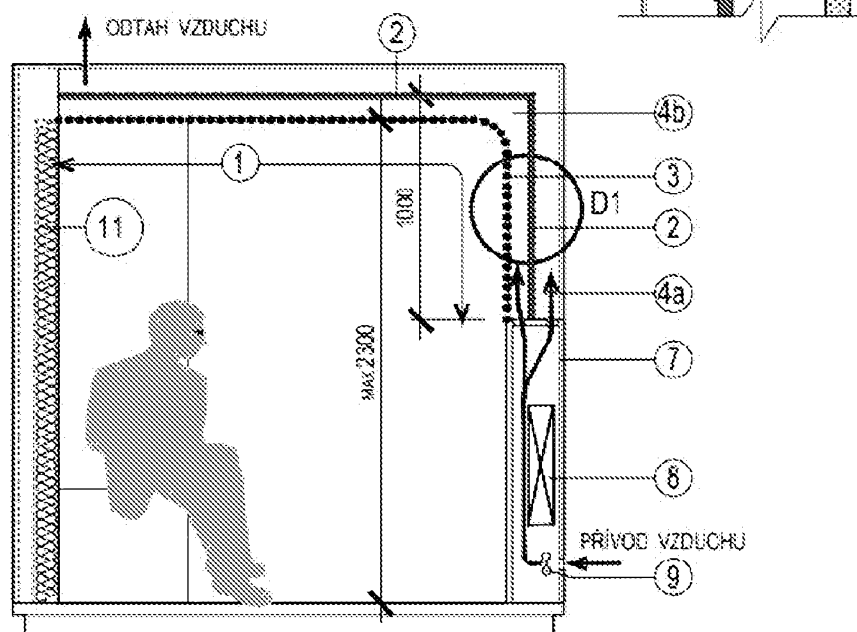
Obr. 1

PÜDORYS

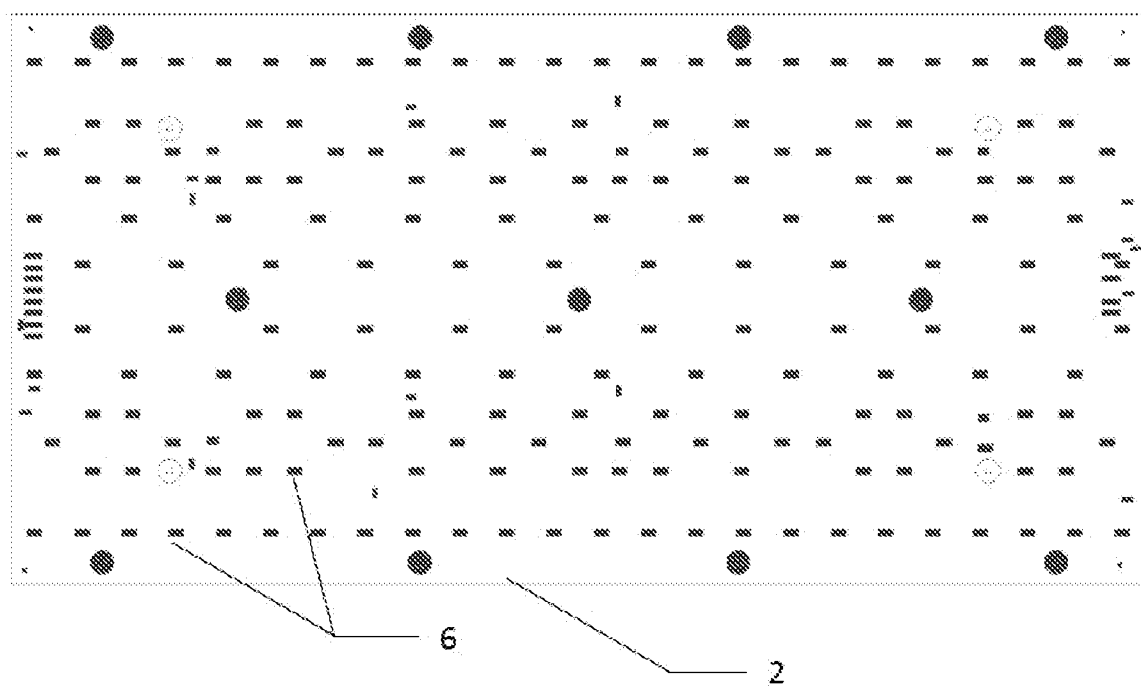


Obr. 2a

ŘEZ A-A'



Obr. 2b



Obr. 3