

UNIVERZITA KARLOVA
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA



Olga Fedotova

Hygiena světla v zubní ordinaci

Light Hygiene in the Dental Office

Bakalářská práce

Praha, 2024

Autor práce: Olga Fedotova
Studijní program: Dentální hygiena
Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: MDDr. Anna Bašovská
Pracoviště vedoucího práce: **Stomatologická klinika 3. LF UK
a FNKV**

Předpokládaný termín obhajoby: červen 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracovala samostatně a použila výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má závěrečná práce byla používána ke studijním účelům.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému Theses.cz a Turnitin za účelem soustavné kontroly podobnosti závěrečných prací.

V Praze dne 26. května 2024

Olga Fedotova

Poděkování

Ráda bych na tomto místě vyjádřila své upřímné poděkování vedoucí bakalářské práce MDDr. Anně Bašovské za její odborné vedení, cenné rady a trpělivost, kterou mi během celého procesu věnovala. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům, kteří mi poskytli neocenitelnou podporu, motivaci a povzbuzení v dobách, kdy jsem to nejvíce potřebovala.

OBSAH

ÚVOD	7
1 TEORETICKÁ ČÁST	8
1.1 Definice světla.....	8
1.1.1 Historie	8
1.1.2 Šíření světla	10
1.1.3 Typy elektromagnetických vln.....	10
1.2 Vlastnosti světla	12
1.2.1 Disperze.....	12
1.2.2 Interference.....	13
1.2.3 Ohyb světla.....	14
1.2.4 Polarizace světla.....	14
1.3 Základní fotometrické jednotky	15
1.3.1 Světelný tok Φ	15
1.3.2 Svítivost I	15
1.3.3 Osvětlení E	16
1.3.4 Jas L.....	16
1.4 Anatomie oka a vnímání světla	16
1.4.1 Anatomie oka	16
1.4.2 Teorie barevného vidění.....	19
1.4.3 Poruchy zraku v současné době	20
1.5 Osvětlení pracovišť	20
1.5.1 Vybavení ordinace dentální hygienistky a zubního lékaře.....	21
1.5.2 Zdroje světla ve stomatologické ordinaci.....	23
1.5.3 Požadavky na osvětlení ordinace dle zákona	25
1.5.4 Role správného osvětlení zubní ordinace a zásadní parametry.....	29
1.5.5 LED osvětlení.....	30
1.5.6 Měření intenzity osvětlení.....	31
1.5.7 Luxy a lumeny.....	32
1.6 Ergonomie při práci se stomatologickým křeslem	33

2	PRAKTICKÁ ČÁST.....	39
2.1	Hypotézy	39
2.2	Materiál a metodika.....	39
2.3	Výsledky.....	43
2.3.1	Ambulance číslo 2 – Stomatologická klinika Fakultní nemocnice Královské Vinohrady	43
2.3.2	Ambulance číslo 3 – Stomatologická klinika Fakultní nemocnice Královské Vinohrady	46
2.3.3	Ambulance číslo 5 – Stomatologická klinika Fakultní nemocnice Královské Vinohrady	50
2.3.4	Ambulance číslo 8 – Stomatologická klinika Fakultní nemocnice Královské Vinohrady	56
2.3.5	Ambulance číslo 9 – Stomatologická klinika Fakultní nemocnice Královské Vinohrady	60
2.3.6	Ambulance číslo 11 – Stomatologická klinika Fakultní nemocnice Královské Vinohrady	64
2.3.7	Ambulance číslo 7 – Stomatologická klinika Fakultní nemocnice Královské Vinohrady	67
2.3.8	Ordinace Dream Smile – Národní 34, Praha 1	71
2.3.9	Ambulance č. 2 – Univerzita Karlova pavilon X	75
2.3.10	Ambulance č. 1 – Univerzita Karlova pavilon X	79
3	DISKUZE.....	84
	ZÁVĚR.....	88
	SOUHRN.....	89
	SUMMARY	90
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	92
	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....	99

ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá tématem „hygiena světla v zubní ordinaci“, což je oblast, která si v poslední době vynucuje čím dál větší pozornost jak ve veřejném, tak i v odborném diskurzu. Hygiena světla neboli správné osvětlení pracovního prostředí je klíčovým faktorem pro zajištění optimálních pracovních podmínek, zdraví a pohody nejen pacientů, ale i zdravotnického personálu. V kontextu zubních ordinací má tato problematika zásadní význam z několika důvodů, mezi které patří přesnost diagnostiky, efektivita léčebných postupů a prevence profesionálních zdravotních rizik.

S rostoucím důrazem na kvalitu zdravotní péče a pracovních podmínek ve zdravotnictví se stává otázka adekvátního osvětlení předmětem zvýšeného zájmu. Osvětlení v zubních ordinacích musí splňovat specifické požadavky, které jsou dány jak charakterem vykonávané činnosti, tak potřebou vytvoření příjemného prostředí pro pacienty. Neodmyslitelnou součástí této problematiky je rovněž zohlednění psychologických a fyziologických aspektů osvětlení.

Cílem této práce je proto prozkoumat a analyzovat aktuální požadavky na hygienu světla v zubních ordinacích a navrhnout optimální řešení pro zajištění ideálních podmínek z hlediska vizuálního komfortu, efektivity práce a ochrany zdraví. Práce se zaměřuje na teoretický rámec hygieny světla, včetně zásad správného osvětlení, typů osvětlení vhodných pro zubní ordinace a na analýzu současných trendů a inovací v oblasti osvětlení. Dále se práce věnuje případovým studiím a praktickým příkladům aplikace principů hygieny světla v reálných podmínkách zubních ordinací.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Definice světla

Světlo je elektromagnetické záření, které lidské oko dokáže vnímat. Tato forma záření se objevuje v obrovském spektru vlnových délek, od gama paprsků po rádiové vlny měřené v metrech. Pro lidské vnímání jsou relevantní vlnové délky od přibližně 700 nanometrů pro červené světlo po asi 400 nanometrů pro fialové světlo. Světlo zastává klíčové postavení v životě na Zemi, od fotosyntézy, která je základem pro většinu životních forem, až po regulaci spánkového cyklu a cirkadiálních rytmů u rostlin a živočichů. Například je světlo nezbytné pro syntézu vitamínu D v těle a má zásadní význam pro udržení biologického rytmu, který ovlivňuje náš spánkový cyklus a celkovou pohodu. [1,2]

V kontextu vědy a technologie světlo nabízí mnohostranné využití, včetně jeho aplikací v medicíně, komunikaci, výzkumu a výrobě elektrické energie. Například solární energie představuje obnovitelný zdroj energie, který je šetrný k životnímu prostředí a nabízí alternativu k fosilním palivům, čímž přispívá ke snižování globálního oteplování. Celkově hraje světlo a jeho rozmanité vlnové délky nezastupitelnou roli v přírodě i lidské společnosti, ať už jde o základní životní procesy, vědecký výzkum nebo technologický pokrok. [2]

1.1.1 Historie

Filozofové se po staletí snažili přesně definovat, co je světlo a jaké jsou jeho vlastnosti. Mnoho řeckých filozofů, včetně Pythagora (570 př. n. l.), studovalo světlo a předpokládalo, že světlo pochází z věcí viditelných lidským okem a mezitím oko vnímá i ty nejmenší částice světla.

Státník a tvůrce myšlenky čtyř prvků a dvou hnacích sil Empedoklés (490 př. n. l.) věřil, že světlo pochází ze světélkujících předmětů a odcházející paprsky z očí člověka splývají s vnějším světlem, osahají objekt a zpět dopadají do oka. Řecký matematik Eukleidés (325 př. n. l.) také dumal nad tím, že lidské oči vyzařují paprsky světla, díky tomu lidé vidí předměty kolem sebe. [3]

V průběhu celé historie optiky se řešila dilemata – je světlo proudem částic anebo vlněním. Například Isaac Newton (1643 – 1727) byl přívržencem korpuskulární teorie. Provedl experiment, který ukázal, že se bílé světlo při průchodu sklem rozkládá na složky různorodých barev, což mu umožnilo připustit myšlenku, že podstatou světla je proud částic. Později Robert Hooke (1635 – 1703) a Christian Huygens (1629 – 1695) na bázi výzkumů optických jevů vyvinuli základ pro vytvoření vlnové teorie. O několik let později provedl Thomas Young (1773 – 1812) známý interferenční experiment, pomocí kterého propojil a vysvětlil interferenci a ohyb světla. [4]

Hlavním problémem vlnové teorie bylo vysvětlení optických jevů, které souvisely s polarizací světla, protože teorie vycházela z myšlenky o mírném éteru, kterým se mohou šířit pouze podélné vlny, stejně jako zvuk ve vzduchu. Zastánci vlnové optiky dlouho nemohli přijmout myšlenku, že světelné vlny mají příčný charakter, protože k tomu by bylo nutné přiřadit éteru vlastnosti tuhého prostředí, co by mohlo ovlivnit i jiné neoptické jevy. Tento problém značně ovlivňoval další osud vlnové teorie a nutil mnoho vědců pochybovat o ní a vracet se ke korpuskulární teorii.

Aby konečně se vyřešil problém a definitivně určila podstata světla, vyhlásila v roce 1817 Francouzská akademie věd soutěž o řešení problému difrakce, ve které nejvíc vynikl Augustin-Jean Fresnel (1788 – 1827). Vědec vyvinul teorii ohybu, která značně posílila vlnovou teorii a vyvrátila starou korpuskulární teorii. Později v roce 1821 Fresnel teoreticky vysvětlil podstatu optických polarizačních jevů na základě představy o světle jako o mechanických vlnách v éteru a také zákony šíření světla.

K vítězství vlnové teorie též přispěly experimenty s optickými mřížkami (Joseph Fraunhofer, 1787 – 1826) a experimentální určení rychlosti světla ve vodním prostředí (Jean-Bernard-Léon Foucault, 1819 – 1868). Foucault stanovil, že se světlo ve vodním prostředí šíří pomaleji než ve vzduchu, což bylo úplným opakem staré teorie. Kolem roku 1830 byla korpuskulární teorie zcela odmítnuta. [5]

1.1.2 Šíření světla

Předměty, které produkují světlo, se označují jako světelné zdroje. Osvětlení je v nich generováno energetickými přeměnami probíhajícími v elektronových obalech atomů. Optické prostředí je prostředí, kterým se světlo šíří. Materiál může vykazovat průhlednost, kdy nedochází k rozptylu světla, průsvitnost, kdy světlo prochází, ale je mírně rozptýlené, nebo neprůhlednost, kdy se světlo výrazně pohlcuje nebo odráží na povrchu.

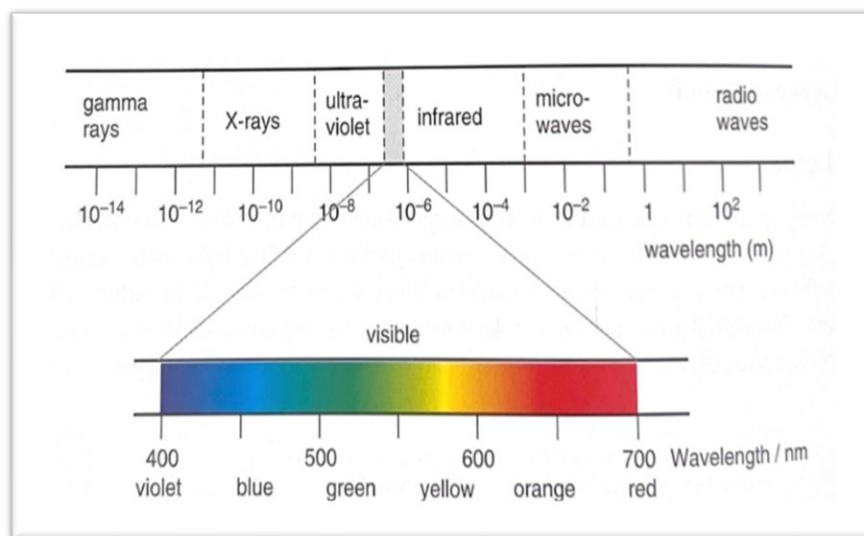
Pokud optické médium vykazuje konzistentní optické vlastnosti v celém svém objemu, je považováno za opticky homogenní. Optické prostředí je považováno za opticky izotropní, pokud je v něm rychlost šíření světla nezávislá na směru. Anizotropie označuje vlastnost prostředí, kde se rychlost světla mění v závislosti na směru jeho šíření. Příkladem izotropního média je sklo, zatímco anizotropní materiály zahrnují krystaly jako křemen.

Světlo vyzařované ze světelného zdroje umístěného ve vizuálně konzistentním a jednotném prostředí se rovnoměrně rozptyluje do všech směrů. Jev lze objasnit pomocí Huygensova principu. Světelné vlny pocházejí ze zdroje světla a cestují po vlnoplochách pryč od zdroje. Když odhlédneme od rozměrů světelného zdroje, označujeme ho jako bodový světelný zdroj. Vlnoplochy zde vykazují tvar soustředných kulových ploch. Když je zdroj daleko, lze určité části sférické vlnoplochy považovat za ploché vlnoplochy. [6]

1.1.3 Typy elektromagnetických vln

V roce 1867 publikoval Maxwell svůj první podrobný popis elektromagnetické teorie. Bylo stanoveno, že frekvenční pásmo sahá od infračerveného přes viditelné světlo po ultrafialové. Elektromagnetické spektrum je obvykle klasifikováno podle frekvenčních rozsahů nebo vlnových délek.

Obrázek 1: Elektromagnetické spektrum



Zdroj: *Colour and the Optical Properties of Materials*, Richard J.D. Tilley, strana 2

Elektromagnetické vlny s nejnižší frekvencí jsou rádiové a televizní vlny ve frekvenčním rozsahu přibližně 10^6 až 10^9 Hz. Mikrovlny s frekvencí 10^9 až 10^{12} Hz jsou vyráběny pomocí speciálních elektronových elektronek zvaných klystrony a magnetrony. Mikrovlny se nyní používají v komunikačních nástrojích, mikrovlnných troubách a radarech. Jsou také důležité pro studium původu vesmíru, v letectví a při studiu fyzikální optiky.

Infračervená oblast elektromagnetického spektra se nachází pod červeným světlem viditelné oblasti. Tento typ vlny poprvé objevil astronom William Herschel (1738 – 1822) v roce 1800. Infračervené záření je často rozděleno do 4 oblastí – blízko/blízko viditelné (780 – 3000 nm), střední (3000 – 6000 nm), vzdálené (6000 – 15000 nm) a extrémně vzdálené (15000 nm – 1.0 mm). Téměř polovina elektromagnetické energie Slunce je infračervené záření. Lidské tělo také vyzařuje IR záření, ale v poměrně malém množství (cca 3000 nm). IR úzce souvisí s udržováním zemského tepla a průměrné teploty prostřednictvím skleníkového efektu.

Oblast viditelného světla zaujímá velmi malou část elektromagnetického spektra. Záření pouze v této oblasti může aktivovat receptory lidského oka. Když viditelné světlo dopadne na objekt, tento objekt absorbuje a odráží vlnové délky ve viditelném spektru. Člověk vidí a rozlišuje barvy díky speciální absorpci

a odrazu světla předmětem. Například člověk vidí zelenou barvu rostlin díky vysokému obsahu chlorofylu, který aktivně pohlcuje vlny obklopující zelenou barvu a odráží vlnové délky v zelené oblasti viditelného spektra. [5]

Záření s vlnovým délkám kratšími než fialové tvoří ultrafialovou oblast spektra. UV typu A je nejbližší fialového rozsahu a má vlny 400 – 320 nm. UV typu B s vlnovou délkou 320 – 280 nm je škodlivější a může způsobit spálení sluncem a vážná kožní onemocnění. Ultrafialové záření C má rozsah vlnových délek 100 – 280 nm a je nejagresivnější ze všech typů. [6]

Rentgenové záření objevil v roce 1895 známý německý fyzik Wilhelm C. Röntgen (1845 – 1923). Vědec pozoroval záři fluorescenčního papíru, která byla způsobena záhadným zářením, produkovaným katodovou trubicí. Přestože má rentgenové záření frekvenci $2,4 \cdot 10^{16} - 5 \cdot 10^{19}$ Hz, má extrémně krátké vlnové délky, většina z nich dokonce menší než atom. Jednou z nejčastěji používaných metod výroby rentgenového záření je rychlé zpomalení vysokorychlostních nabitých částic. Výsledné širokofrekvenční brzdné záření vzniká, když se paprsek elektronů pohybuje směrem k hmotnému cíli, například na měděnou desku. Srážky s jádry mědi vyvolávají odchylky elektronů, které emitují rentgenové fotony.

V medicíně je obvykle RTG záření generováno rychlým zpomalením vysokoenergetických elektronů, které jsou nasměrovány na kovový terč. Tyto energetické paprsky procházejí lidským tělem zcela volně, kromě případu se zuby nebo podobnými tvrdšími materiály. Čím je materiál hustší, tím více absorbuje RTG záření a přenášené záření je méně aktivní. [8]

1.2 Vlastnosti světla

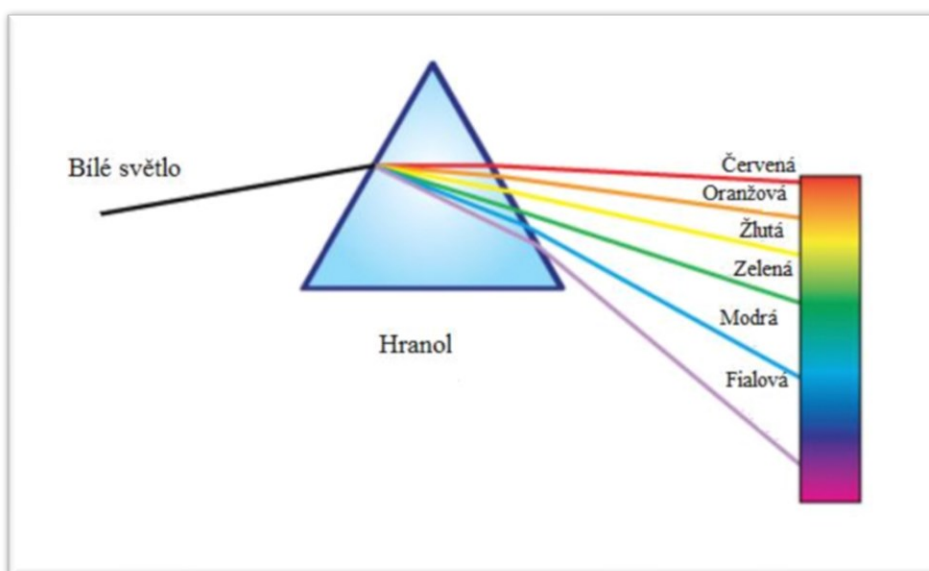
Pokud je světlo považováno za vlnění, tak nejdůležitějšími vlnovým vlastnostmi světla budou disperze, ohyb, interference a polarizace. Zatímco impulz, vlnová délka a frekvence patří ke korpuskulárním vlastnostem světla. [9]

1.2.1 Disperze

Disperze neboli rozklad světla je jednou ze základních vlastností světla. Pokud bílé světlo prochází optickým prvkem (hranolem), tak se světlo rozloží

na různé barvy, což znamená vznik hranolového spektra. Barvy do sebe plynule splývají bez výrazného rozmezí. Rozklad bílého světla hranolem je dán tím, že každé barevné světlo má jinou vlnovou délku a šíří se odlišnou rychlostí. Z toho můžeme usoudit, že rychlost světla v průhledném prostředí závisí na jeho vlnové délce, tudíž i na jeho barvě. Tím způsobem bude mít fialová barva s nejkratší vlnovou délkou nejmenší rychlost a červená barva se naopak šíří co nejrychleji. Jenom ve vakuu mají všechna světla stejnou rychlost bez ohledu na jejich barvu. [10]

Obrázek 2: Rozklad světla na hranolu



Zdroj: *Biofyzika pro zdravotnické a biomedicínské obory*, Jana Vránová, Hana Kolářová

1.2.2 Interference

Interference (skládání) je vlastnost světla, která velmi dobře ukazuje jeho vlnovou povahu. Světelné vlny mají schopnost vzájemně se zesilovat nebo naopak zeslabovat. Je velmi důležité, aby světelné vlny byly koherentní, jinak nedojde ke vzniku interference. Koherentní vlny mají stejnou frekvenci a fázový rozdíl, jejich dráhový rozdíl musí být ustálený. K tomu je nutné, aby bylo světlo z jednoho zdroje rozděleno na dvě části (vznikají dva paprsky), tyto části se časem setkají a skládají. [11]

1.2.3 Ohyb světla

Difrakce neboli ohyb světla je jev, který se vyskytuje díky vlnové povaze světla. Při dopadu na hranu překážky se světlo šíří i za překážku do prostoru, kam světlo při přímočarém šíření nemůže proniknout. Takový prostor se nazývá oblastí geometrického stínu. Většinou je ohyb světla důsledkem krátké vlnové délky světla. [12]

1.2.4 Polarizace světla

Světlo, které se šíří v prostoru (v materiálu), je příčné elektromagnetické vlnění. Vektor intenzity E elektrického pole je vždy kolmý na směr šíření. Pokud má světelné vlnění vektor E , který kmitá pravidelně v jednom směru, tomu typu vlnění se říká polarizované světlo. U nepolarizovaného světla směr vektoru E nahodile se mění. Existuje několik způsobů, jak nepolarizované světlo přeměnit na polarizované, hlavně pomocí odrazu a lomu, dvojlomem a absorpcí.

Polarizace světla odrazem a lomem je možná při dopadu nepolarizovaného světla pod určitým úhlem na skleněnou desku. Polarizuje se tím, že v odraženém světle vektor E kmitá kolmo k rovině dopadu. V takovém případě je polarizace jenom částečná a ovlivňuje ji úhel dopadu světla. Úplná polarizace světla vzniká jen při úhlu dopadu $A_b = 56$, který se nazývá Brewsterův nebo polarizační úhel. Částečná polarizace také vzniká při lomu světla. V takovém případě vektor E kmitá rovnoběžně s rovinou dopadu.

V izotropním optickém prostředí šíření světla probíhá ve všech směrech se stejnou rychlostí. U některých látek jsou krystaly anizotropní, a proto mají rychlost světla v různých směrech odlišnou. Když na takový krystal dopadá světlo, nastává dvojlom. Z jednoho světelného paprsku na rozhraní s krystalem vznikne paprsek řádný a paprsek mimořádný. Vektory E kmitají u obou paprsků v rovinách navzájem kolmých, i když jsou oba paprsky lineárně polarizované.

Polarizace světla absorpcí je umožněná speciálními polarizačními filtry – polaroidy, které jsou zhotoveny z plastických materiálů obsahujících látky s relativně dlouhými molekulami. Při průchodu světla polaroidem se elektrická

složka světelného vlnění v jednom směru pohlcuje a jiná část světla polaroidem prochází, následně polaroid toto světlo zeslabuje.

Lidské oko však vidí polarizované a přirozené světlo stejně. K rozlišení polarizovaného světla existuje speciální zařízení – analyzátor. Ten se skládá z polarizačního prostředku, který propouští polarizované světlo pouze s konkrétní orientací kmitové roviny. [12]

1.3 Základní fotometrické jednotky

Pro stanovení vlastností světelných zdrojů existují speciální fotometrické veličiny a jednotky.

1.3.1 Světelný tok Φ

Určuje množství světelné energie, které vylučuje světelný zdroj za jednotku času. Jeho jednotkou je lumen (lm). Kupříkladu žárovky s jednoduše vinutým vláknem mají hodnotu světelného toku 400 až 1310 lm, halogenová žárovka pro osvětlovací reflektory 20000 lm a projekční žárovky 560 – 1600 lm.

1.3.2 Svítivost I

Svítivost určuje intenzitu světelného zdroje v daném směru. Je to poměr světelného toku vycházejícího ze světelného zdroje a šířícího se v malém prostorovém úhlu příslušným směrem. Jednotkou svítivosti je kandela (cd). Platí vzorec:

$$I_a = \frac{\Delta\Phi}{\Delta\omega}$$

Pro světelný zdroj, který má svítivost ve všech směrech stejnou (izotropní zdroj), platí další vzorec:

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

1.3.3 Osvětlení E

Osvětlení je fyzikální veličina, která se číselně rovná světelnému toku dopadajícímu na jednotku plochy osvětleného povrchu. Jednotkou osvětlení je lux (lx).

$$E = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta S}$$

1.3.4 Jas L

Jas je intenzita světla vyzařovaného na jednotku plochy v určitém směru:

$$La = \frac{\Delta Ia}{\Delta S \cdot \cos \alpha}$$

Čím menší je plocha světelného zdroje při jisté svítivosti, tím větší je jeho jas a naopak. Žárovka s čirou baňkou má malou plochu a vlákno přímo viditelné, tudíž má velký jas. U mléčné žárovky bude jas naopak menší, protože vidíme plochu mléčného rozptylujícího skla místo vlákna. Jednotkou jasu je nit (nt). [13]

1.4 Anatomie oka a vnímání světla

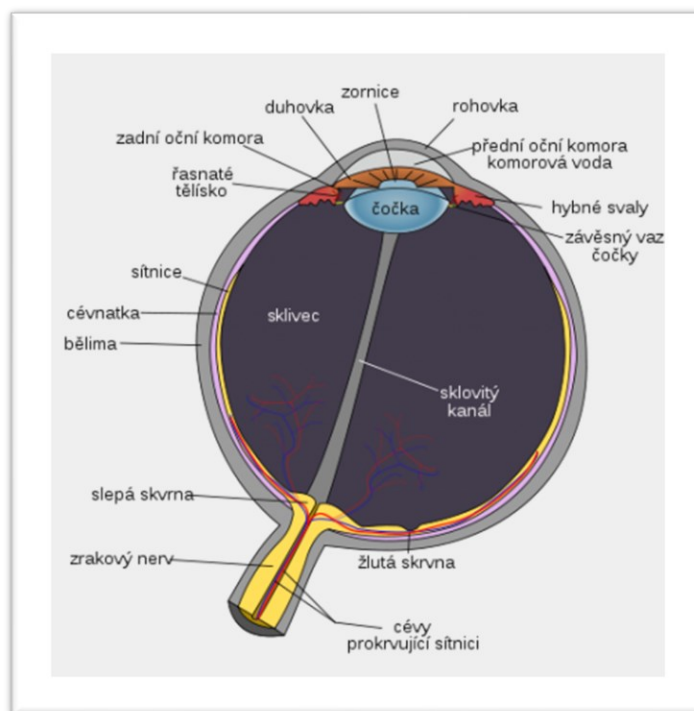
Nejen rostliny, ale i ostatní živé organismy potřebují světlo, které je důležité pro realizaci mnoha životních funkcí a pro jejich krátkodobou a dlouhodobou periodicitu. U lidí to úzce souvisí s psychickými a vegetativními vlivy barev a intenzitou světla. [14]

1.4.1 Anatomie oka

Oko je jedním ze smyslových orgánů člověka, který je klíčový při registraci podnětů z vnějšího prostředí. Je tvořeno několika základními anatomickými strukturami. Oční bulbus je uložen v orbitě, z přední strany je ohraničen víčky a slzným aparátem. Víčka a bulbus spojuje spojivka (conjunctiva), což je tenká slizniční vrstva. Lidské oko je schopno pohybu díky okohybným svalům –

čtyřem přímým a dvěma šikmým. Správné prostorové vidění je umožněno určitou souhrou okohybných svalů, při poruše této souhry vzniká strabismus (šilhání). [15] Stěna oka se skládá ze tří vrstev. Povrchovou vrstvu, která je vazivová, vepředu tvoří rohovka (cornea) a vzadu bělima (sclera). Mají ochrannou funkci oka před fyzickými vlivy (bělima) a UV zářením (rohovka). Střední vrstva, cévnatá, je tvořena cévnatkou, řasnatým tělesem a duhovkou. Společně se tyto struktury označují jako živnatka (uvea). Hlavní funkcí cévnatky je zabezpečit výživu oka. Vepředu pak prochází do řasnatého tělíska. To obsahuje hladký ciliární sval, který umožňuje změnu zakřivení nitrooční čočky, čímž umožňuje zaostřování na různou vzdálenost (akomodaci). Duhovka tvoří přepážku mezi přední a zadní oční komorou. Uprostřed duhovky se nachází zornice (pupilla) – otvor, který reguluje množství světla procházejícího do nitra oka. Sítnice (retina), která tvoří nejvnitřnější vrstvu oka, zevně naléhá na cévnatku, vnitřně od ní je sklivec (corpus vitreum). Má několik vrstev, ale ta nejdůležitější obsahuje až 130 milionů tyčinek a 7 milionů čípků, které se označují jako fotoreceptory. Jejich podrážděním vzniká proces vidění. Jsou to bipolární gangliové buňky, jejich axony tvoří zrakový nerv. Čípky jsou nakupeny v oblasti žluté skvrny (macula lutea) a umožňují rozlišování barev, tvarů a detailů za dobrého osvětlení. Tyčinky jsou převážně v periférii sítnice. Obsahují zrakový pigment rodopsin, který je citlivý na světlo. Hlavní funkcí tyčinek je rozlišení pohybů, tvarů, světla a tmy za šera. V místě odstupu zrakového nervu je tzv. slepá skvrna, kde nejsou žádné fotoreceptory.

Obrázek 3: Stavba oka



Zdroj: commons.wikimedia.org. Public domain.

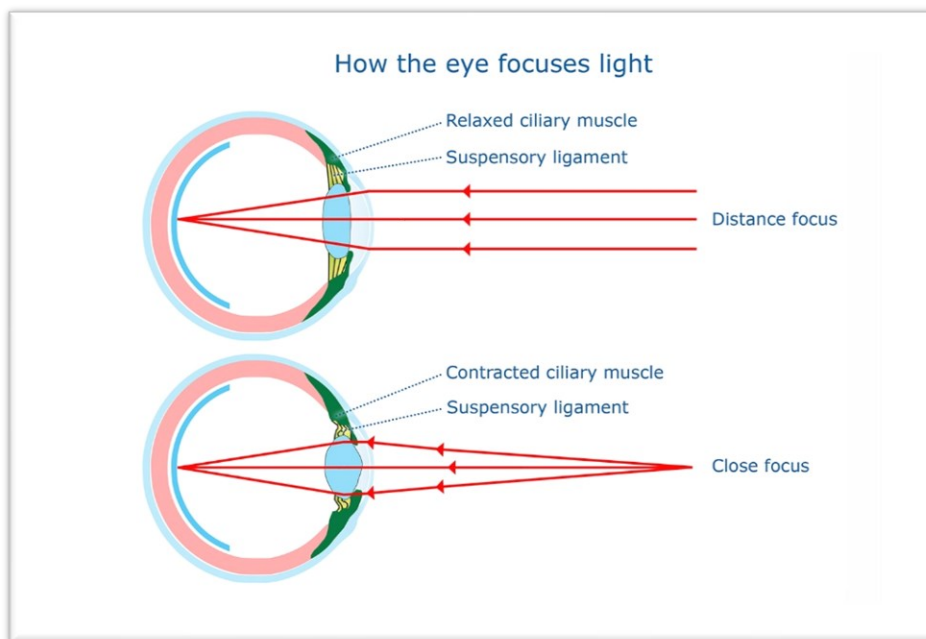
Proces vidění začíná, když světelné paprsky dopadají na rohovku, která je přední částí oka. Rohovka působí jako lupa a ohýbá světelné paprsky, je to první krok k jejich správnému zaostření. Po průchodu rohovkou světlo prochází skrze zornici, což je otvor uprostřed duhovky (ta dává očím jejich barvu). Velikost zornice se mění podle množství světla, které do oka vstupuje, díky svalům duhovky, které se rozšiřují nebo zužují. [16]

Poté světlo prochází čočkou, která je za duhovkou. Čočka upravuje další světelné paprsky, abychom viděli ostře jak blízké, tak vzdálené objekty. Tento proces se nazývá akomodace. Po opuštění čočky světlo prochází skrze sklivcové tělísko, což je průhledná gelovitá substance, která vyplňuje většinu očního bulvu a pomáhá udržovat jeho tvar.

Nakonec světelné paprsky dosáhnou sítnice, která je v zadní části oka. Sítnice obsahuje miliony světlocitlivých buněk zvaných tyčinky a čípky. Tyčinky jsou zodpovědné za vidění ve špatných světelných podmínkách a čípky za vidění detailů a barev. Když světlo dopadne na tyto buňky, vyvolá chemickou reakci, která přeměňuje světelné paprsky na elektrické signály. Tyto signály jsou poté poslány

po optickém nervu do mozku, kde jsou interpretovány jako obrazy, které vidíme. Za tento proces jsou klíčové dvě části mozku: zraková kůra, kde dochází k vlastnímu vnímání obrazu, a oblasti mozku, které se podílejí na zpracování informací o hloubce, pohybu a interpretaci viděných objektů. [16,17,18]

Obrázek 4: Proces vidění



Zdroj: How the eye focuses light — Science Learning Hub

1.4.2 Teorie barevného vidění

Jak již bylo zmíněno, sítnice oka obsahuje velké množství různých receptorů, které reagují na světelné podněty – tyčinky umožňují večerní vidění a čípky, které jsou zodpovědné za denní a vícebarevné vidění. Jsou identifikovány tři typy čípků, z nich má každý maximální citlivost na konkrétní barvu a menší na jiné. První typ je citlivý na červenou barvu, druhý na zelenou, třetí na modrou. Tato variabilita je základem trichromatického barevného vidění. Smícháním těchto tří barev je možné vytvořit jakoukoliv jinou barvu a její odstíny. Lidské oko má různé stupně citlivosti v závislosti na denní době. Přes den je oko vnímavější na žlutozelenou barvu, večer již na zelenomodrou barvu.

Tyčinky nejsou na rozdíl od čípku citlivé na červenou barvu. Díky tomu červené mohou brýle propouštět určitou část světla, na kterou reagují čípky, ale tyčinky jsou stále adaptovány pouze na tmou. Tento jev se využívá, když je nutná adaptace na tmavší prostředí (nejčastěji v rentgenologii). To znamená, že jen čípky ovlivňují barevné vidění, ale k tomu potřebují konkrétní stupeň osvětlení. Když je intenzita světla nedostatečná, oko není schopno vnímat různé odstíny barev, v takovém případě se jedná o skotopické pásmo vidění. Naopak barevné vidění je možné ve fotopickém pásmu. [19]

1.4.3 Poruchy zraku v současné době

Zrakové postižení a slepota jsou běžné i dnes. Nedávné studie provedené v roce 2015 vedly k závěrům, že ve Spojených státech jsou více než tři miliony lidí, s různými onemocněními zrakového aparátu, a více než jeden milion lidí s úplnou ztrátou zraku. Toto ukazuje, že počet lidí se zrakovými postiženími se za poslední desetiletí zvýšil o 20 procent, i když se kvalita lékařské péče a efektivita léčby zrakových chorob výrazně zlepšila. Údaje z výzkumu naznačují, že do roku 2050 se počet těchto onemocnění ještě zdvojnásobí. [20]

Převládajícími poruchami jsou krátkozrakost, dalekozrakost, astigmatismus a presbyopie. Každý z těchto problémů lze napravit použitím brýlí, kontaktních čoček nebo chirurgickým zákrokem. Krátkozrakost je převládající zrakové postižení. Jedinci s krátkozrakostí mají schopnost vnímat objekty, které jsou poblíž, ale mají problém vidět objekty, které se nacházejí v dálce. [21]

1.5 Osvětlení pracovišť

Špatné osvětlení může vést k problémům se soustředěním, k vyčerpání, bolestem očí, bolestem hlavy, depresím a dalším psychologickým problémům na pracovišti. Ve skutečnosti může být jedním z důvodů, které přispívají k takzvanému *syndromu nemocných budov*. Pojem „nemocné“ nebo „nezdravé budovy“ označuje špatně naplánované a promyšlené nebo nesprávně postavené domy, které kvůli svým vlastnostem poškozují zdraví lidí. Nezáleží na tom, zda jsou pracovníci na výrobní lince v průmyslovém prostředí nebo v kanceláři.

Hygienické směrnice uvádějí, že každý potřebuje pro svou práci vynikající osvětlení. Je třeba zdůraznit, že nedostatečné osvětlení zahrnuje jak nadměrné množství světla, tak nedostatek světla v dané oblasti. Vždy je nutné provést úpravy osvětlení, aby bylo zajištěno, že je vyvážené a vhodné pro konkrétní úkol. [22,23]

Hlavním účelem dobrého osvětlení na pracovišti je chránit zrak a celkovou pohodu lidí. Nadměrné množství světla může způsobit bolesti hlavy a únavu očí, což snižuje soustředění a následně pracovní nasazení a výkon. Špatné osvětlení může představovat vážné ohrožení bezpečnosti, zejména při přemísťování velkých předmětů. Osvětlení by dále nemělo vytvářet stíny a odlesky, které oči zraňují nebo ohrožují bezpečnost práce.

Podrobnější hygienické požadavky na osvětlení pracoviště obsahuje nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví normy ochrany zdraví při práci. Tyto dva odstavce vysvětlují vše, co je potřeba vědět o pracovním osvětlení, včetně minimálního množství umělého osvětlení a osvětlení konkrétních pracovních stanic. Na světlo a osvětlení místností se také vztahují následující normy:

ČSN 36 0020 – Sdružené osvětlení

ČSN 36 0011 – 3 – Měření osvětlení prostorů – Část 3: Měření umělého osvětlení vnitřních prostorů

ČSN EN 12464-1 – Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory. [23]

1.5.1 Vybavení ordinace dentální hygienistky a zubního lékaře

Ordinace dentální hygienistky a zubního lékaře musí splňovat normy podle platných zákonů. Jedním ze základních dokumentů je vyhláška č. 92/2012 Sb., „o požadavcích na minimální technické a věcné vybavení zdravotnických zařízení a kontaktních pracovišť domácí péče“, která byla poupravená dle novější vyhlášky č. 284/2017 Sb. Daná vyhláška obsahuje 10 příloh a týká se nejen stomatologie, ale i dalších lékařských oborů.

Každé zdravotnické zařízení ambulantního typu musí obsahovat několik druhů prostorů: čekárna a WC pro pacienty, ordinace lékařů, zákrokový sál (pokud

se provádí operační výkony), vedlejší provozní prostory jako sanitární zařízení pro pracovníky, sklad a denní místnost.

Co se týče velikostí konkrétních prostorů, vyhláška zahrnuje určité hodnoty a požadavky. Čekárna by měla odpovídat aspoň minimální ploše 7 m² a musí obsahovat sedací nábytek pro pacienty. Pokud je čekárna větší než 10 m², může být společná pro větší množství ordinací i dalších zdravotnických pracovníků. Samotná ordinace lékaře musí mít podlahovou plochu minimálně 13 m². Zákrokový sál by měl mít minimální plochu 10 m² a podlahy, stěny, stropy i další povrchy odolné proti znečištění a poškození při regulárním úklidu, mytí a dezinfekci. Místo skladu ve zdravotnickém zařízení mohou být speciální skříňky. Důležité je, aby při skladování materiálů, dezinfekčních přípravků a prádla nedošlo ke kontaminaci znečištěnými věcmi. WC pro pacienty musí obsahovat umyvadlo v kabině nebo v předsíní. Jestli je zdravotnické zařízení složeno maximálně ze dvou ordinací lékařů nebo pracovišť jiných odborných pracovníků, WC by mohlo být společné pro zdravotnické pracovníky a pacienty.

Ve stomatologické ordinaci stejně jako na pracovištích jiných zdravotnických pracovníků nesmí dle vyhlášky chybět: vyšetřovací křeslo, židle pro pacienta, dřez na mytí nástrojů, stolek a skříň na nástroje, umyvadlo, lednička na léčivé přípravky s teploměrem, pomůcky pro poskytování první pomoci, sterilizátor, lokální svítidlo vyšetřovací. Specifické požadavky na vybavení zubní ordinace vyžadují přítomnost: stomatologické soupravy s křeslem, plivátka, zubního RTG přístroje, přívodu stlačeného vzduchu a odsávání, odlučovače na amalgám a vyšetřovacího svítidla. Když se jedná o ortodontickou ambulanci, ordinace by ještě měla mít RTG přístroj pro zhotovení dálkových snímků, pokud nemá smlouvu s jiným pracovištěm zdravotnického zařízení, které by mělo vlastní rentgenologický přístroj. Ortodontická ambulance zároveň nevyžaduje stabilní RTG přístroj i aparát pro zhotovení snímku nebo digitální systém a také separátor odpadních vod.

Na rozdíl od ostatních lékařských ordinací součástí stomatologické ordinace nejsou: stěny s omyvatelným povrchem, tonometr, vyšetřovací lehátko, váha, přístroj na měření výšky, fonendoskop, přebalovací stůl a místo pro svlékání pacientů.

Ordinace dentální hygienistky vyžaduje menší objem vybavení, ale bezpodmínečně musí mít: stomatologickou soupravu a křeslo, plivátko, přívod stlačeného vzduchu a odsávání, vyšetřovací svítidlo. Navíc toto vybavení není nutné, jestli se dentální hygienistka věnuje pouze motivaci, výchovným programům prevence vzniku i rozvoji zubního kazu, parodontopatii a instruktáži pacientů, stanovuje úroveň dentální hygieny podle subjektivních a objektivních příznaků, vysvětluje a ukazuje postupy i techniky při provádění domácí hygieny, kontroluje efektivitu i úspěšnost každého pacienta a vysvětluje souvislost mezi racionální výživou a zdravím dutiny ústní. [24]

1.5.2 Zdroje světla ve stomatologické ordinaci

Pro osvětlení pracovního pole (dutiny ústní) při stomatologických výkonech se používají různé světelné zdroje s odlišnými charakteristikami a specifikacemi. Vzájemné mísení těchto zdrojů je možné za předpokladu, že je využito světlo ekvivalentní kvality. [25]

Stropní lampa je klíčovým prvkem ve vybavení zubních ordinací, pomáhá zajišťovat optimální osvětlení pracovního prostoru. Při kombinování s přídatnými lampami vytvářejí jednotné světlo se správně nastavenými úrovněmi osvětlení. [26]

Stomatologické závěsné lampy jsou speciálně navrženy tak, aby poskytovaly intenzivní, ale rozptýlené světlo, které minimalizuje stíny a zlepšuje viditelnost v ústní dutině pacienta. Jsou dva nejčastější typy – LED a halogenová svítidla. LED technologie je v současnosti nejpopulárnější díky své efektivitě, dlouhé životnosti a schopnosti poskytovat čisté, bílé světlo, které je ideální pro diagnostiku a léčebné postupy. Přestože jsou postupně nahrazována LED světly, halogenová světla stále najdou uplatnění v některých praxích díky jejich schopnosti poskytovat intenzivní světlo s vysokým barevným podáním. [27,28]

Stomatologická operační lampa je zásadní součástí vybavení každé stomatologické ordinace. Poskytuje intenzivní a přesně zaměřené osvětlení, které je nezbytné pro provádění různých zubních procedur. Tato lampa umožňuje stomatologům vidět pracovní pole v nejlepší možné kvalitě osvětlení,

což je klíčové pro dosažení optimálních výsledků při léčbě. Moderní stomatologické operační lampy jsou obvykle vybaveny LED technologií, která nabízí mnoho výhod, včetně dlouhé životnosti, nízké spotřeby energie a minimálního vyzařování tepla. Navíc mnoho modelů umožňuje nastavení intenzity světla a jeho zaměření, což ještě více zvyšuje jejich praktickou hodnotu v ordinaci. [29,30]

Lupové brýle a svítilny hrají důležitou roli ve stomatologii, výrazně zlepšují vizuální ostrost odborníků při osvětlování ústní dutiny pacienta. Studie Urlic et al. (2021) ukázala, že používání zvětšovacích zařízení umožňuje stomatologům dosáhnout vyšší vizuální ostrosti, což zajišťuje přesnější práci, zkracuje operační čas, zlepšuje držení těla a snižuje bolesti v ramenou během léčby. [31] Kromě toho používání zvětšovacích zařízení zlepšuje detaily vizualizace orální struktury, což je kriticky důležité pro přesnost stomatologických procedur. To potvrzují i další výzkumy, které zdůrazňují význam magnifikace při zlepšování kvality vyšetření tkání ústní dutiny a zlepšení klinických výsledků. Je důležité poznamenat, že správný výběr a používání zvětšovacích zařízení může výrazně ovlivnit úspěch terapie, poskytováním lepší vizualizace, tím i přesnější a efektivnější léčbu pacientů. [32]

Stomatologický mikroskop se stal revolučním nástrojem ve stomatologii, který dramaticky zlepšuje kvalitu vizualizace a přesnosti během stomatologických procedur. Mikroskop poskytuje vysokou míru zvětšení a homogenní osvětlení operačního pole, což je zásadní pro identifikaci a léčbu komplexních případů, zejména v endodoncii a mikrochirurgických zákrocích. Díky optimalizaci vidění pomocí intenzivního světla a zvětšení je technická přesnost během terapeutických postupů výrazně zlepšena. Využití stomatologického mikroskopu v praxi znamená mnohem přesnější práci, snižuje operativní čas a zlepšuje ergonomii, což vede k lepšímu výsledku léčby. [31]

Vestavěné osvětlení v **ultrazvukovém zubním přístroji** se obvykle nazývá „LED osvětlení“ nebo „vestavěné LED světlo“. Toto osvětlení se používá pro lepší viditelnost pracovní oblasti během stomatologických procedur, což zajišťuje lepší kontrolu a přesnost zákroku. LED osvětlení je preferováno díky jeho dlouhé

životnosti, úspornosti a schopnosti poskytovat jasné, zaměřené osvětlení bez významného generování tepla. [27,33]

Bezdrátové dobíjecí intraorální světlo je univerzální pomůcka, která produkuje intenzivní světlo pro zjednodušení práce a zvýšení kvality vyšetření dutiny ústní. Většinou taková světla mají dva typy silikonových bloků, které jsou určeny pro práci nejen s dospělými pacienty, ale i s dětmi. Tento přístroj by měl držet sám pacient, což výrazně usnadňuje práci zubního lékaře. [34]

Obrázek 5: Přenosné intraorální světlo e-Bite



Zdroj: archiv autorky

1.5.3 Požadavky na osvětlení ordinace dle zákona

Téměř všechny informace (minimálně 80 %) z vnějšího světa přijímá člověk prostřednictvím zraku, proto správné osvětlení hraje klíčovou roli v lidské činnosti a má pro ni velký význam. Osvětlení je zvláště důležité v medicíně, protože se v této oblasti řeší otázky zdraví a kvality života. Osvětlení v zubní praxi má určité normy a pravidla, jedním z hlavních oficiálních zdrojů věrohodných informací je technická norma ČSN EN 12464 – 1 – osvětlení pracovních prostorů, která úzce souvisí se zákonem č. 61/2007 Sb. Obsah této normy je hygienickým minimem a musí být dodržován v ordinaci každého lékaře a dentální hygienistky. I přesto, že tato norma platí již od roku 2012, v některých ordinacích jsou osvětlovací soustavy stále zavedeny podle starší normy z roku 2004, která

v současné době není platná. Na základě četných ergonomických studií bylo zjištěno, že pracovníci na pracovištích většinou dávají přednost celkové osvětlenosti alespoň přibližně 1000 lx, zatímco norma doporučuje minimálně 500 lx. Norma také stanoví udržovanou osvětlenost E_m – minimální hodnota průměrného osvětlení na konkrétním povrchu, pod kterou nesmí klesat intenzita osvětlení. Pokud skutečná osvětlenost E klesne pod E_m , je nezbytná údržba soustavy – kontrola, čištění, renovace, výměna světelných zdrojů a další.

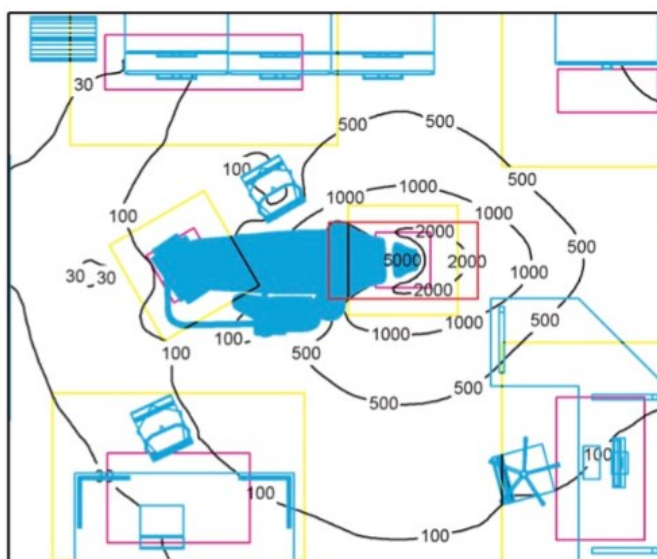
Specifikem práce v zubní ordinaci je pravidelné vystavení očí časté střídavé readaptaci mezi světlými a tmavými pracovními plochami, což negativně ovlivňuje zrak a vede k rychlejší únavě. S řešením tohoto problému může pomoci vhodně umístěné kvalitní a výkonné svítidlo přímo nad křeslem, které by mělo odpovídat (ale někdy ji i překračuje) požadované minimální udržované osvětlenosti pacienta 1000 lx. Čím je menší kontrast, tím je větší zraková pohoda pro zdravotníka. Velkou výhodou v ordinaci jsou chladné tóny bílého světla, protože právě tento typ světla obsahuje větší podíl modré složky, na kterou periferní vidění vykazuje větší citlivost, lze tak zajistit snížení vnímaného kontrastu. Pokud se pacient musí dívat do svítidla, pak budou pro pacienta matné svítící plochy příznivější a snáze vnímatelné.

Kromě dutiny ústní je v ordinaci mnoho dalších pracovních povrchů a míst, s nimiž osvětlení hraje důležitou roli: stůl s instrumentáři, stůl s počítačem, ovládací panel s displejem, kartotéka apod. Každé z uvedených míst musí mít bezvýhradně požadované osvětlení pro konkrétní typ činnosti a splněnou minimální celkovou osvětlenost 500 lx.

Jedním z nejnovějších doplnění v poupravené normě je pozadí pracovního pole. Je to plocha, která se nachází v nejbližším okolí pracovní oblasti, její šířka je minimálně 3 m v mezích prostoru. V souladu s normou by míra osvětlení této plochy měla odpovídat 1/3 skutečného osvětlení v nejbližším okolí úkolu. Je to právě tento bod, který se liší ve srovnání se starou normou, a proto jsou často ve starších ordinacích pozorovány chyby v umístění osvětlení. V ordinaci s výkonným závěsným zdrojem osvětlení se slabou nepřímou složkou může osvětlenost pacienta dosáhnout až 5000 lx. V takovém případě by pozadí úkolu, ke kterému patří většina prostoru, mělo mít minimální intenzitu osvětlení 1670 lx,

ale je docela těžké dosáhnout takových podmínek. Tento předpoklad a poměr nebyl splněn v žádné z desítek zkoumaných ordinací, ve kterých zdravotníci měli nad pracovní soupravou postavené závěsné svítidlo. To je velmi významný bod dané technické normy, neboť jejím hlavním smyslem je, že ordinace je třeba posuzovat jako celek. Hodnotíme a upravujeme nejen místo osvětlení, kde se pacient přímo nachází během ošetření, ale také je důležité usilovat o dosažení potřebného rovnoměrného osvětlení a vhodného kontrastu v celé ordinaci. Je také nutné počítat s tím, že nadměru výkonné svítidlo může narušit kvalitu a rovnoměrnost osvětlení – viz Obrázky 4 a 5. Na obrázku číslo 4 je typická situace v ordinaci, ve které je osvětlení prostoru zajištěno pouze výkonnou lampou přímo nad křeslem. Na obrázku číslo 5 vidíme vyváženou verzi osvětlení s méně směrovou lampou, ale s doplňujícími stropními a podlinkovými světelnými zdroji.

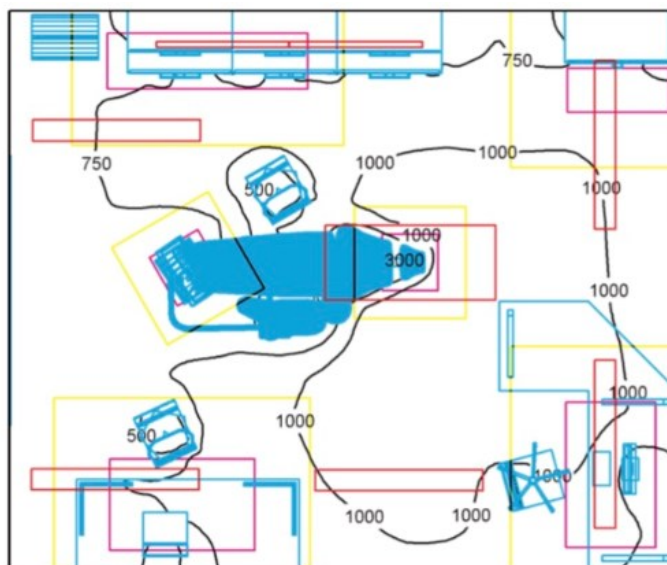
Obrázek 6: Nesprávná volba osvětlení



■ vybavení ordinace ■ svítidla ■ místa zrakových úkolů ■ okolí úkolů ☼ pozadím úkolů je celá ordinace
Pozn.: číselné hodnoty uvádějí intenzitu osvětlenosti v luxech

Zdroj: FUKSA, Antonín. *Osvětlení zubních ordinací: Pozor na změny v požadavcích na osvětlení!* StomaTeam. Roč. 2014, č. 2, s. 3. ISSN 1214 - 147X.

Obrázek 7: Správná volba osvětlení



Zdroj: FUKSA, Antonín. *Osvětlení zubních ordinací: Pozor na změny v požadavcích na osvětlení!* StomaTeam. Roč. 2014, č. 2, s. 3. ISSN 1214 - 147X.

Z provedených měření vyplývá, že jas okolí úkolu a celkové osvětlení často neodpovídají normě, což značně ovlivňuje míru zrakové únavy. To platí i pro relativně nízké požadované osvětlení 150 lx v prostoru přípravy materiálů i na pracovišti zdravotnického pracovníka, kde je vedena digitální dokumentace (počítačové sestavy). Mnoho zubních ordinací se nachází ve starších budovách, kde je obtížnější zorganizovat správné umístění světelných zdrojů, a proto jsou tam často pozorovány chyby v projektech. Většinou ambulance mají staré modely lamp, které odpovídají zastaralé technické normě, podle které měla být intenzita pouze 300 lx. Je důležité vzít v úvahu, že bez ohledu na to, jak dobře je ordinace organizována a jakkoli drahé a kvalitní je hlavní svítidlo, stejně to nestačí na splnění všech podmínek osvětlenosti. V ordinaci zubního lékaře vždy musejí být další zdroje světla, které zprostředkují vhodné osvětlení pozadí, rovnoměrnost a plynule se měnící kontrast. [35]

1.5.4 Role správného osvětlení zubní ordinace a zásadní parametry

Zrak zubního lékaře výrazně zatěžuje střídání soustředěné práce v intenzivně osvětleném operačním poli a prohlížení méně osvětlených částí ordinace v průběhu terapie. Výběrem vhodného osvětlovacího systému pro celou stomatologickou ordinaci lze účinně odstranit míru tohoto problému a vytvořit optimální podmínky pro zrakovou a duševní pohodu celého týmu.

Během ošetření pacienta musí zubní lékař často přizpůsobovat své zrakové vnímání povrchům nebo předmětům, které jsou osvětleny různou intenzitou. Jedním aspektem, který je třeba vzít v úvahu, je přítomnost poněkud kompaktní, ale vysoce osvětlené chirurgické oblasti s úrovní osvětlení dosahující až 20 000 lx. Stomatologická souprava dále obsahuje nástrojový stolek, který se skládá z několika komponent, jako jsou ovládací prvky, displeje nebo monitory, preparační materiály a další nástroje. Jinými slovy zrakové povinnosti jsou rozloženy na více místech, často s mnohem nižší úrovní osvětlení. Je vhodné zvolit řešení, které zajistí rovnoměrné osvětlení v celé pracovní oblasti. Konkrétně se jedná o instalaci nadřazeného kancelářského stropního nebo závěsného svítidla přímo nad stomatologickou soupravu spolu s doplněním či úpravou dalšího doplňkového osvětlení. Umožní to rovnoměrné rozložení intenzity osvětlení ve všech oblastech, kde zubař, dentální hygienistka nebo sestra plní své zrakové povinnosti. Zraková a psychická pohoda stomatologického týmu je výrazně zvýšena snížením rozdílu v intenzitě osvětlení mezi operačním polem a ostatními oblastmi zrakových úkolů během zákroku. Kromě toho u správně osvětlených ordinací zaznamenávají také pacienti vyšší úroveň komfortu a pohody.

Kvalita osvětlení v zubních ordinacích zahrnuje tři základní parametry: intenzitu osvětlení, teplotu barev a obecný index podání barev. [36]

Osvětlenost je měřitelná metrika, která představuje poměr světelného toku (měřeného v lumenech) dopadajícího na určitou plochu povrchu o určité velikosti v metrech čtverečních. Intenzita osvětlení je definována jako podíl světelného toku a plochy. Poskytuje informace o světelných podmínkách v určité oblasti. Základní jednotkou měření této veličiny je 1 lux, který se určí vydělením množství lumenů

plochou v metrech čtverečních. Lumeny (lm) představují měření světelného toku, což je množství světla vyzařovaného zdrojem, jako je klasická žárovka nebo LED lampa. Uvedené údaje určují svítivost zvolené žárovky a jsou obvykle uvedeny na obalu žárovky. Běžná 100W žárovka má obvykle světelný tok v rozmezí přibližně 1000 až 1500 lm, avšak současné LED žárovky mohou poskytovat stejnou úroveň jasů při použití pouze jedné desetiny výkonu. V důsledku toho vykazují vyšší účinnost tím, že produkují více lumenů na watt. [37]

Teplota barev je kvantitativní přístup používaný k měření barevných vlastností světelného zdroje v rozsahu, který sahá od teplých odstínů po studené odstíny. Číselné hodnoty jsou označeny jako Kelvin (K). Oranžová je běžně spojována s teplem, zatímco modrá je obvykle spojována s chladem. Podle tabulky teploty barev je však tento vztah obrácený. Vyšší hodnoty odpovídají chladnějším tónům, jako je modrá barva. Teplejší tóny, jako je žlutá, jsou spojeny s nižšími hodnotami. Teplota modré oblohy je například 12000 K. Na druhé straně teplota plamene svíčky je 1500 K. [38]

Index podání barev (CRI) měří míru, do jaké barvy objektů a jejich okolí vypadají přirozeně, když jsou osvětleny určitým světelným zdrojem. Světelná účinnost je kvantitativní měřítko používané k určení barevného vnímání světelného zdroje. Index podání barev umožňuje srovnání kvality světla mezi různými osvětlovacími látkami. [27]

1.5.5 LED osvětlení

LED je zkratka pro Light Emitting Diode (dioda vyzařující světlo). LED světlo je forma osvětlení, která využívá LED jako zdroj světla. Od tradičních světelných zdrojů, jako jsou halogenové žárovky a zářivky, se liší svými jedinečnými vlastnostmi a přednostmi. [27]

LED diody fungují na základě elektroluminiscence, fyzikálního jevu, při kterém se elektrický proud přeměňuje na světlo. Když elektrický proud prochází polovodičovým materiálem, elektrony se pohybují na vyšší energetické hladině, a pak se vrací na nižší úroveň, přičemž v procesu emitují fotony světla. Vlnová délka světla vyzařovaného LED je určena volbou polovodičového materiálu. Různé

látky vyzařují různé vlnové délky světla, které nakonec určuje jejich odstín. Při použití arsenidu galia LED produkuje červené světlo, zatímco využití nitridu india a galia může poskytnout modré nebo zelené světlo. [39]

Mezi hlavními výhodami LED patří: vysoká odolnost, kompaktnost díky malé velikosti, nízká teplota (ochrana proti přehřátí), nízká spotřeba energie, recyklovatelnost, absence UV záření, možnost dlouhodobého použití (vydrží 50x déle než analoga), atd. [40]

Studiu LED se věnuje velké množství vědeckých prací. V rámci jedné ze studií bylo provedeno měření spektrálně zářivých výkonů pomocí přímých a nepřímých metod. Když byly světlomety pozorovány přímo ve vzdálenosti 35 cm, bylo zjištěno, že intenzita potenciálně škodlivého modrého světla vyzařovaného určitými světly je vyšší než intenzita vyzařovaná polymeračním světlem LED (s maximální dobou expozice 62 sekund). Odražené světlo od LED světlometů při měření ve vzdálenosti 35 cm od bílého povrchu nepřekročilo povolené limity pro bezpečnou expozici očí. Zdravým dospělým lidem nehrozí žádné škodlivé účinky modrého světla vyzařovaného dentálními světly, když se odráží jako bílé světlo. Přímé pozorování může představovat riziko, ale toto riziko lze zmírnit použitím vhodných brýlí s filtrem modrého světla. [41]

1.5.6 Měření intenzity osvětlení

Intenzita osvětlení je měřena pro hygienické účely, konkrétně pro dodržení hygienických předpisů, a z toho vyplývající dokumentace je nutná pro vyřízení stavby. Měření intenzity osvětlení se provádějí v několika typech budov, včetně obytných budov, škol, nemocnic, kanceláří a podniků. [42]

Měření intenzity umělého osvětlení se provádí dle následujících norem

- ČSN 360011 – 1 Měření osvětlení vnitřních prostorů – Část 1: Základní ustanovení;
- ČSN 360011 – 2 Měření osvětlení prostorů – Část 2: Měření denního osvětlení;
- ČSN 360011 – 3 Měření osvětlení vnitřních prostorů – Část 3: Měření umělého osvětlení;

- ČSN 360011 – 4 Měření umělého osvětlení venkovních prostorů.

Měření intenzity denního osvětlení vnitřních prostor se provádí dle následujících norem:

- ČSN 73 0580 – 1 Denní osvětlení budov. Část 1: Základní požadavky;
- ČSN 73 0580 – 2 Denní osvětlení budov. Část 2: Denní osvětlení obytných budov;
- ČSN 73 0580 – 3 Denní osvětlení budov. Část 3: Denní osvětlení škol;
- ČSN 73 0580 – 4 Denní osvětlení budov. Část 4: Denní osvětlení průmyslových budov. [42]

1.5.7 Luxy a lumeny

Lumen je celkové množství vyzařovaného světla bez ohledu na směr jeho vyzařování. Lumen je fotometrická jednotka spolu s luxy a kandelami, která zohledňuje citlivost lidského oka při měření množství světla vyzařovaného zdrojem. To je zásadní kvůli rozdílům ve vnímání barev jednotlivců, protože někteří jedinci mohou mít větší schopnost vnímat jednu barvu nad druhou. Za předpokladu světelného zdroje o výkonu jeden Watt a vyzařování jediné barvy, např. 550 nm (zelená), by poskytl světelný tok 683 lumenů. Při využití ekvivalentního množství energie poskytne světelný zdroj vyzařující světlo o vlnové délce 650 nm (konkrétně v oranžovém spektru) světelný tok pouze 73 lumenů.

Lux je míra intenzity světla (lumen), které dopadá na určitý povrch. Ve skutečnosti číslo lux poskytuje komplexnější informace než množství lumenů. To je důvod, proč jsou směrnice v osvětlovacím průmyslu nejlépe definovány z hlediska množství světla v luxech, které je potřeba na určitém místě. Přesto není možné předem přesně určit lux na svítidlo. Hodnota luxů určitého místa je ovlivněna různými aspekty uvnitř okolní místnosti, jako je její velikost a barevné složení. Kvůli tomu není možné dopředu přesně stanovit množství luxů na konkrétní svítidlo. [43]

Měřicí přístroje

Existuje několik typů senzorů a metod pro měření intenzity osvětlení, každý s různými vlastnostmi a aplikacemi:

- 1) **Fotorezistory** (LDR – Light Dependent Resistors): Tento typ senzorů mění svůj odpor v závislosti na intenzitě světla. Čím vyšší je intenzita světla, tím nižší je odpor fotorezistoru. [44]
- 2) **Fotodiody a fototranzistory**: Tyto prvky generují elektrický proud, když jsou vystaveny světlu. Fototranzistory poskytují vyšší citlivost a širší rozsah měření intenzity světla než fotodiody. [45]
- 3) **Optické senzory**: Využívají odraz světla pro měření intenzity osvětlení. Skládají se z emitoru světla a fotodetektoru, který měří množství odraženého světla. [43]
- 4) **Fotometry**: Tato zařízení měří množství světla dopadajícího na povrch za určitý čas. Existují různé typy fotometrů, jako jsou diferenciální fotometry, které porovnávají intenzitu světla dvou zdrojů, a spektrofotometry, které měří spektrální rozložení intenzity světla. [46]
- 5) **Luxmetry**: Jsou používány k pravidelnému měření intenzity osvětlení na pracovištích, aby se zabezpečilo, že jsou rozložení a intenzita osvětlení správné a optimální.

Různé metody a přístroje pro měření intenzity osvětlení mají širokou škálu použití, od zajištění optimálních pracovních podmínek po bezpečnost a pohodlí. Výběr vhodného řešení závisí na konkrétních požadavcích a podmínkách aplikace. [47]

1.6 Ergonomie při práci se stomatologickým křeslem

Pracovníci zubních ordinací jsou často vystaveni vzniku chronické bolesti zad, syndromu karpálního tunelu, svalovému napětí, namoženým očím a dalším muskuloskeletálním problémům souvisejícím s jejich prací. Ergonomie v zubní ordinaci nabízí přesné pokyny ke snížení nebo odstranění bolesti a utrpení vyplývajícího z fyzického stresu, který stomatologický tým prožívá při každodenní

práci. Proto je důležité vědět co nejvíce o základech ergonomie, zdrojích problémů pohybového aparátu a možných řešeních zmírnění fyzické námahy ve stomatologickém prostředí. Nemalou roli při dodržování ergonomických pravidel hraje osvětlení ordinace a správná práce se zdroji světla. [48]

Zubní lékař může ošetřovat pacienty ve dvou polohách – ve stoje, vsedě. Výhodou polohy ošetřujícího ve stoje je častější střídání poloh (lepší udržení bdělosti) a umožňování pohybů ve větším rozsahu. Nevýhody dané polohy jsou – vyšší energetická náročnost, nižší možnost koordinovaných pohybů a zvýšené statické zatížení. Tato poloha je preferována při krátkých výkonech, u těhotných pacientek a při dávivém reflexu pacienta. Poloha ošetřujícího vsedě umožňuje lepší přístup i viditelnost, snížení zátěže (nižší riziko bolesti zad a krku) a redukuje celkovou fyzickou únavu spojenou s dlouhým stáním, což vede k udržení vysoké úrovně koncentrace po delší dobu. Zároveň může tato poloha omezovat některé typy pohybů (rychlý přesun kolem pacienta) a představuje určité zdravotní riziko spojené se sedavým zaměstnáním. Dlouhodobé sezení je spojeno s různými zdravotními problémy, včetně rizika kardiovaskulárních onemocnění, obezity a diabetes mellitus 2. typu. [49,50]

Poloha dentální hygienistky by dle současných doporučení měla být vsedě – přímé sezení, váha těla rovnoměrně rozložená na celou židličku, hrudní koš dopředu, hlava a krk se nacházejí v přímé ose těla, trup kolmo k podložce židle, úhel mezi trupem a stehny 90° . Dolní končetiny by měly dodržovat pravidlo tří pravých úhlů – úhel mezi trupem i stehny, mezi stehny i lýtkem a mezi lýtkem i nártem. U horních končetin nesmí být odklon v horizontální a předozadní rovině, mezi paží a předloktí musí být úhel 90° , pravá ruka (u praváků) je vždy fixována o opěrný bod, levá o temeno pacienta. Hlava pacienta umístěna ve výši hrudní kosti hygienistky, pohled přibližně kolmo na pracovní pole podobně jako při čtení. Vzdálenost očí ošetřujícího od pracovního pole musí být 35 – 45 cm. [51,52]

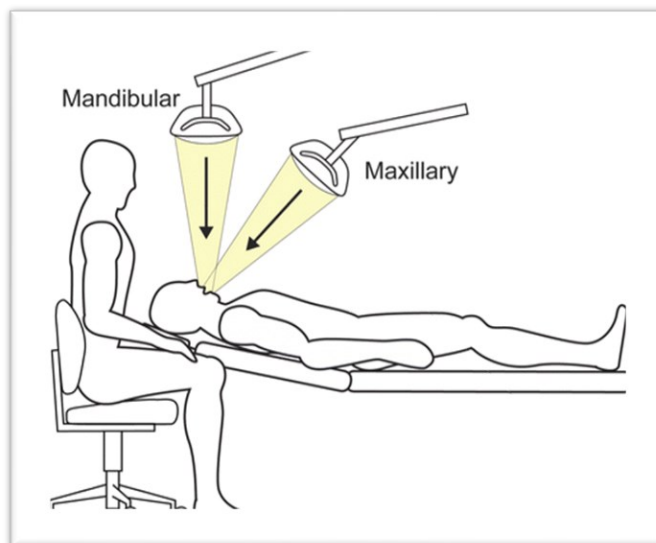
Obrázek 8: Poloha ošetřujícího



Zdroj: archiv autorky

Umístění světla, které osvětluje pracovní plochu, může výrazně ovlivnit polohu lékaře při ošetřování pacientů. Paprsek operačního světla je vždycky rovnoběžný s linií pohledu a nevrhá stín. Funkční lampa by měla vydávat světlo o intenzitě mezi 8000 a 20 000 luxy. Operační světlo musí být umístěno nad hlavou pravorukého lékaře na levé straně směrem k operačnímu poli, u levorukého lékaře na pravé straně. Mnoho světelných zdrojů v ordinaci, včetně osvětlení místnosti, operačního světla a světla v preparačním násadci mikromotoru nebo ultrazvuku, by mělo společně poskytovat vhodné světelné prostředí pro zrakovou a psychickou pohodu lékaře. [53]

Obrázek 9: Umístění operačního světla



Zdroj: <https://pocketdentistry.com/patient-examination-and-assessment/>

Když mluvíme o správném umístění zdroje osvětlení, je třeba poznamenat, že ve stomatologii se nejčastěji používají dva typy poloh pacienta – mandibulární a maxilární.

Mandibulární poloha je přizpůsobena pro práci na dolní čelisti (mandibule). V této pozici je pacient umístěn tak, aby hlava byla stabilizována a mírně předkloněna, což umožňuje zubnímu lékaři snadnější přístup k dolním zubům. Tělo pacienta by mělo být ve vodorovné nebo mírně skloněné pozici, aby se zajistilo pohodlí během zákroku a zároveň se zamezilo nadměrnému tlaku na zadní část krku nebo hlavy. Důležitým aspektem mandibulární polohy je správné umístění zdroje světla, které by mělo být orientováno tak, aby světlo směřovalo přímo do úst pacienta bez vytváření stínů nebo oslnění, což by mohlo ztížit práci lékaře nebo nepříjemně působit na pacienta. Lampa musí být umístěna vysoko nad hlavou pacienta nebo mírně ze strany, aby mohl světelný paprsek pronikat do úst bez překážek. Toho se často dosahuje využitím nastavitelných zubních lamp, které lze snadno přemístit a zaměřit na požadovanou oblast.

Obrázek 10: Mandibulární poloha



Zdroj: archiv autorky

Maxilární poloha pacienta se ve stomatologii týká specifického uspořádání pacienta na zubním křesle pro optimální přístup a léčbu horní čelisti (maxily). V této poloze je hlava pacienta umístěna tak, aby byla zvednutá a mírně nakloněná dozadu, což zubnímu lékaři umožňuje efektivní a pohodlný přístup k horním zubům a dásním. Tělo pacienta by mělo být ve vodorovné poloze nebo mírně nakloněné, s hlavou umístěnou níž než nohy, aby se zvýšila viditelnost a přístupnost horní čelisti. Tato pozice rovněž pomáhá redukovat riziko, že pacient pocítí nevolnost nebo dýchací potíže způsobené tím, že se mu v ústech hromadí voda nebo jiné materiály.

Obrázek 11: Maxilární poloha



Zdroj: archiv autorky

Zdroj světla by měl být pečlivě umístěn, aby měl lékař jasný výhled na pracovní oblast. Ideálně by světlo mělo být směřováno z přední nebo boční strany, aby mohl lékař lépe vidět detaily v ústech pacienta bez nutnosti nadměrného naklánění nebo úpravy vlastní polohy. U maxilární polohy je obzvlášť důležité, aby bylo světlo směřováno z mírného úhlu dolů. [49,51,52]

Optimální umístění operačního světla během zubních zákroků na mandibulární (dolní čelist) a maxilární (horní čelist) pozici je klíčové pro zlepšení viditelnosti a snížení stínů, což usnadňuje efektivní léčbu. Tato konfigurace světla spolu s ergonomickým umístěním jak zubního lékaře, tak pacienta výrazně zvyšuje pohodlí a efektivitu, což přispívá k lepším klinickým výsledkům a spokojenosti pacientů. [54,55]

2 PRAKTICKÁ ČÁST

Cílem bakalářské práce je analyzovat a porovnat intenzitu osvětlení z různých zdrojů světla v zubní ordinaci pomocí intraorálního luxmetru. Práce se zaměřuje na identifikaci nejefektivnějšího typu osvětlení pro zajištění optimálních světelných podmínek, které by splňovaly hygienické normy a zároveň podporovaly ergonomii práce zubního lékaře. V praktické části byla provedena měření intenzity osvětlení při použití různých světelných zdrojů, aby se určilo, které světlo nejlépe vyhovuje požadavkům specifického pracovního prostředí zubní ordinace.

2.1 Hypotézy

Hypotéza č. 1: „Předpokládám, že závěsné svítidlo ovlivňuje intenzitu osvětlení v dutině ústní během ošetření“

Hypotéza č. 2: „Předpokládám, že přenosné zdroje světla (lupové brýle, eBite) mají vyšší intenzitu osvětlení než stropní, operační a závěsné světlo.“

Hypotéza č. 3: „Předpokládám, že intenzita stropního, operačního a závěsného světla značně ovlivňuje intenzitu přenosných zdrojů světla (lupové brýle a eBite)“

Hypotéza č. 4: „Předpokládám, že stropní, závěsné a operační světlo mají stabilnější intenzitu osvětlení než přenosné zdroje (lupové brýle a eBite)“

2.2 Materiál a metodika

Metodika bakalářské práce „Hygiena světla v zubní ordinaci“ zahrnuje provedení dvojitého měření intenzity světla za účelem zvýšení přesnosti. Měření byla prováděna pomocí intraorálního luxmetru na deseti stomatologických soupravách. Během měření byly zapojeny tři osoby: pacient, ošetřující, který držel luxmetr ve správné pozici v ústní dutině pacienta, a osoba, která spouštěla měření v aplikaci na počítači.

Tabulka 1: Vybavení stomatologických ordinací

Číslo ordinace	Model stomatologického křesla	Stropní světlo	Závěsné světlo	Operační světlo	Mikro motor	Ultrazvuk
Ord. č. 1 pavilon X	Kaltenbach & Voigt	+	+	+	-	-
Ord. č. 2 pavilon X	Kaltenbach & Voigt	+	-	+	+	-
Ord. č. 2 pavilon N	Kaltenbach & Voigt	+	-	+	-	-
Ord. č. 3 pavilon N	Kaltenbach & Voigt	+	-	+	-	-
Ord. č. 5 pavilon N	Kaltenbach & Voigt	+	+	+	+	+
Ord. č. 7 pavilon N	Kaltenbach & Voigt	+	+	+	-	-
Ord. č. 8 pavilon N	Kaltenbach & Voigt	+	+	+	-	-
Ord. č. 9 pavilon N	Kaltenbach & Voigt	+	+	+	-	-
Ord. č. 11 pavilon N	Kaltenbach & Voigt	+	-	+	-	-
Ord. Dream Smile	Sirona Intego Pro	+	+	+	-	-

Zdroj: autorka

Každá ordinace měla různé podmínky a zdroje osvětlení. Celkem bylo definováno a změřeno následujících sedm zdrojů světla:

- 1) stropní světlo
- 2) závěsné světlo
- 3) operační světlo
- 4) lupové brýle, resp. světlo k lupovým brýlím
- 5) přenosné intraorální světlo (eBite)
- 6) mikromotor, resp. světelný zdroj
- 7) ultrazvuk, resp. světelný zdroj

Bylo provedeno několik měření s různými kombinacemi zdrojů osvětlení:

- a) stropní světlo
- b) stropní a závěsné světlo
- c) stropní a operační světlo

- d) stropní, závěsné a operační světlo
- e) stropní, závěsné, operační světlo a lupové brýle
- f) stropní, závěsné, operační světlo a intraorální světlo
- g) stropní, závěsné, operační světlo a mikromotor
- h) stropní, závěsné, operační světlo a ultrazvuk
- i) stropní a závěsné světlo, lupové brýle
- j) stropní a závěsné světlo, intraorální světlo
- k) stropní a závěsné světlo, mikromotor
- l) stropní a závěsné světlo, ultrazvuk

První dvě soupravy byly umístěny v prostorech 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v pavilonu X. Dalších sedm souprav se nacházelo na Stomatologické klinice 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní Nemocnice Královské Vinohrady v ambulancích číslo 2, 3, 5, 7, 8, 9 a 11. Poslední měření bylo provedeno na soukromé klinice Dream Smile v Praze.

Pacient byl umístěn v mandibulární poloze, ošetřující v poloze 12 hodin, luxmetr se přikládá v dutině ústní pacienta bez žádné změny polohy kolmo na bukální stěnu prvního dolního levého moláru. Měření bylo provedeno pouze na pacientovi.

Obrázek 12: Umístění luxmetru v dutině ústní pacienta



Zdroj: autorka

Byl použit intraorální luxmetr od firmy Vernier a přidružený počítačový program Logger Lite 1.9.4., což je vzdělávací software vyvinutý společností Vernier, který usnadňuje sběr a analýzu dat v oblasti vědy a matematiky. Použitá verze byla vydána 2. května 2018. Software je kompatibilní s Windows (7, 8.1, 10) a macOS (10.10 až 10.12), což umožňuje provádět vědecké experimenty a analýzy dat s pomocí intuitivních grafických displejů v reálném čase. Tato aplikace umožňuje graficky zaznamenat výsledky každého provedeného měření. Grafy obsahují osy X a Y: na ose X jsou zobrazeny časové intervaly měření ve vteřinách (každé měření trvalo 10 sekund), na ose Y je zobrazena intenzita osvětlení v luxech (od 0 do 6000).

Obrázek 13: Průběh měření



Zdroj: autorka

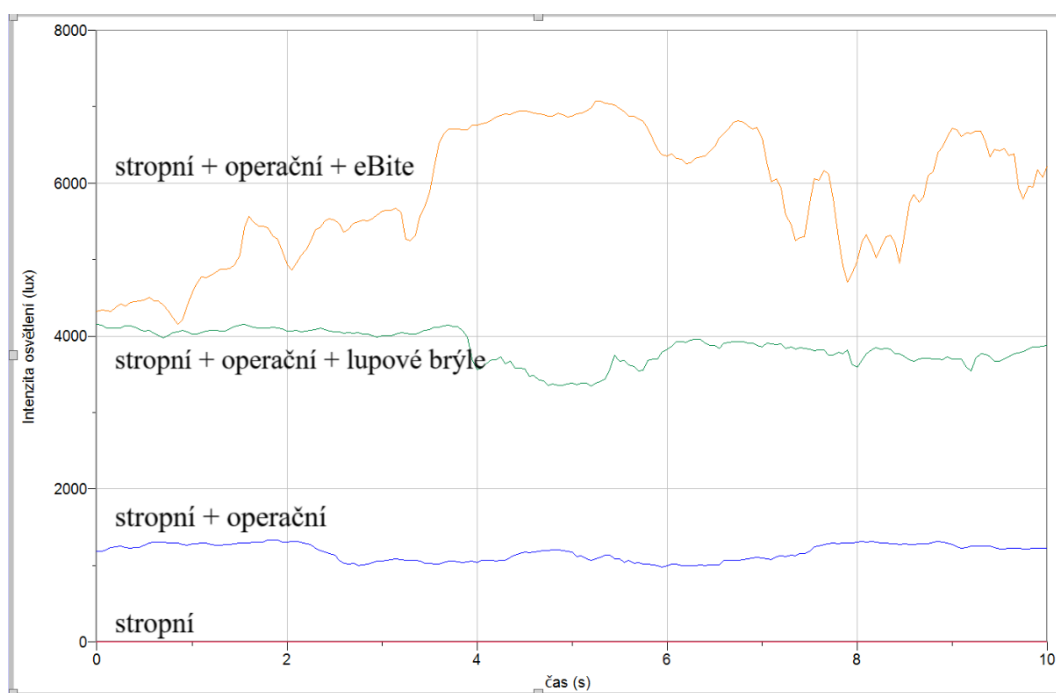
2.3 Výsledky

Měření bylo provedeno na 10 stomatologických soupravách, na každé dvakrát. Ke každé soupravě tedy přilehají dva grafy z průběhu měření a dva grafy s analýzou proběhlého měření.

2.3.1 Ambulance číslo 2 – Stomatologická klinika Fakultní nemocnice Královské Vinohrady

V ambulanci č. 2 chybí závěsné stomatologické světlo, z toho důvodu byly změřeny jen 4 typy zdrojů osvětlení – stropní světlo, operační světlo, lupové brýle (SurgiTel, intenzita 10000 – 75000 lux) a přenosné intraorální světlo (LED lampa eBite, intenzita 5000 – 8000 lux).

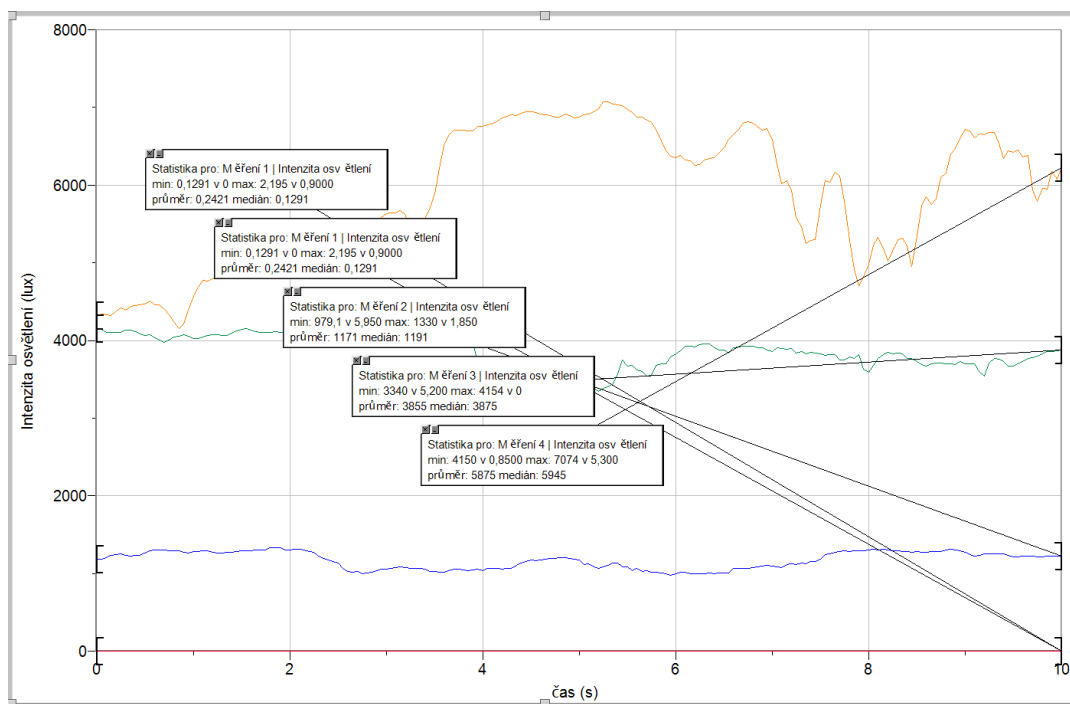
Graf 1: První měření ambulance č. 2 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, operačního světla a přenosného intraorálního světla eBite. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 2: Analýza prvního měření ambulance č. 2 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

První měření v ambulanci č. 2 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *2,195 lux*. Medián = *0,1291 lux*. Průměrná hodnota = ***0,2421 lux***;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *979,1 lux*, maximální *1330 lux*. Medián = *1191 lux*. Průměrná hodnota = ***1171 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *3340 lux*, maximální *4154 lux*. Medián = *3875 lux*. Průměrná hodnota = ***3855 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *4150 lux*, maximální *7074 lux*. Medián = *5945 lux*. Průměrná hodnota = ***5875 lux***.

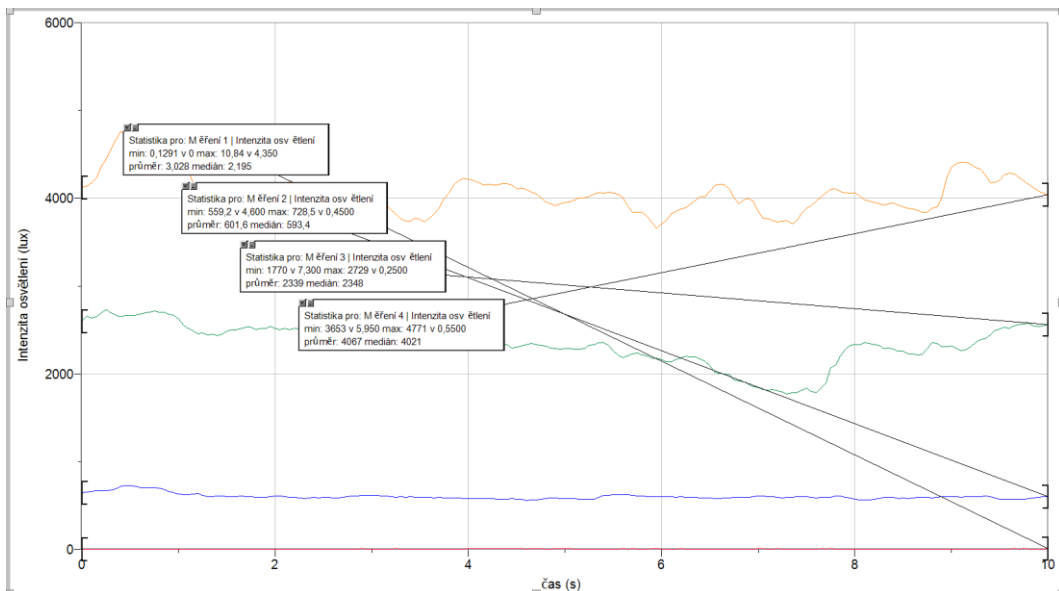
Graf 3: Druhé měření ambulance č. 2 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, operačního světla a přenosného intraorálního světla eBite. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 4: Analýza druhého měření ordinace č. 2 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

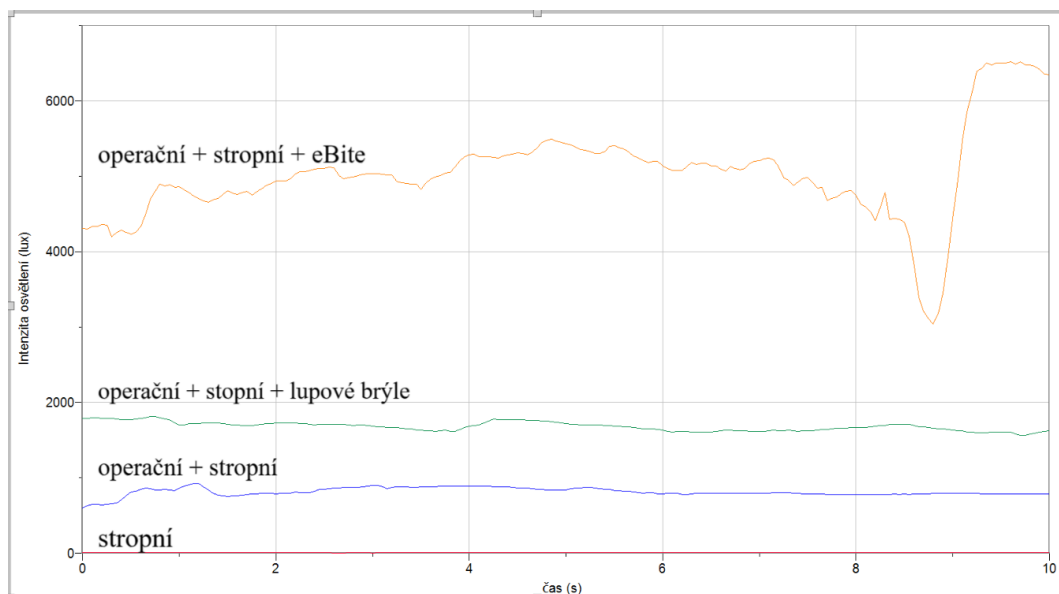
Druhé měření v ambulanci č. 2 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *10,84 lux*. Medián = *2,195 lux*. Průměrná hodnota = **3,028 lux**;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *559,2 lux*, maximální *728,5 lux*. Medián = *593,4 lux*. Průměrná hodnota = **601,6 lux**;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *1770 lux*, maximální *2729 lux*. Medián = *2348 lux*. Průměrná hodnota = **2339 lux**;
- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *3653 lux*, maximální *4771 lux*. Medián = *4021 lux*. Průměrná hodnota = **4067 lux**.

2.3.2 Ambulance číslo 3 – Stomatologická klinika Fakultní nemocnice Královské Vinohrady

V ambulanci č. 3 chybí závěsné stomatologické světlo, z toho důvodu byly změřeny jen 4 typy zdrojů osvětlení – stropní světlo, operační světlo, lupové brýle a přenosné intraorální světlo eBite.

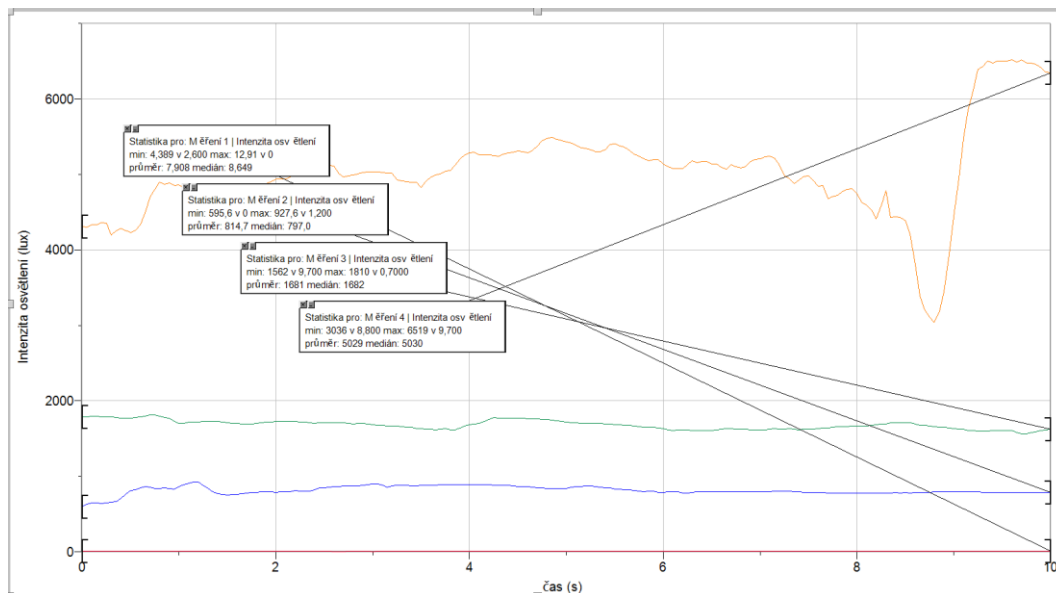
Graf 5: První měření ambulance č. 3 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, operačního světla a přenosného intraorálního světla eBite. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 6: Analýza prvního měření ambulance č. 3 pavilon N

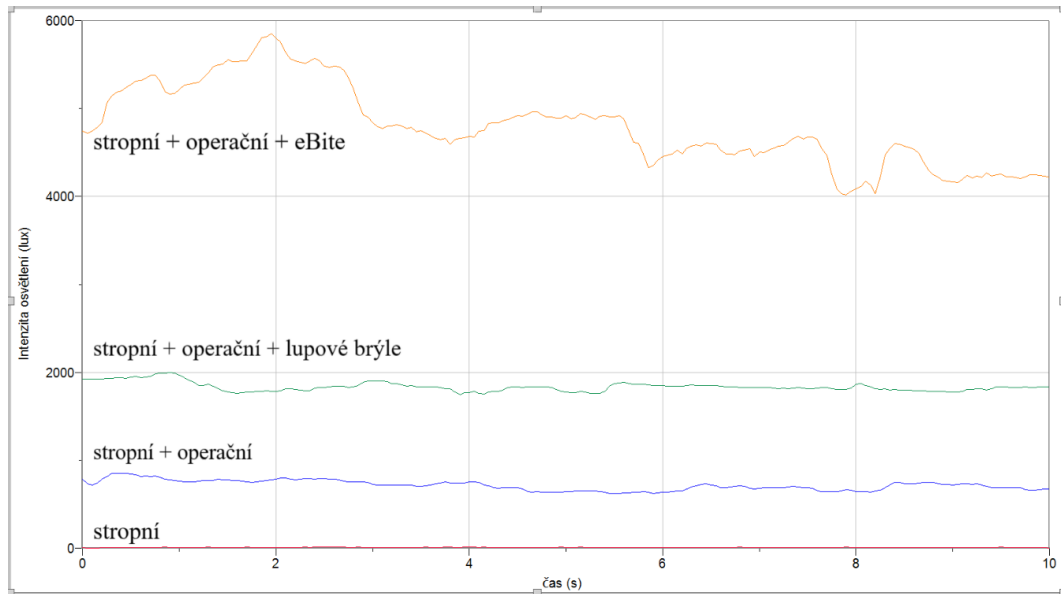


Zdroj: archiv autorky

První měření v ambulanci č. 3 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *4,389 lux*, maximální *12,91 lux*. Medián = *8,649 lux*. Průměrná hodnota = ***7,908 lux***;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *595,6 lux*, maximální *927,6 lux*. Medián = *797 lux*. Průměrná hodnota = ***814,7 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *1562 lux*, maximální *1810 lux*. Medián = *1682 lux*. Průměrná hodnota = ***1681 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *3036 lux*, maximální *6519 lux*. Medián = *5030 lux*. Průměrná hodnota = ***5029 lux***.

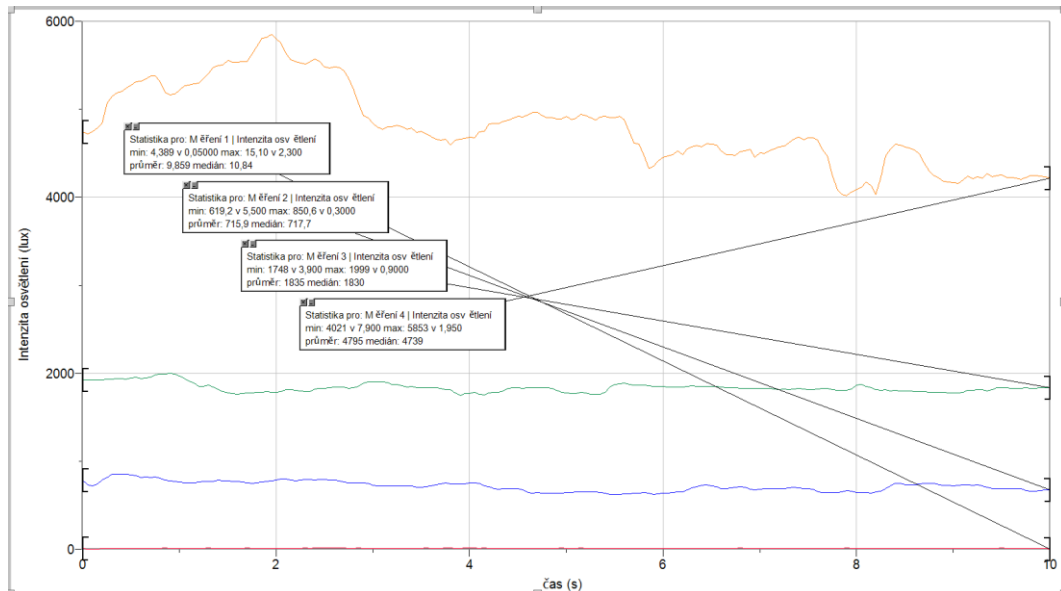
Graf 7: Druhé měření ambulance č. 3 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, operačního světla a přenosného intraorálního světla eBite. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 8: Analýza druhého měření ambulance č. 3 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

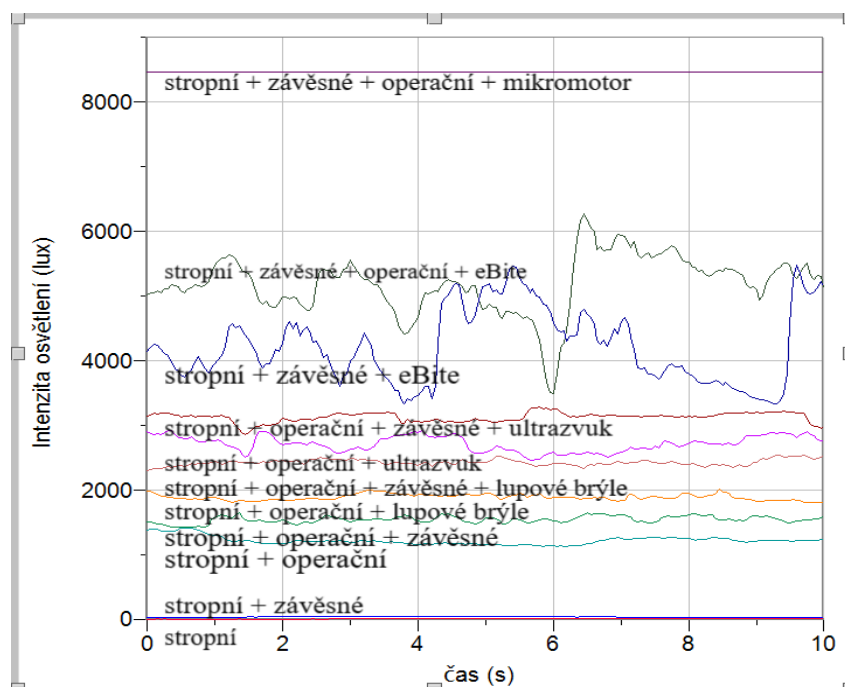
Druhé měření v ambulanci č. 3 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *619,2 lux*, maximální *15,10 lux*. Medián = *10,84 lux*. Průměrná hodnota = **9,859 lux**;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *979,1 lux*, maximální *850,6 lux*. Medián = *717,7 lux*. Průměrná hodnota = **715,9 lux**;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *1748 lux*, maximální *1999 lux*. Medián = *1830 lux*. Průměrná hodnota = **1835 lux**;
- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *4021 lux*, maximální *4739 lux*. Medián = *4739 lux*. Průměrná hodnota = **4795 lux**.

2.3.3 Ambulance číslo 5 – Stomatologická klinika Fakultní nemocnice Královské Vinohrady

V ambulanci č. 5 byly změřeny 7 typů zdrojů osvětlení – stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo, lupové brýle, mikromotor, ultrazvuk a přenosné intraorální světlo eBite.

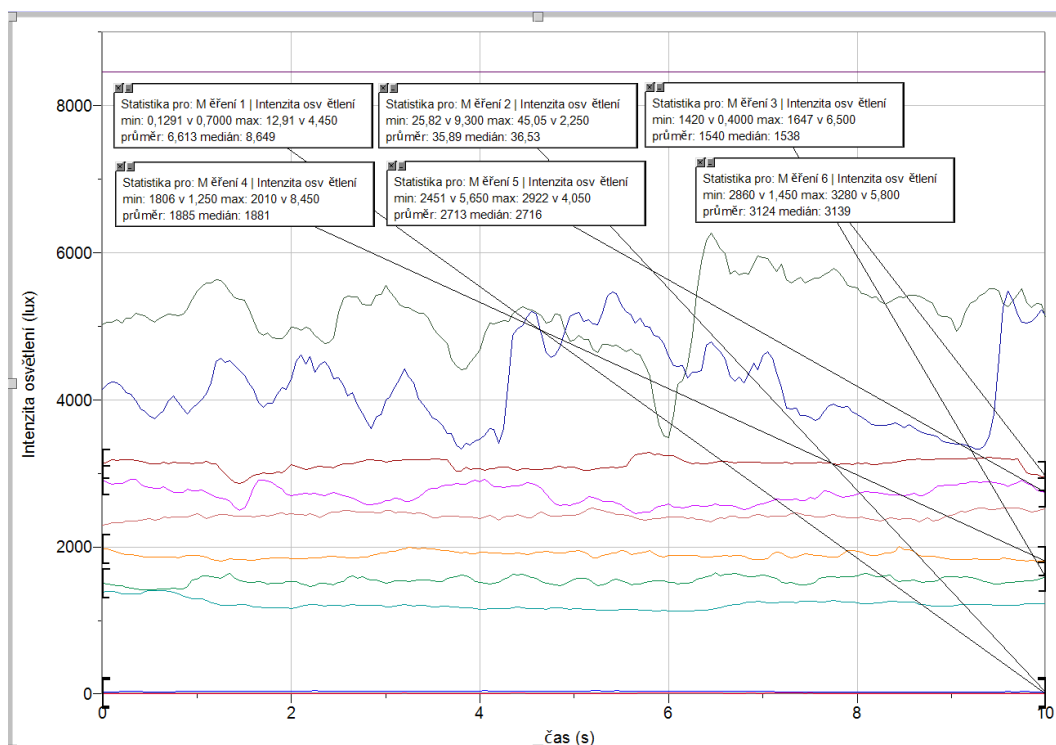
Graf 9: První měření ambulance č. 5 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, závěsného světla, operačního světla a mikromotoru. Nejnížší intenzitu má stropní světlo.

Graf 10: 1. část analýzy prvního měření ambulance č. 5 pavilon N



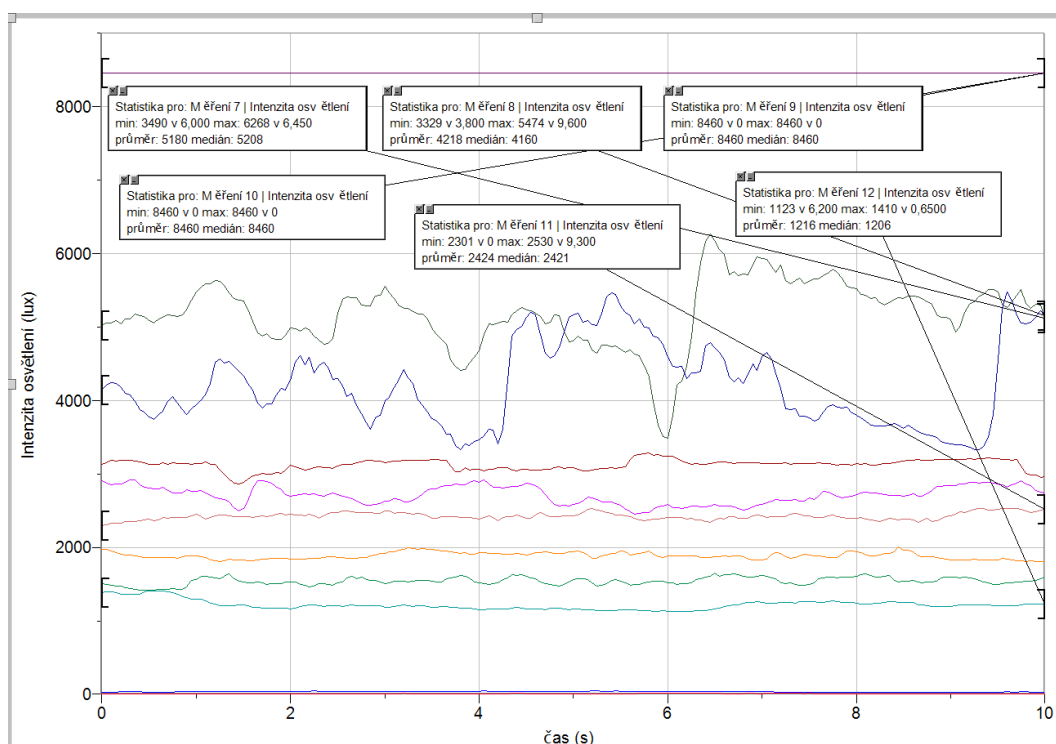
Zdroj: archiv autorky

První měření v ambulanci č. 5 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *12,91 lux*. Medián = *8,649 lux*. Průměrná hodnota = ***6,613 lux***;
- **Stropní světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *25,82 lux*, maximální *45,05 lux*. Medián = *36,53 lux*. Průměrná hodnota = ***35,89 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a závěsné:** minimální hodnota intenzity *1420 lux*, maximální *1647 lux*. Medián = *1538 lux*. Průměrná hodnota = ***1540 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *1806 lux*, maximální *2010 lux*. Medián = *1881 lux*. Průměrná hodnota = ***1885 lux***;

- **Stropní světlo, operační světlo a ultrazvuk:** minimální hodnota intenzity *2451 lux*, maximální *2922 lux*. Medián = *2716 lux*. Průměrná hodnota = *2713 lux*;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a ultrazvuk:** minimální hodnota intenzity *2860 lux*, maximální *3280 lux*. Medián = *3139 lux*. Průměrná hodnota = *3124 lux*.

Graf 11: 2. část analýzy prvního měření ambulance č. 5 pavilon N



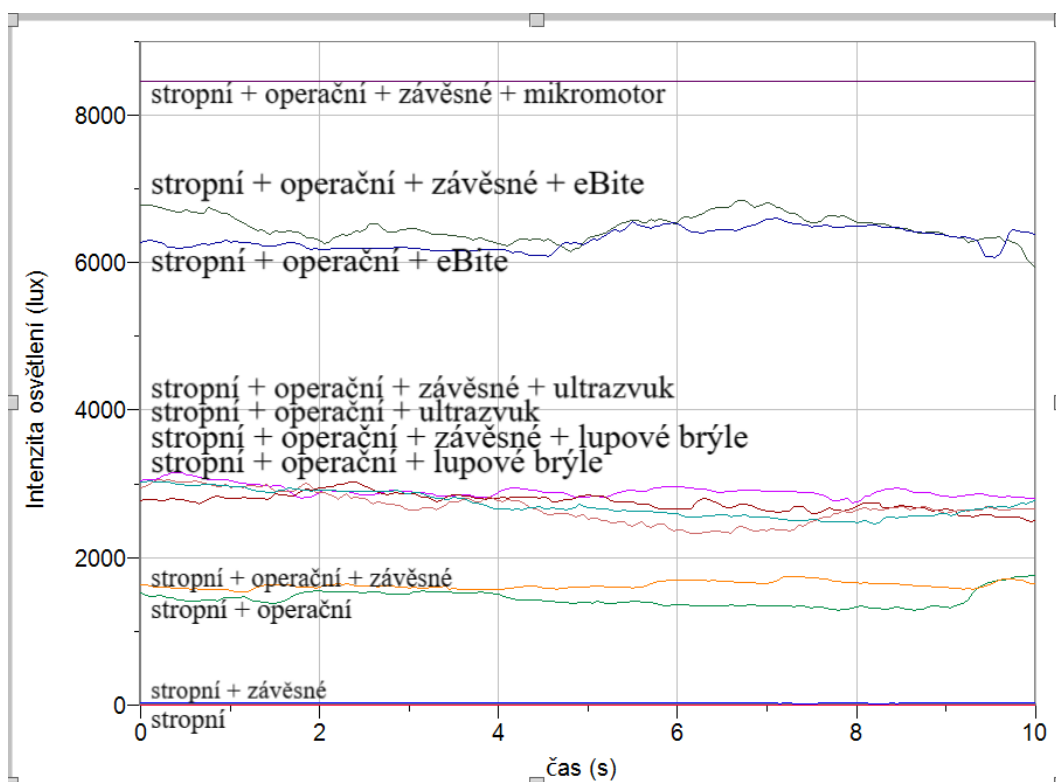
Zdroj: archiv autorky

První měření v ambulanci č. 5 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *1123 lux*, maximální *1410 lux*. Medián = *1206 lux*. Průměrná hodnota = *1216 lux*;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *2301 lux*, maximální *2530 lux*. Medián = *2421 lux*. Průměrná hodnota = *2424 lux*;
- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *3490 lux*, maximální *6268 lux*. Medián = *5208 lux*. Průměrná hodnota = *5180 lux*;

- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity 3329 lux, maximální 5474 lux. Medián = 4160 lux. Průměrná hodnota = 4218 lux;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a mikromotor:** minimální hodnota intenzity 8460 lux, maximální 8460 lux. Medián = 8460 lux. Průměrná hodnota = 8460 lux.

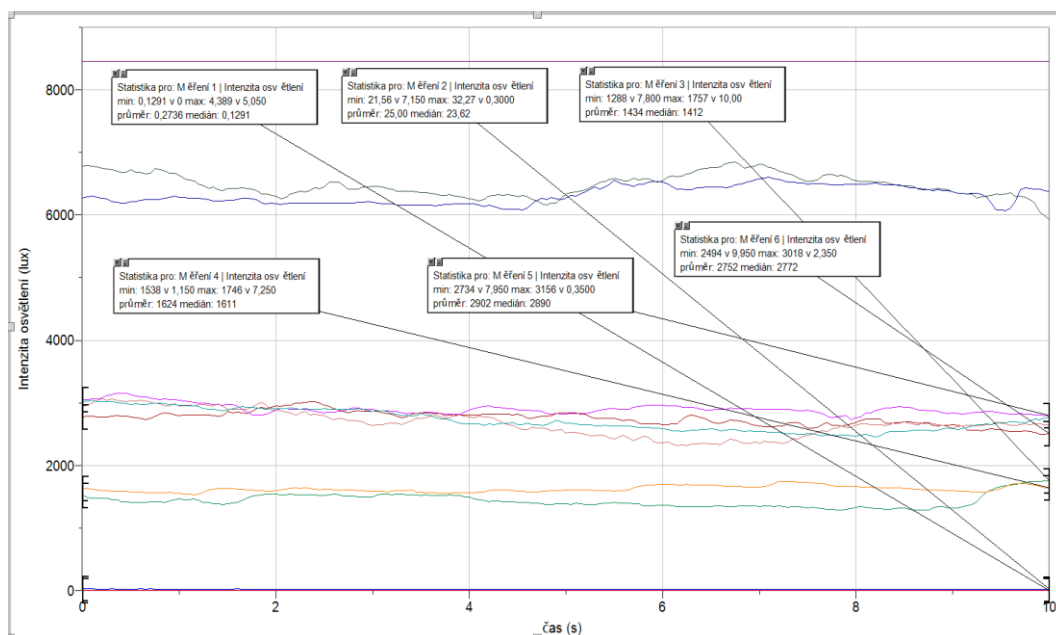
Graf 12: Druhé měření ambulance č. 5 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, závěsného světla, operačního světla a mikromotoru. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 13: 1. část analýzy druhého měření ambulance č. 5 pavilon N

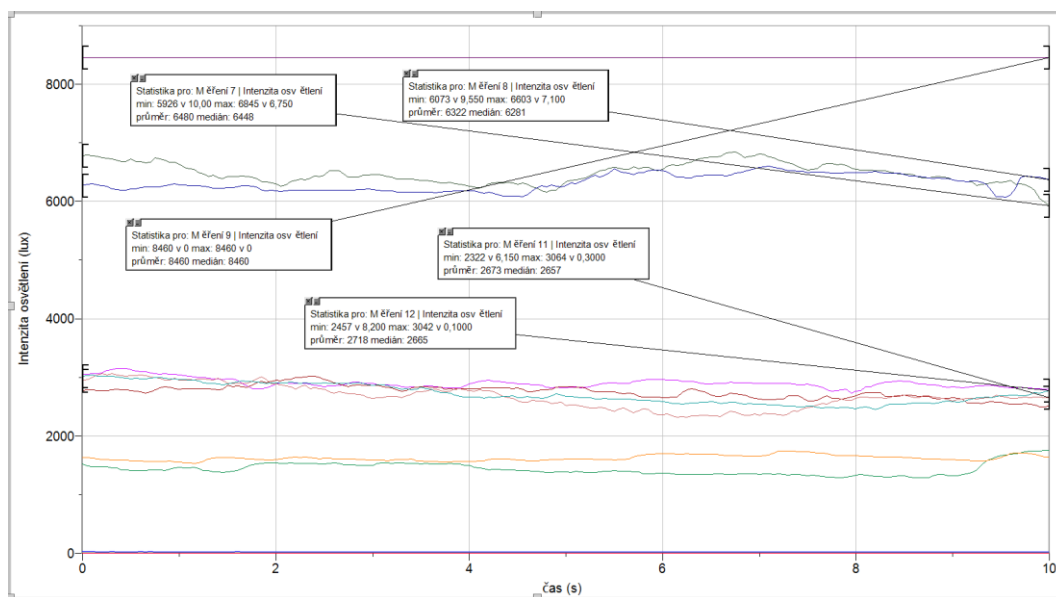


Zdroj: archiv autorky

Druhé měření v ambulanci č. 5 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *0,129 lux*, maximální *4,389 lux*. Medián = *0,1291 lux*. Průměrná hodnota = ***0,2736 lux***;
- **Stropní světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *21,56 lux*, maximální *32,27 lux*. Medián = *23,62 lux*. Průměrná hodnota = ***25 lux***;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *1288 lux*, maximální *1757 lux*. Medián = *1412 lux*. Průměrná hodnota = ***1434 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *1538 lux*, maximální *1746 lux*. Medián = *1611 lux*. Průměrná hodnota = ***1624 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a ultrazvuk:** minimální hodnota intenzity *2494 lux*, maximální *3018 lux*. Medián = *2772 lux*. Průměrná hodnota = ***2752 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a ultrazvuk:** minimální hodnota intenzity *2734 lux*, maximální *3156 lux*. Medián = *2890 lux*. Průměrná hodnota = ***2902 lux***.

Graf 14: 2 část analýzy druhého měření ambulance č. 5 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

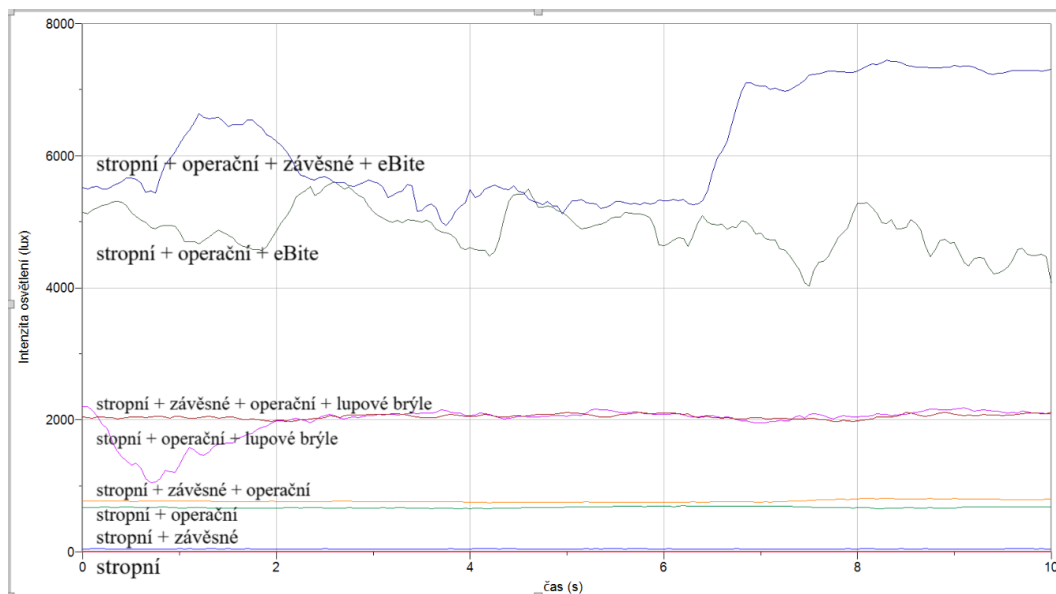
Druhé měření v ambulanci č. 5 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *2322 lux*, maximální *3064 lux*. Medián = *2657 lux*. Průměrná hodnota = ***2673 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *2457 lux*, maximální *3042 lux*. Medián = *2665 lux*. Průměrná hodnota = ***2718 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *6073 lux*, maximální *6603 lux*. Medián = *6281 lux*. Průměrná hodnota = ***6322 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *5926 lux*, maximální *6845 lux*. Medián = *6448 lux*. Průměrná hodnota = ***6480 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a mikromotor:** minimální hodnota intenzity *8460 lux*, maximální *8460 lux*. Medián = *8460 lux*. Průměrná hodnota = ***8460 lux***.

2.3.4 Ambulance číslo 8 – Stomatologická klinika Fakultní nemocnice Královské Vinohrady

V ambulanci č. 8 byly změřeny 5 typů zdrojů osvětlení – stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo, lupové brýle a přenosné intraorální světlo eBite.

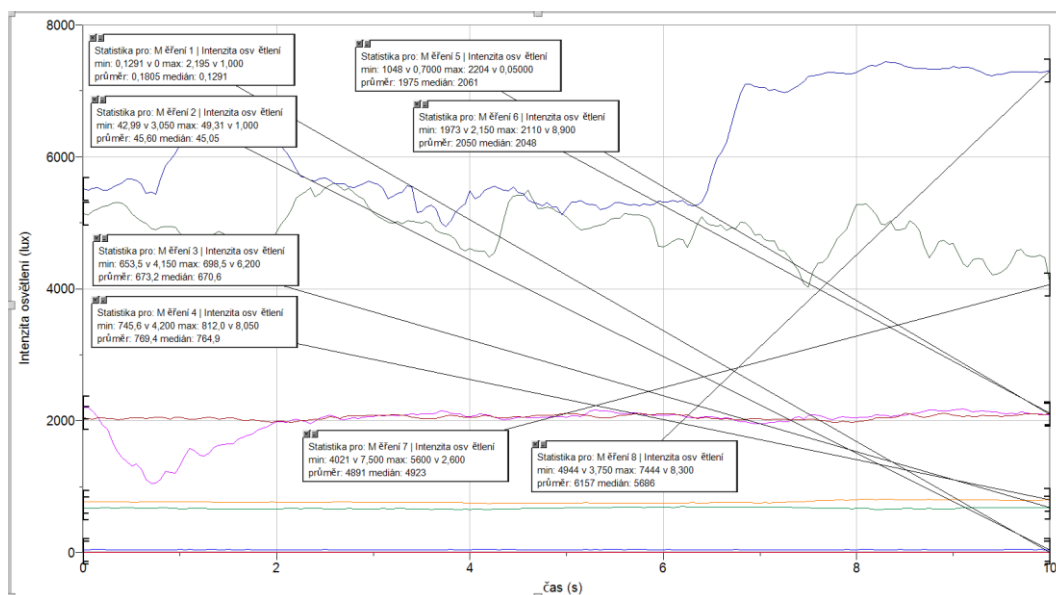
Graf 15: První měření ambulance č. 8 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, závěsného světla, operačního světla a přenosného intraorálního světla eBite. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 16: Analýza prvního měření ambulace č. 8 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

První měření v ambulanci č. 8 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *2,195 lux*. Medián = *0,1291 lux*. Průměrná hodnota = ***0,1805 lux***;
- **Stropní světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *42,99 lux*, maximální *49,31 lux*. Medián = *45,05 lux*. Průměrná hodnota = ***45,60 lux***;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *653,5 lux*, maximální *698,5 lux*. Medián = *670,6 lux*. Průměrná hodnota = ***673,2 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *745,6 lux*, maximální *812 lux*. Medián = *764,9 lux*. Průměrná hodnota = ***769,4 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *1048 lux*, maximální *2204 lux*. Medián = *2061 lux*. Průměrná hodnota = ***1975 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *1973 lux*, maximální *2110 lux*. Medián = *2048 lux*. Průměrná hodnota = ***2050 lux***;

- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *4021 lux*, maximální *5600 lux*. Medián = *4923 lux*. Průměrná hodnota = ***4891 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *4944 lux*, maximální *7444 lux*. Medián = *5686 lux*. Průměrná hodnota = ***6157 lux***.

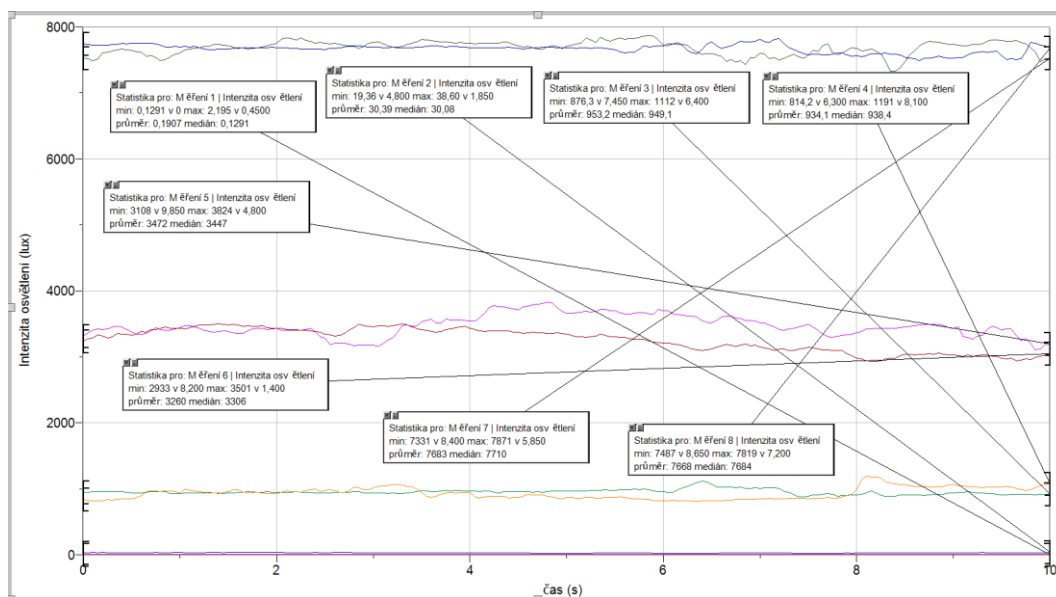
Graf 17: Druhé měření ambulanci č. 8 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, závěsného světla, operačního světla a přenosného intraorálního světla eBite. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 18: Analýza druhého měření ambulance č. 8 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

Druhé měření v ambulanci č. 8 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *2,195 lux*. Medián = *0,1291 lux*. Průměrná hodnota = ***0,1907 lux***;
- **Stropní světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *19,36 lux*, maximální *38,60 lux*. Medián = *30,08 lux*. Průměrná hodnota = ***30,39 lux***;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *814,2 lux*, maximální *1191 lux*. Medián = *938,4 lux*. Průměrná hodnota = ***934,1 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *876,3 lux*, maximální *1112 lux*. Medián = *949,1 lux*. Průměrná hodnota = ***953,2 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *2933 lux*, maximální *3501 lux*. Medián = *3306 lux*. Průměrná hodnota = ***3260 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *3108 lux*, maximální *3824 lux*. Medián = *3447 lux*. Průměrná hodnota = ***3472 lux***;

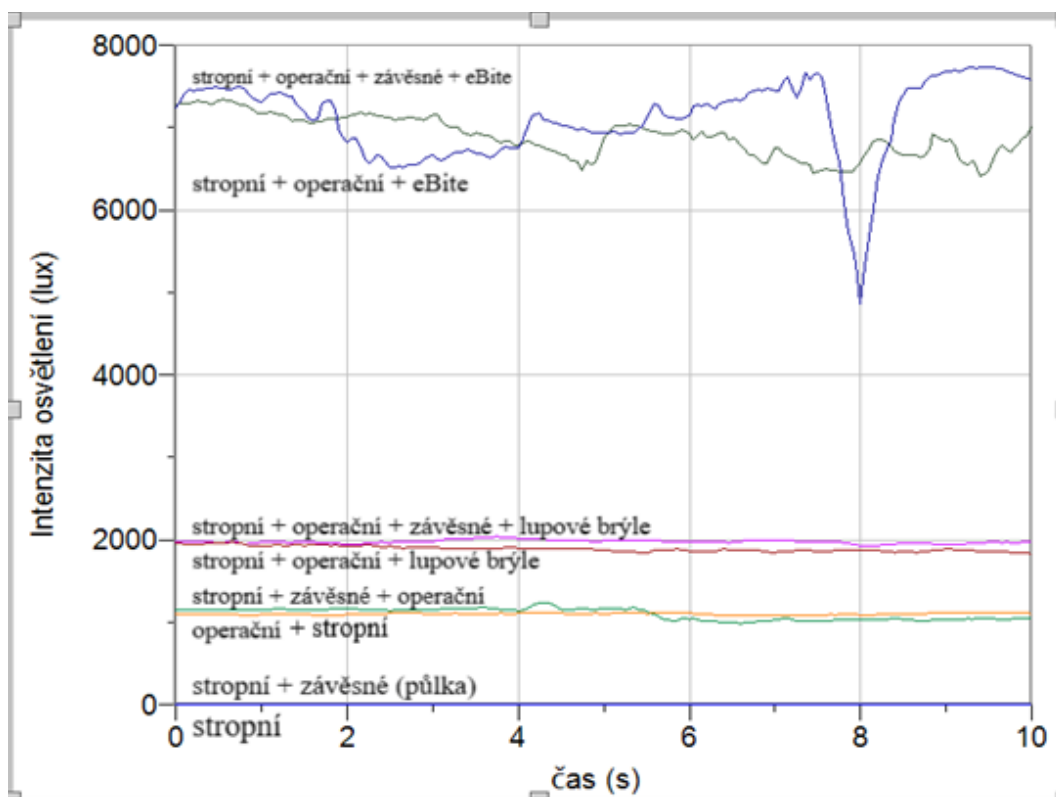
- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity 7487 lux, maximální 7819 lux. Medián = 7668 lux. Průměrná hodnota = 7684 lux;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity 7331 lux, maximální 7871 lux. Medián = 7710 lux. Průměrná hodnota = 7683 lux.

2.3.5 Ambulance číslo 9 – Stomatologická klinika Fakultní nemocnice Královské Vinohrady

V ambulanci č. 9 byly změřeny 5 typů zdrojů osvětlení – stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo, lupové brýle a přenosné intraorální světlo eBite.

Je důležité upřesnit, že v ordinaci fungovala pouze jedna polovina závěsného svítidla.

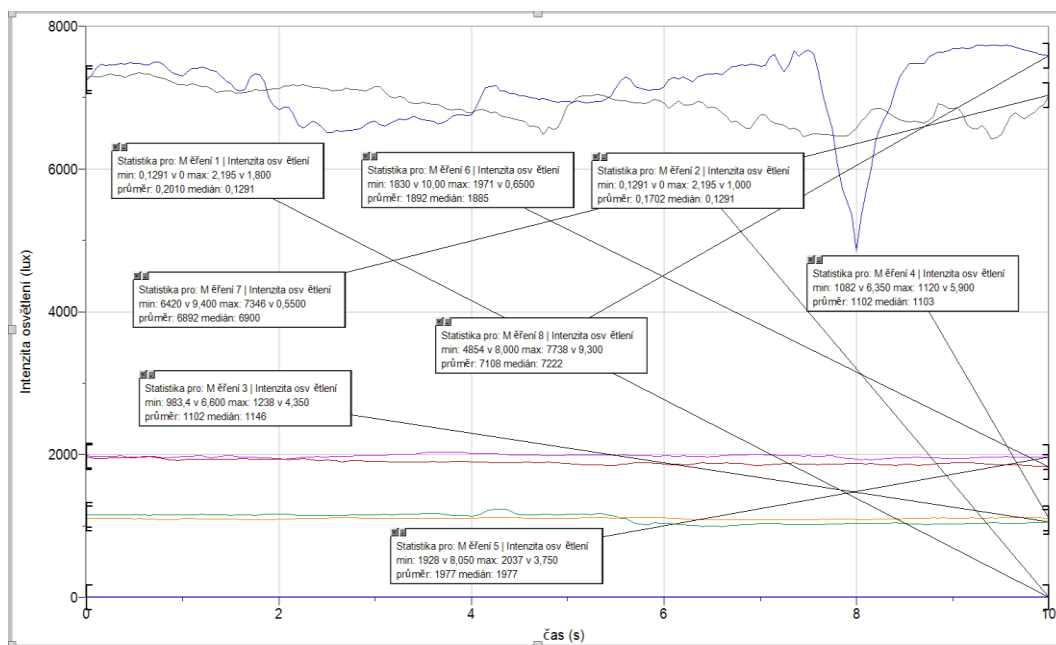
Graf 19: První měření ambulance č. 9 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, závěsného světla, operačního světla a přenosného intraorálního světla eBite. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 20: Analýza prvního měření ambulace č. 9 pavilon N



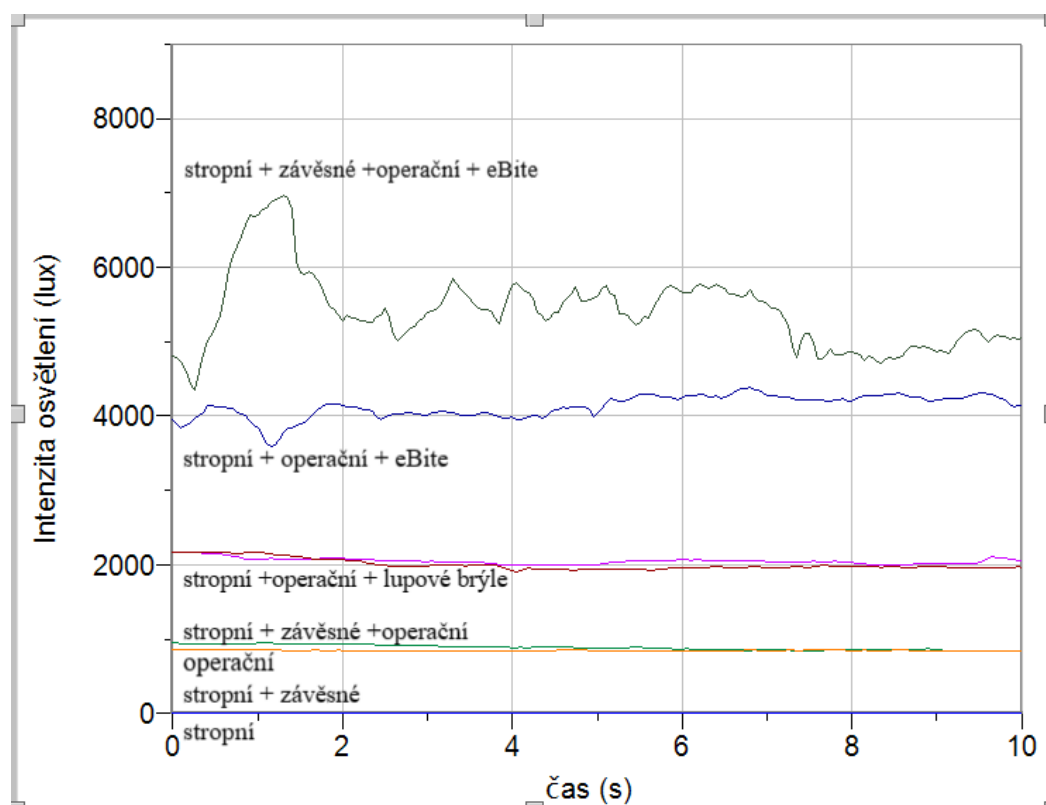
Zdroj: archiv autorky

První měření v ambulanci č. 9 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *2,195 lux*. Medián = *0,1291 lux*. Průměrná hodnota = ***0,1702 lux***;
- **Stropní světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *2,195 lux*. Medián = *0,1291 lux*. Průměrná hodnota = ***0,2010 lux***;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *1082 lux*, maximální *1120 lux*. Medián = *1103 lux*. Průměrná hodnota = ***1102 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *983,4 lux*, maximální *1238 lux*. Medián = *1146 lux*. Průměrná hodnota = ***1102 lux***;

- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *1830 lux*, maximální *1971 lux*. Medián = *1885 lux*. Průměrná hodnota = ***1892 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *1928 lux*, maximální *2037 lux*. Medián = *1977 lux*. Průměrná hodnota = ***1977 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *4854 lux*, maximální *7738 lux*. Medián = *7222 lux*. Průměrná hodnota = ***7108 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *6420 lux*, maximální *7346 lux*. Medián = *6900 lux*. Průměrná hodnota = ***6892 lux***.

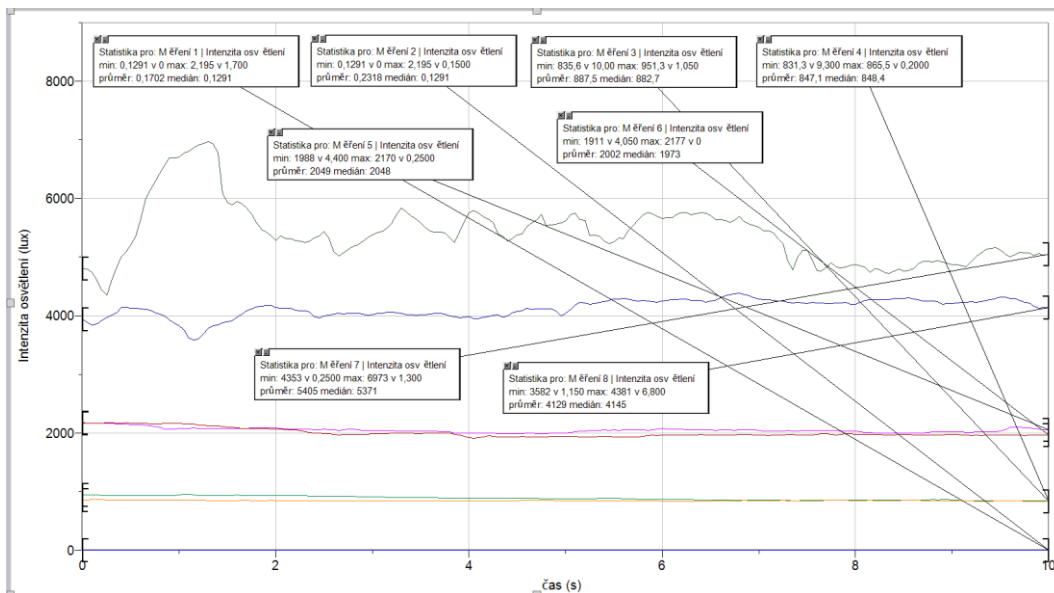
Graf 21: Druhé měření ambulance č. 9 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, závěsného světla, operačního světla a přenosného intraorálního světla eBite. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 22: Analýza druhého měření ambulance č. 9 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

Druhé měření v ambulanci č. 9 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *2,195 lux*. Medián = *0,1291 lux*. Průměrná hodnota = ***0,1702 lux***;
- **Stropní světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *2,195 lux*. Medián = *0,1291 lux*. Průměrná hodnota = ***0,2318 lux***;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *831,3 lux*, maximální *865,5 lux*. Medián = *848,4 lux*. Průměrná hodnota = ***847,1 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *835,6 lux*, maximální *951,3 lux*. Medián = *882,7 lux*. Průměrná hodnota = ***887,5 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *1911 lux*, maximální *2177 lux*. Medián = *1973 lux*. Průměrná hodnota = ***2002 lux***;

- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *1988 lux*, maximální *2170 lux*. Medián = *2048 lux*. Průměrná hodnota = **2049 lux**;
- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *3582 lux*, maximální *4381 lux*. Medián = *4145 lux*. Průměrná hodnota = **4129 lux**;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *4353 lux*, maximální *6973 lux*. Medián = *5371 lux*. Průměrná hodnota = **5405 lux**.

2.3.6 Ambulance číslo 11 – Stomatologická klinika Fakultní nemocnice Královské Vinohrady

V ambulanci č. 11 chybí závěsné stomatologické světlo, z toho důvodu byly změřeny jen 4 typy zdrojů osvětlení – stropní světlo, operační světlo, lupové brýle a přenosné intraorální světlo eBite.

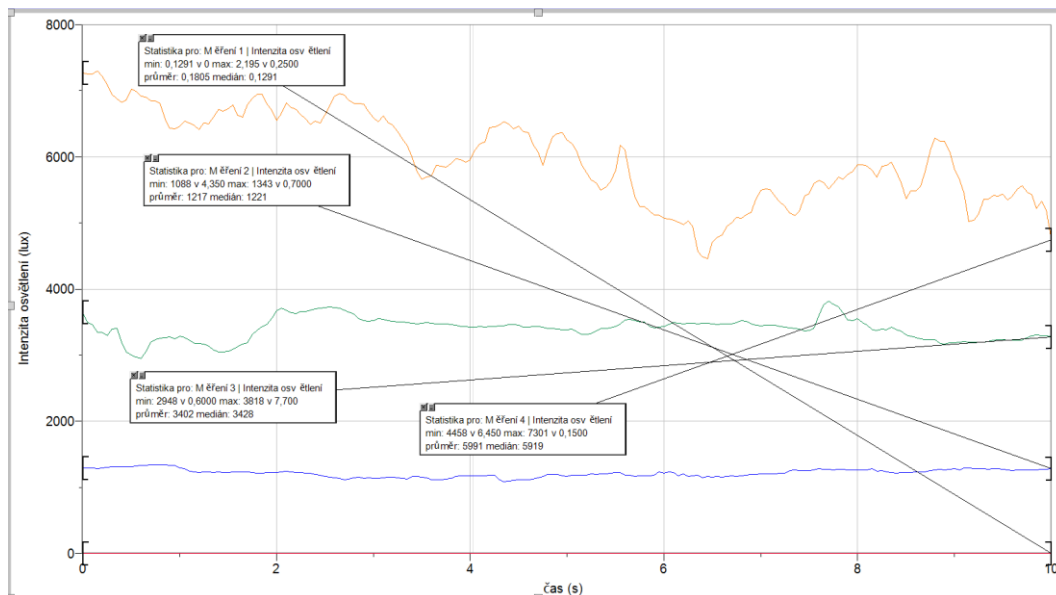
Graf 23: První měření ambulance č. 11 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, operačního světla a přenosného intraorálního světla eBite. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 24: Analýza prvního měření ambulance č. 11 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

První měření v ambulanci č. 11 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *2,195 lux*. Medián = *0,1291 lux*. Průměrná hodnota = ***0,1805 lux***;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *1088 lux*, maximální *1343 lux*. Medián = *1221 lux*. Průměrná hodnota = ***1217 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *2948 lux*, maximální *3818 lux*. Medián = *3428 lux*. Průměrná hodnota = ***3402 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *4458 lux*, maximální *7301 lux*. Medián = *5919 lux*. Průměrná hodnota = ***5991 lux***.

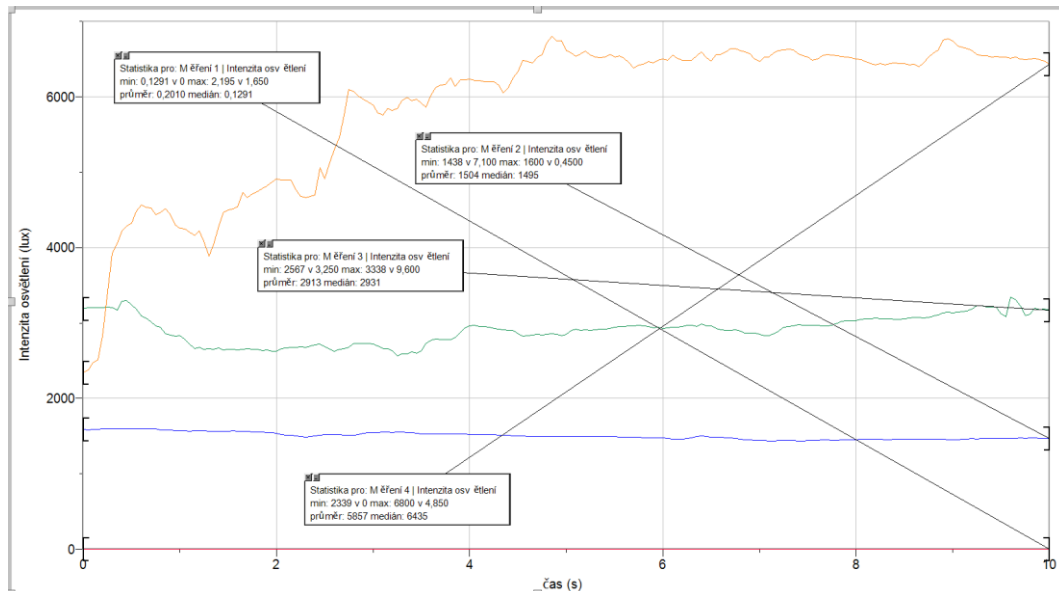
Graf 25: Druhé měření ambulance č. 11 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, operačního světla a přenosného intraorálního světla eBite. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 26: Analýza druhého měření ambulance č. 11 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

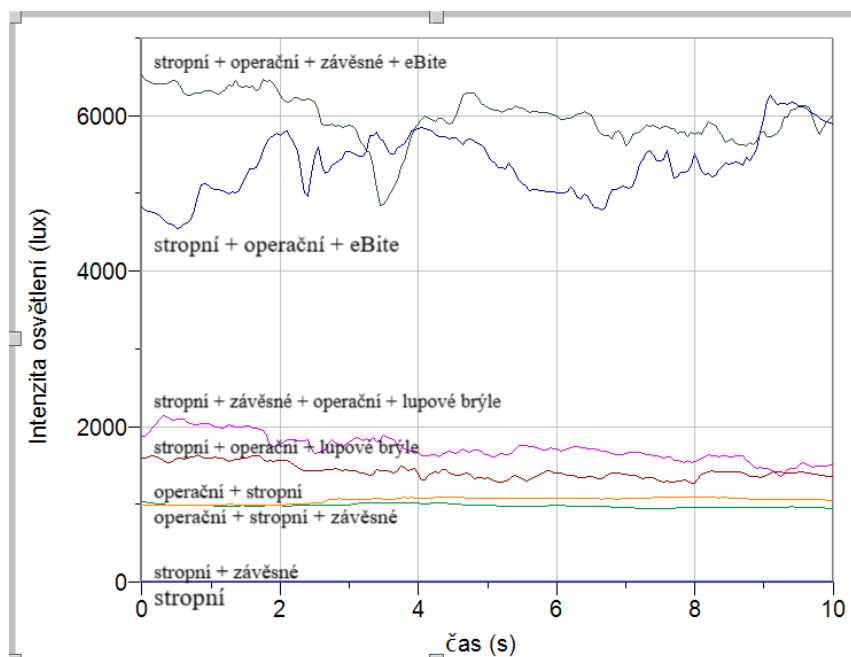
Druhé měření v ambulanci č. 11 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity $0,1291 \text{ lux}$, maximální $2,195 \text{ lux}$. Medián = $0,1291 \text{ lux}$. Průměrná hodnota = **$0,2010 \text{ lux}$** ;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity 1438 lux , maximální 1600 lux . Medián = 1495 lux . Průměrná hodnota = **1504 lux** ;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity 2567 lux , maximální 3338 lux . Medián = 2931 lux . Průměrná hodnota = **2913 lux** ;
- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity 2339 lux , maximální 6800 lux . Medián = 6435 lux . Průměrná hodnota = **5857 lux** .

2.3.7 Ambulance číslo 7 – Stomatologická klinika Fakultní nemocnice Královské Vinohrady

V ambulanci č. 7 byly změřeny 5 typů zdrojů osvětlení – stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo, lupové brýle a přenosné intraorální světlo eBite.

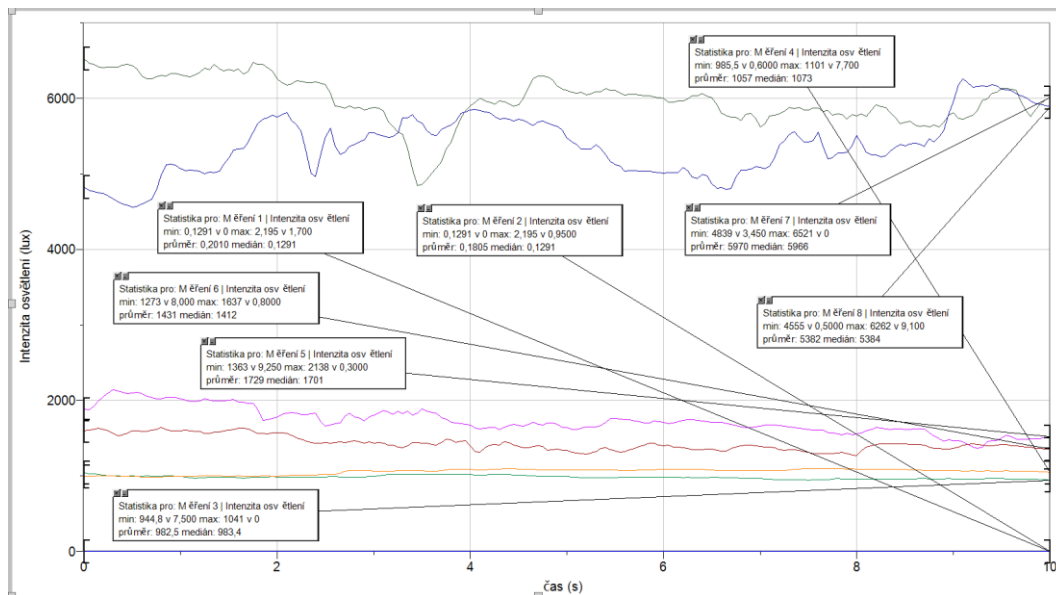
Graf 27: První měření ordinace č. 7 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, závěsného světla, operačního světla a přenosného intraorálního světla eBite. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 28: Analýza prvního měření ambulace č. 7 pavilon N



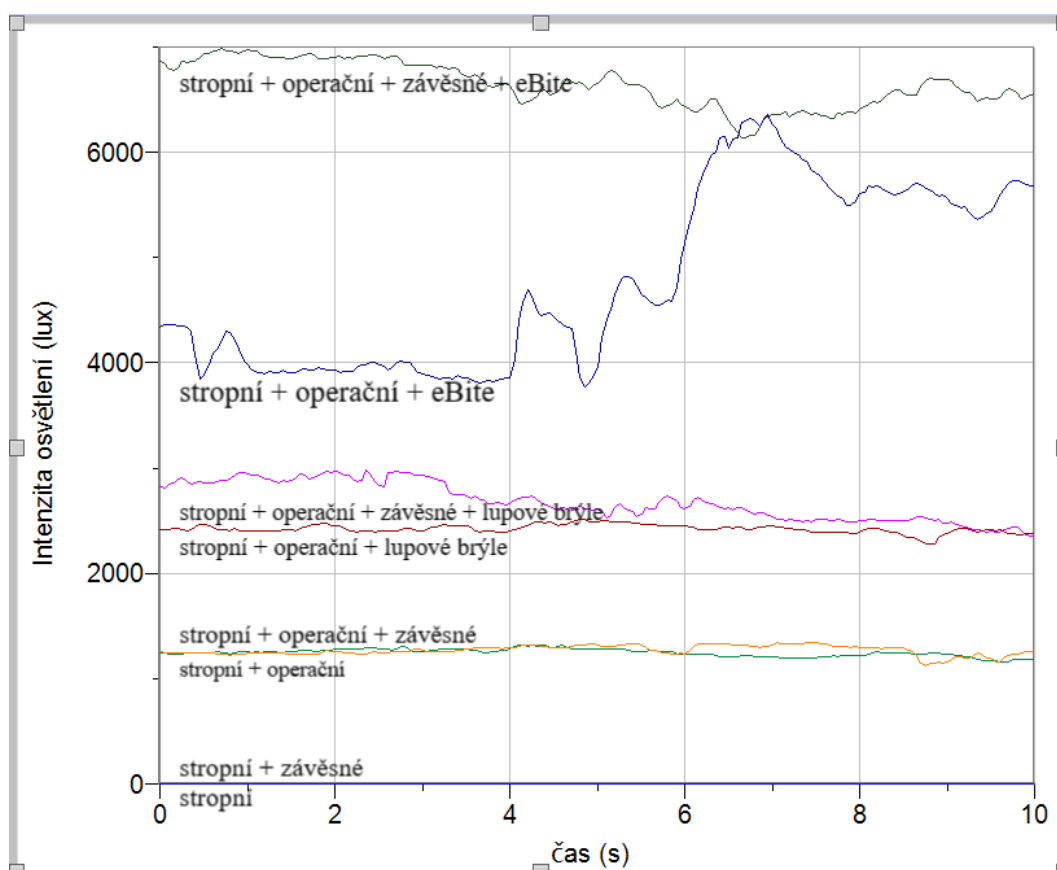
Zdroj: archiv autorky

První měření v ambulanci č. 7 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *2,195 lux*. Medián = *0,1291 lux*. Průměrná hodnota = ***0,1805 lux***;
- **Stropní světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *2,195 lux*. Medián = *0,1291 lux*. Průměrná hodnota = ***0,2010 lux***;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *944,8 lux*, maximální *1041 lux*. Medián = *983,4 lux*. Průměrná hodnota = ***982,5 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *985,5 lux*, maximální *1101 lux*. Medián = *1073 lux*. Průměrná hodnota = ***1057 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *1273 lux*, maximální *1637 lux*. Medián = *1412 lux*. Průměrná hodnota = ***1431 lux***;

- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *1363 lux*, maximální *2138 lux*. Medián = *1701 lux*. Průměrná hodnota = ***1729 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *4555 lux*, maximální *6262 lux*. Medián = *5384 lux*. Průměrná hodnota = ***5382 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *4839 lux*, maximální *6521 lux*. Medián = *5966 lux*. Průměrná hodnota = ***5970 lux***.

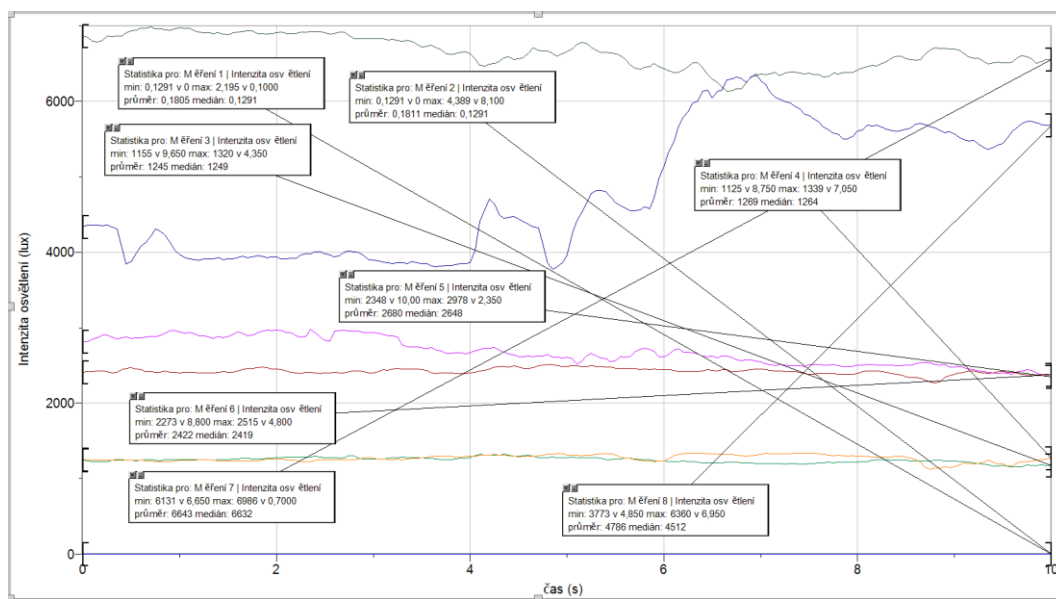
Graf 29: Druhé měření ambulance č. 7 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, závěsného světla, operačního světla a přenosného intraorálního světla eBite. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 30: Analýza druhého měření ambulance č. 7 pavilon N



Zdroj: archiv autorky

Druhé měření v ambulanci č. 7 ukázalo další výsledky:

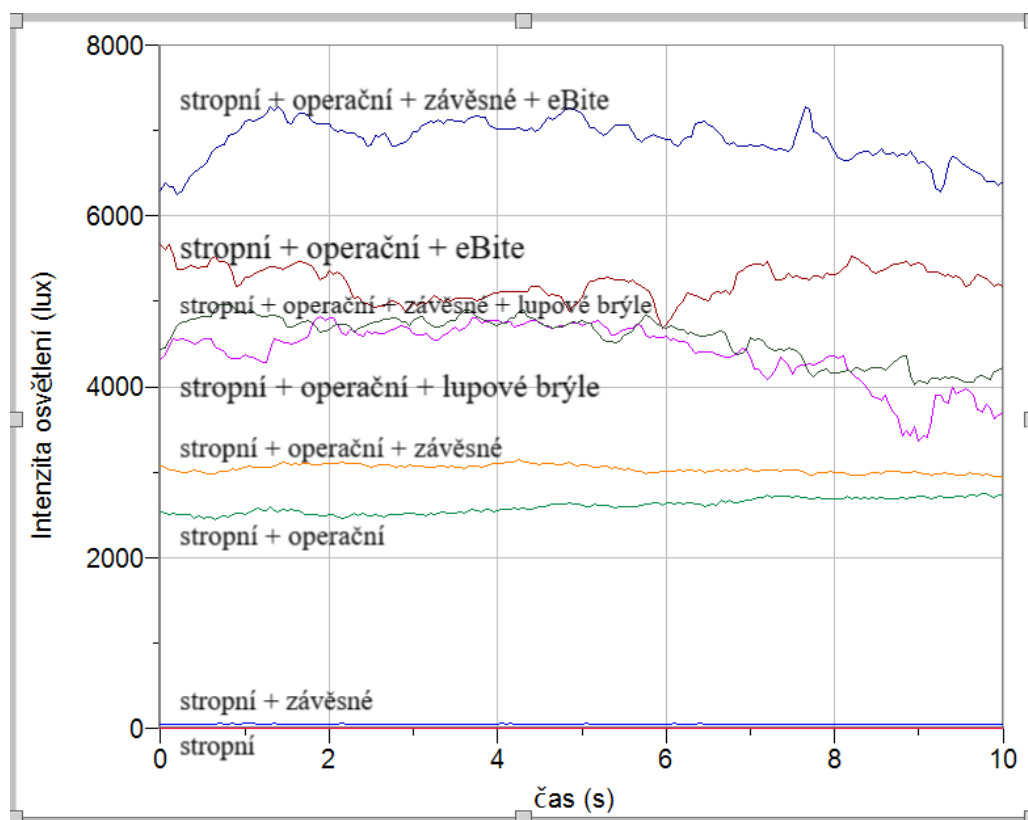
- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *2,195 lux*. Medián = *0,1291 lux*. Průměrná hodnota = ***0,1805 lux***;
- **Stropní světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *2,195 lux*. Medián = *0,1291 lux*. Průměrná hodnota = ***0,1811 lux***;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *1155 lux*, maximální *1320 lux*. Medián = *1249 lux*. Průměrná hodnota = ***1245 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *1125 lux*, maximální *1339 lux*. Medián = *1264 lux*. Průměrná hodnota = ***1269 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *2273 lux*, maximální *2515 lux*. Medián = *2419 lux*. Průměrná hodnota = ***2422 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *2348 lux*, maximální *2978 lux*. Medián = *2648 lux*. Průměrná hodnota = ***2680 lux***;

- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity 3773 lux, maximální 6360 lux. Medián = 4512 lux. Průměrná hodnota = 4786 lux;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity 6131 lux, maximální 6986 lux. Medián = 6632 lux. Průměrná hodnota = 6643 lux.

2.3.8 Ordinace Dream Smile – Národní 34, Praha 1

V ordinaci Dream Smile byly změřeny 5 typů zdrojů osvětlení – stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo, lupové brýle a přenosné intraorální světlo eBite.

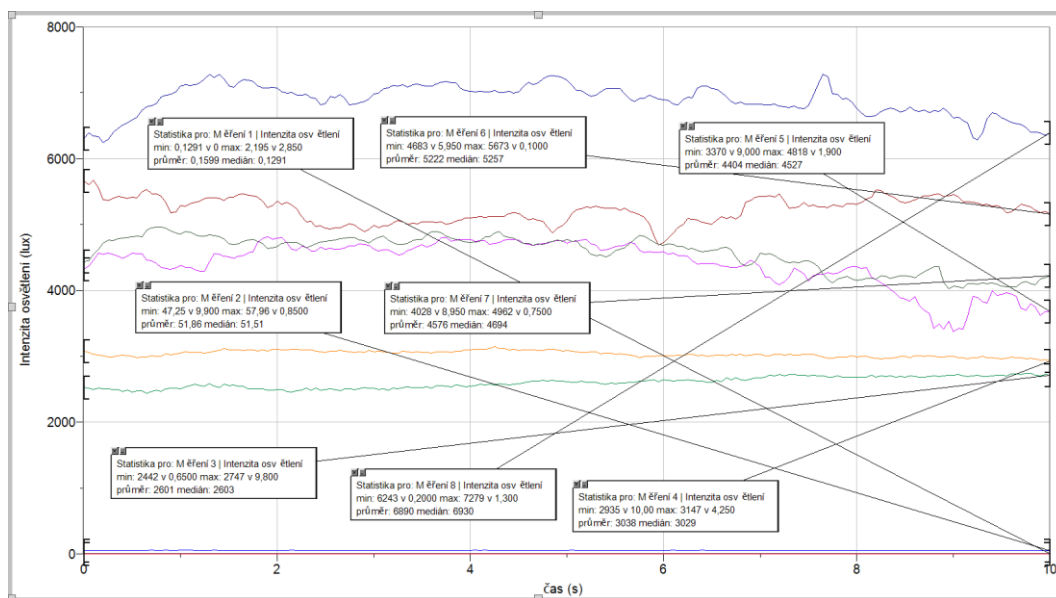
Graf 31: První měření Dream Smile



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, závěsného světla, operačního světla a přenosného intraorálního světla eBite. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 32: Analýza prvního měření Dream Smile



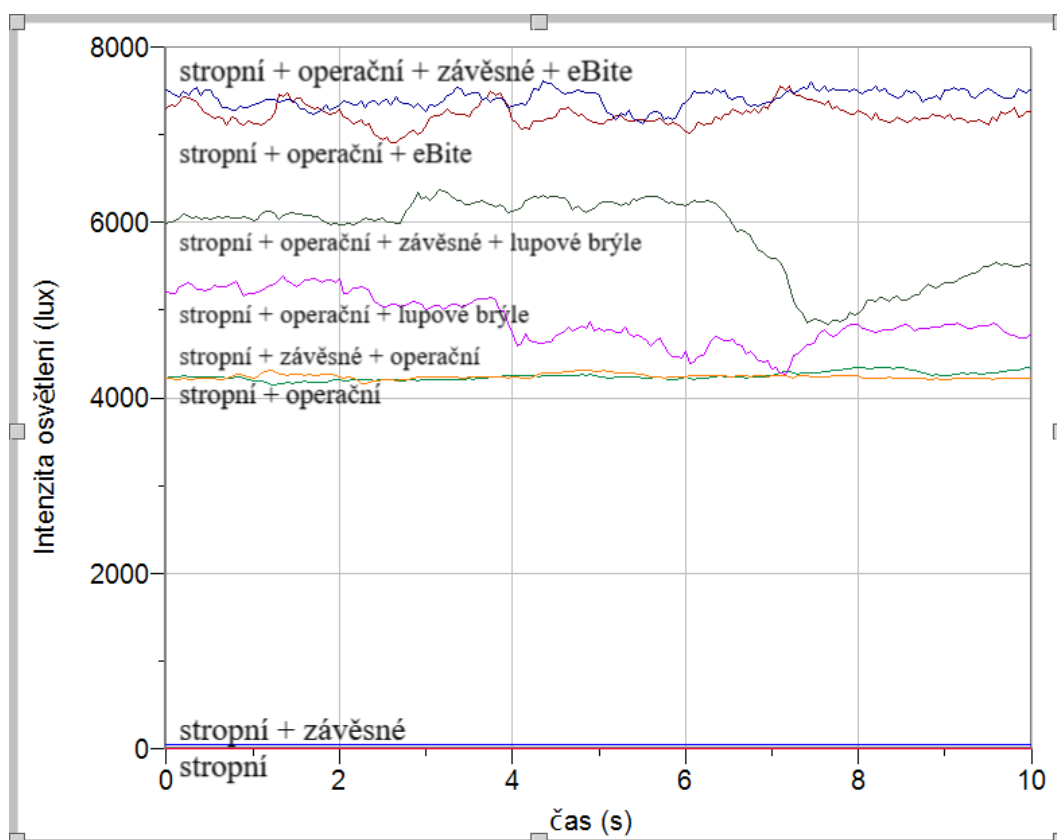
Zdroj: archiv autorky

První měření v ordinaci Dream Smile ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *2,195 lux*. Medián = *0,1291 lux*. Průměrná hodnota = ***0,1599 lux***;
- **Stropní světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *47,25 lux*, maximální *57,96 lux*. Medián = *51,51 lux*. Průměrná hodnota = ***51,86 lux***;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *2442 lux*, maximální *2747 lux*. Medián = *2603 lux*. Průměrná hodnota = ***2601 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *2935 lux*, maximální *3147 lux*. Medián = *3029 lux*. Průměrná hodnota = ***3038 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *3370 lux*, maximální *4818 lux*. Medián = *4527 lux*. Průměrná hodnota = ***4404 lux***;

- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity 4028 lux, maximální 4962 lux. Medián = 4694 lux. Průměrná hodnota = 4576 lux;
- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity 4683 lux, maximální 5673 lux. Medián = 5257 lux. Průměrná hodnota = 5222 lux;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity 6243 lux, maximální 7279 lux. Medián = 6930 lux. Průměrná hodnota = 6890 lux.

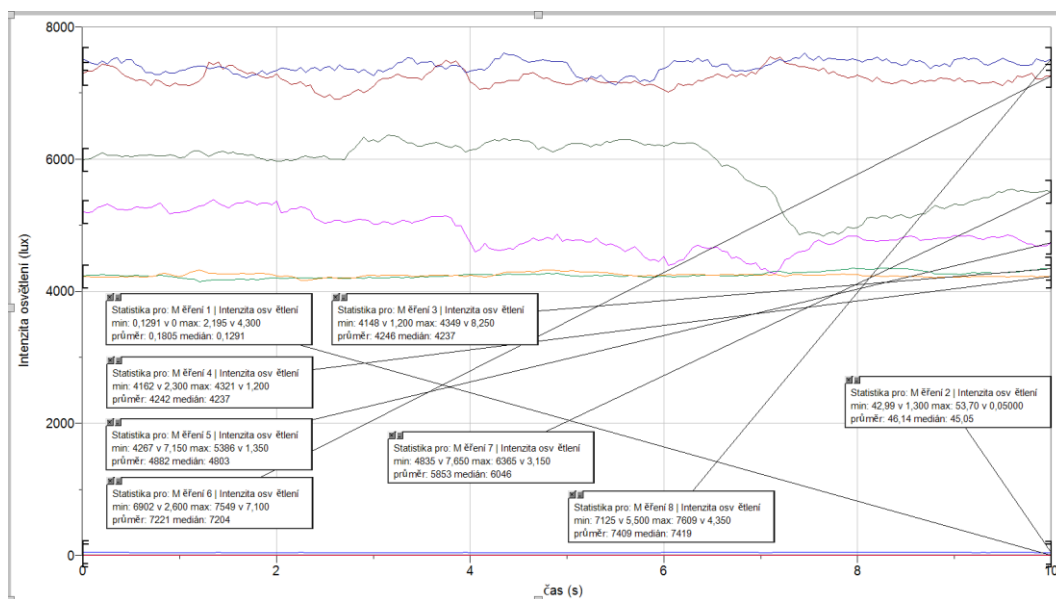
Graf č. 30: Druhé měření Dream Smile



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, závěsného světla, operačního světla a přenosného intraorálního světla eBite. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 33: Analýza druhého měření Dream Smile



Zdroj: archiv autorky

Druhé měření v ordinaci Dream Smile ukázalo další výsledky:

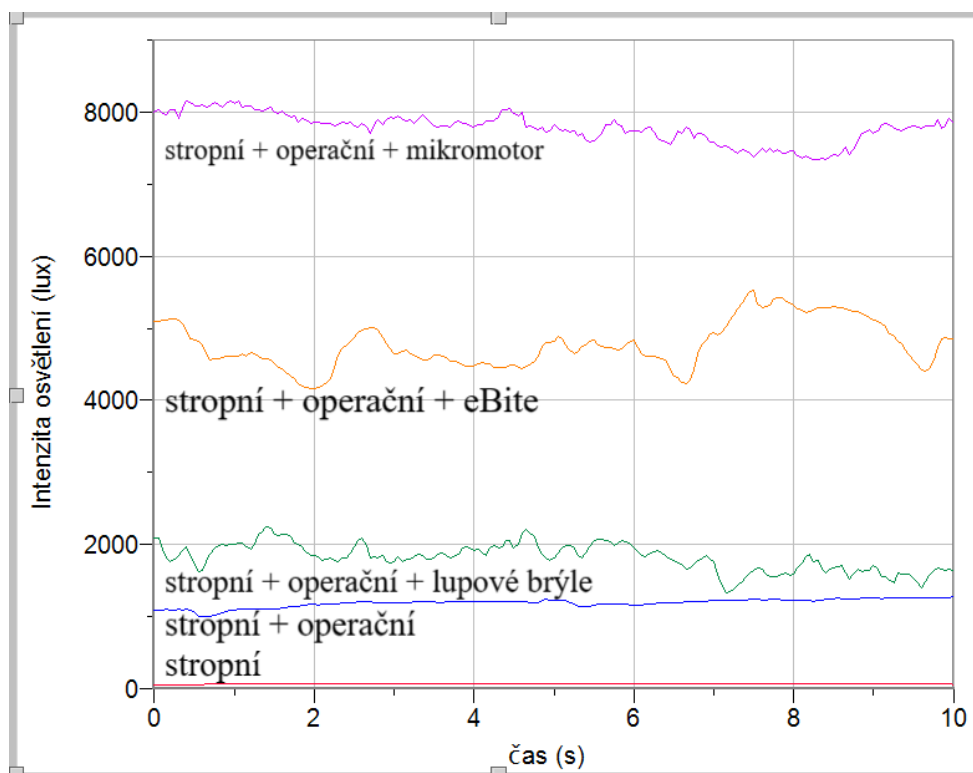
- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *2,195 lux*. Medián = *0,1291 lux*. Průměrná hodnota = ***0,1805 lux***;
- **Stropní světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *42,99 lux*, maximální *53,7 lux*. Medián = *45,05 lux*. Průměrná hodnota = ***46,14 lux***;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *4162 lux*, maximální *4321 lux*. Medián = *4237 lux*. Průměrná hodnota = ***4242 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *4148 lux*, maximální *4349 lux*. Medián = *4237 lux*. Průměrná hodnota = ***4246 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *4267 lux*, maximální *5386 lux*. Medián = *4803 lux*. Průměrná hodnota = ***4882 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *4835 lux*, maximální *6365 lux*. Medián = *6046 lux*. Průměrná hodnota = ***5853 lux***;

- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *6902 lux*, maximální *7549 lux*. Medián = *7204 lux*. Průměrná hodnota = *7221 lux*;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *7125 lux*, maximální *7609 lux*. Medián = *7419 lux*. Průměrná hodnota = *7409 lux*.

2.3.9 Ambulance č. 2 – Univerzita Karlova pavilon X

V ambulanci č. 2 na pavilonu X bylo instalováno závěsné světlo, které se zapíná pouze společně se stropním světlem. Pro usnadnění zápisu výsledků byl tento zdroj osvětlení zaznamenáván jako stropní světlo. Byly změřeny operační světlo, stropní světlo, lupové brýle, mikromotor a přenosné intraorální světlo eBite.

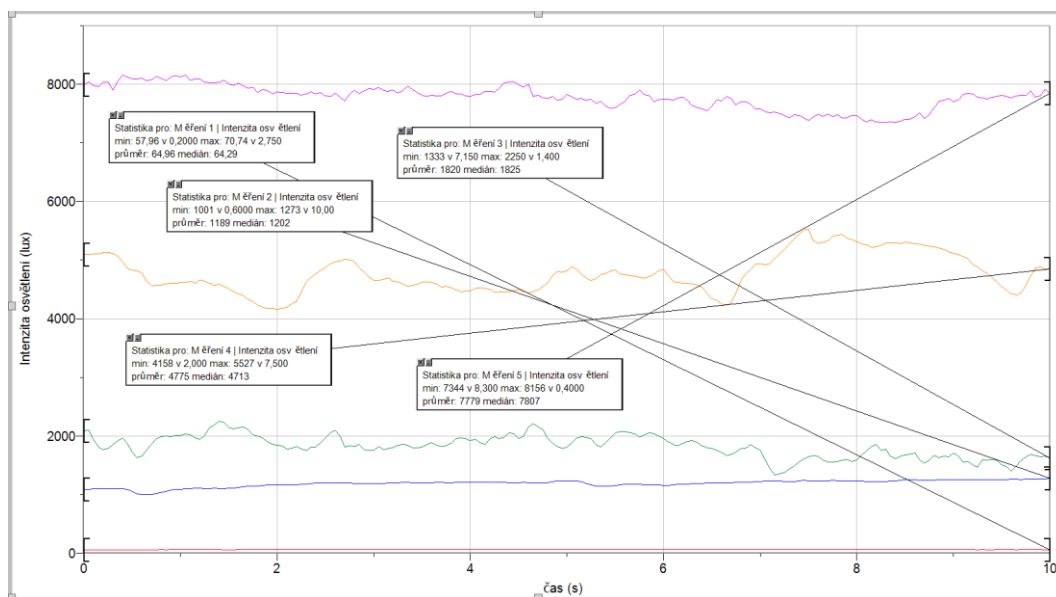
Graf 34: První měření ambulance č. 2 pavilon X



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, operačního světla a mikromotoru. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 35: Analýza prvního měření ambulace č. 2 pavilon X

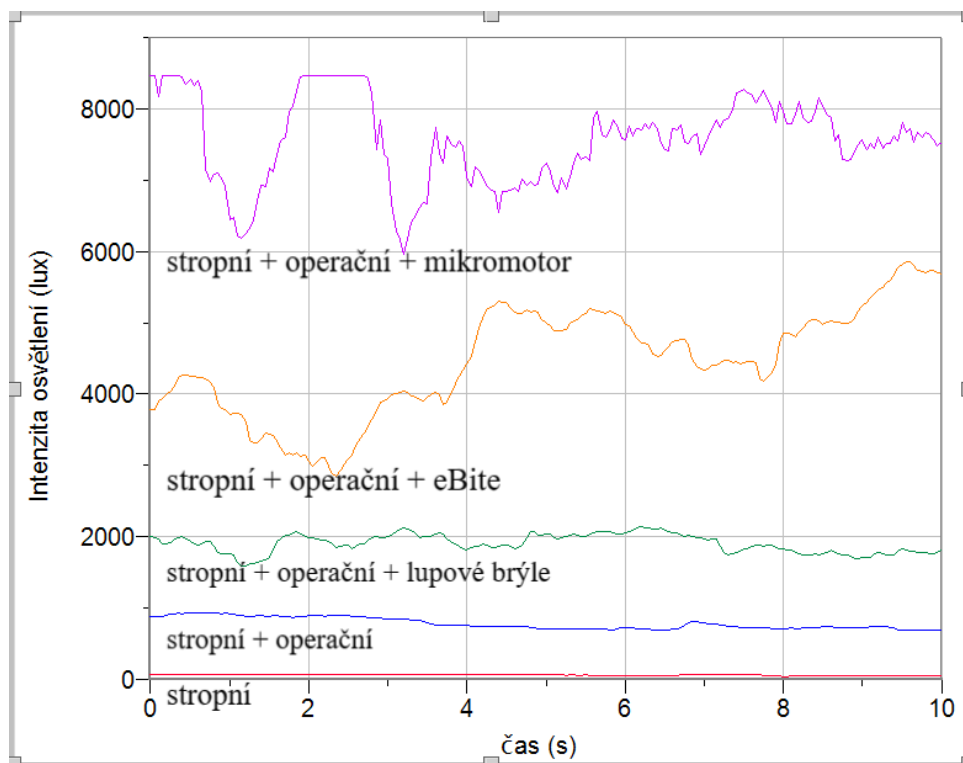


Zdroj: archiv autorky

První měření v ambulanci č. 2 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *57,96 lux*, maximální *70,74 lux*. Medián = *64,29 lux*. Průměrná hodnota = ***64,96 lux***;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *1001 lux*, maximální *1273 lux*. Medián = *1202 lux*. Průměrná hodnota = ***1189 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *1333 lux*, maximální *2250 lux*. Medián = *1825 lux*. Průměrná hodnota = ***1820 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *4158 lux*, maximální *5527 lux*. Medián = *4713 lux*. Průměrná hodnota = ***4775 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a mikromotor:** minimální hodnota intenzity *7344 lux*, maximální *8156 lux*. Medián = *7807 lux*. Průměrná hodnota = ***7779 lux***.

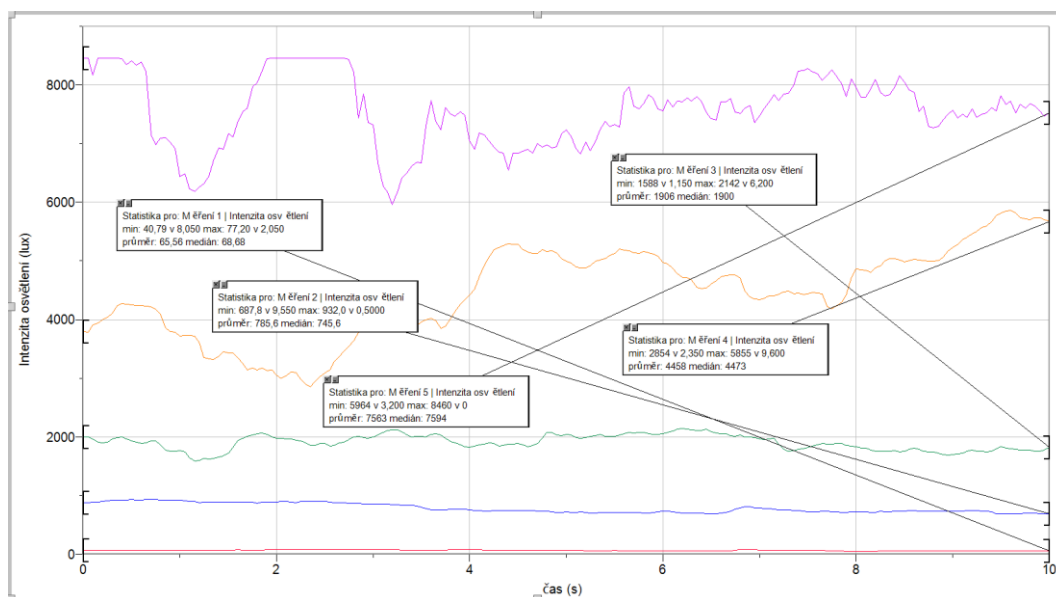
Graf 36: Druhé měření ambulance č. 2 pavilon X



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, operačního světla a mikromotoru. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 37: Analýza druhého měření ambulance č. 2 pavilon X



Zdroj: archiv autorky

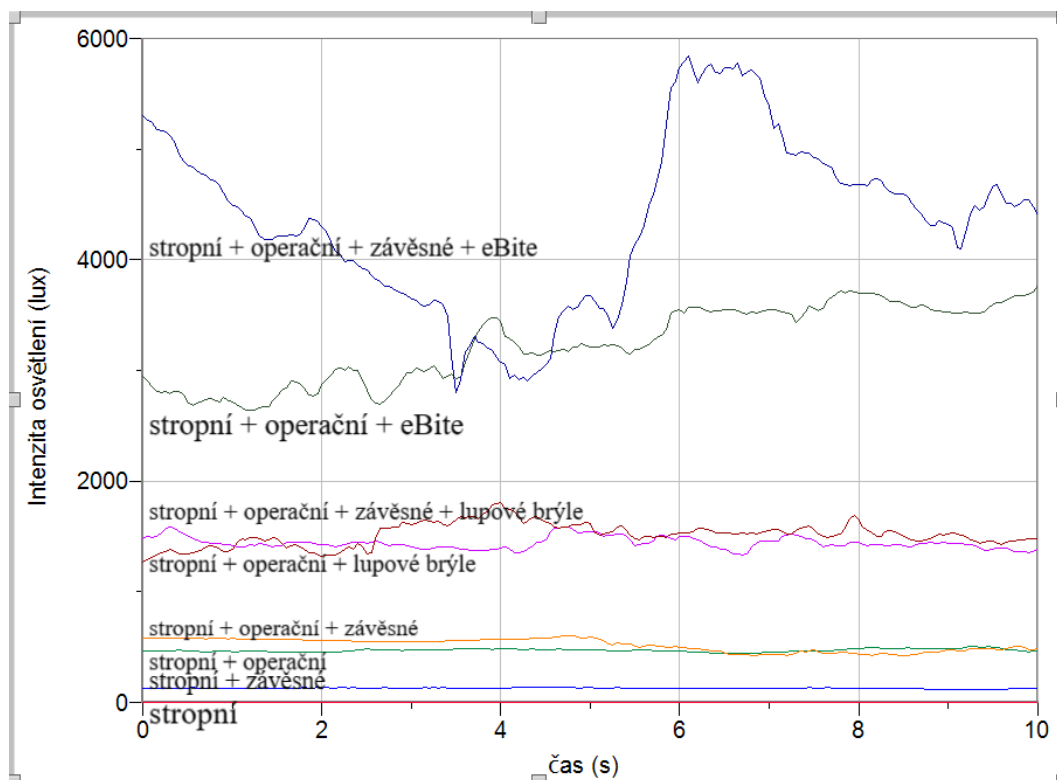
Druhé měření v ambulanci č. 2 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *40,79 lux*, maximální *77,20 lux*. Medián = *68,68 lux*. Průměrná hodnota = ***65,56 lux***;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *687,8 lux*, maximální *932 lux*. Medián = *745,6 lux*. Průměrná hodnota = ***785,6 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *1588 lux*, maximální *2142 lux*. Medián = *1900 lux*. Průměrná hodnota = ***1906 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *2854 lux*, maximální *5855 lux*. Medián = *4473 lux*. Průměrná hodnota = ***4458 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a mikromotor:** minimální hodnota intenzity *5964 lux*, maximální *8460 lux*. Medián = *7594 lux*. Průměrná hodnota = ***7563 lux***.

2.3.10 Ambulance č. 1 – Univerzita Karlova pavilon X

V ambulanci č. 1 na pavilonu X byly změřeny 5 zdrojů osvětlení – operační světlo, závěsné světlo, stropní světlo, lupové brýle a přenosné intraorální světlo eBite.

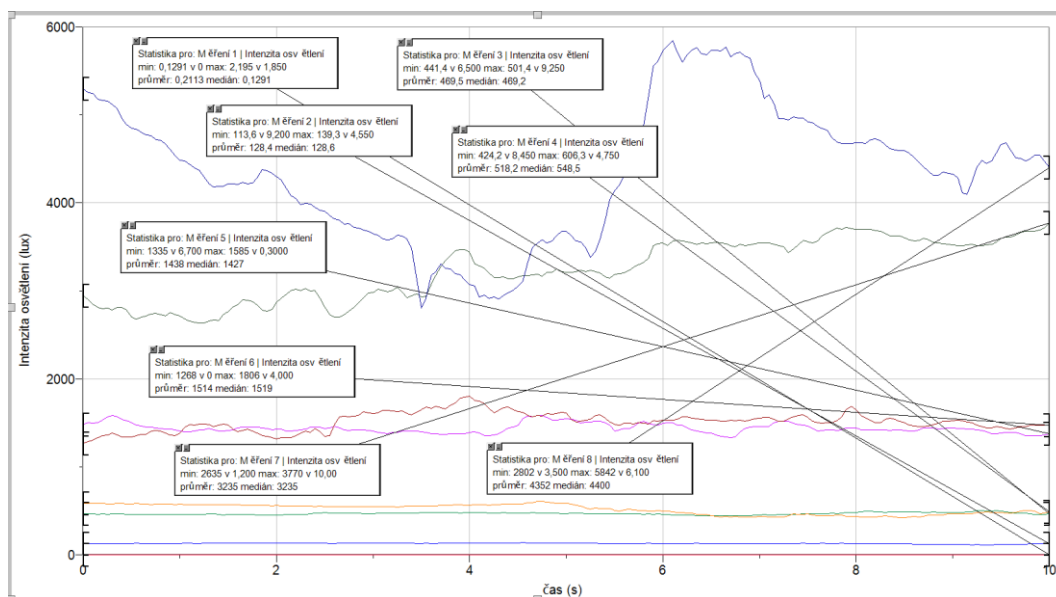
Graf 38: První měření ambulance č. 1 pavilon X



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, závěsného světla, operačního světla a přenosného intraorálního světla eBite. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 39: Analýza prvního měření ambulace č. 1 pavilon X



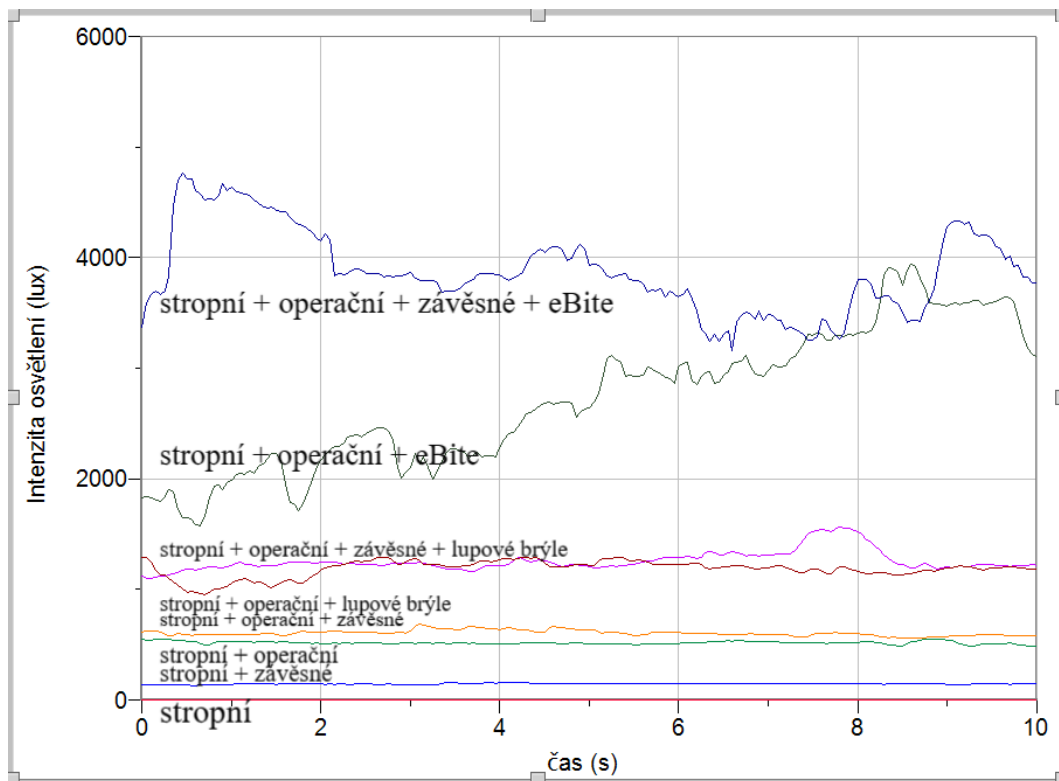
Zdroj: archiv autorky

První měření v ambulanci č. 1 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *2,195 lux*. Medián = *0,1291 lux*. Průměrná hodnota = ***0,2113 lux***;
- **Stropní světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *113,6 lux*, maximální *139,3 lux*. Medián = *128,6 lux*. Průměrná hodnota = ***128,4 lux***;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *441,4 lux*, maximální *501,4 lux*. Medián = *469,5 lux*. Průměrná hodnota = ***469,5 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *424,2 lux*, maximální *606,3 lux*. Medián = *548,5 lux*. Průměrná hodnota = ***518,2 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *1335 lux*, maximální *1585 lux*. Medián = *1427 lux*. Průměrná hodnota = ***1438 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *1268 lux*, maximální *1806 lux*. Medián = *1519 lux*. Průměrná hodnota = ***1514 lux***;

- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity 2635 lux, maximální 3770 lux. Medián = 3235 lux. Průměrná hodnota = 3235 lux;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity 2802 lux, maximální 5842 lux. Medián = 4400 lux. Průměrná hodnota = 4352 lux.

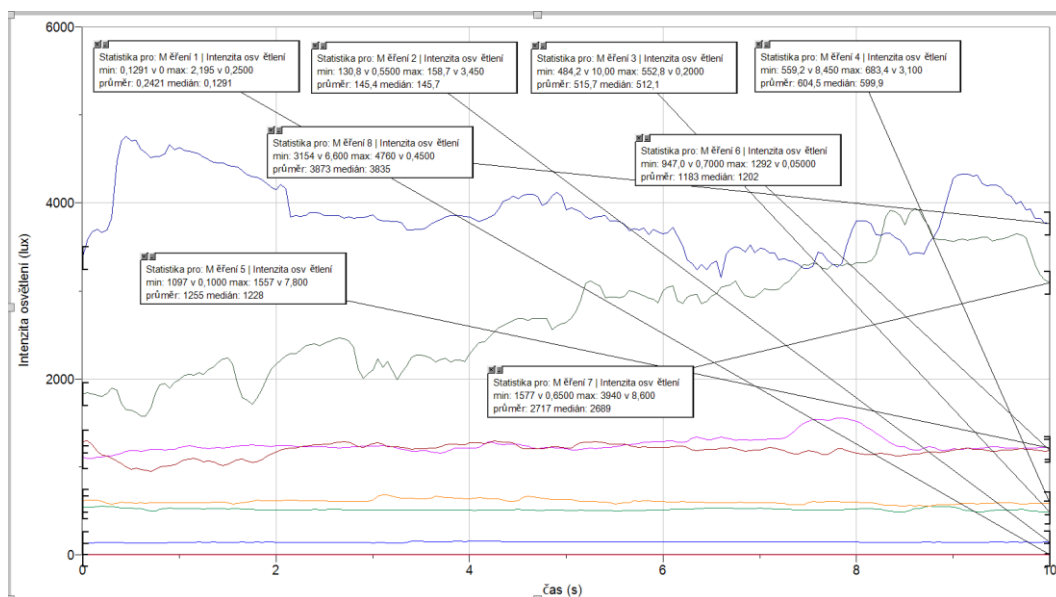
Graf 40: Druhé měření ambulance č. 1 pavilon X



Zdroj: archiv autorky

Nejvyšší intenzita osvětlení byla zjištěna u kombinace stropního světla, závěsného světla, operačního světla a přenosného intraorálního světla eBite. Nejnižší intenzitu má stropní světlo.

Graf 41: Analýza druhého měření ambulance č. 1 pavilon X



Zdroj: archiv autorky

Druhé měření v ambulanci č. 1 ukázalo další výsledky:

- **Stropní světlo:** minimální hodnota intenzity *0,1291 lux*, maximální *2,195 lux*. Medián = *0,1291 lux*. Průměrná hodnota = ***0,2421 lux***;
- **Stropní světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *130,8 lux*, maximální *158,7 lux*. Medián = *145,7 lux*. Průměrná hodnota = ***145,4 lux***;
- **Stropní světlo a operační světlo:** minimální hodnota intenzity *484,2 lux*, maximální *552,8 lux*. Medián = *512,1 lux*. Průměrná hodnota = ***515,7 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a závěsné světlo:** minimální hodnota intenzity *559,2 lux*, maximální *683,4 lux*. Medián = *599,9 lux*. Průměrná hodnota = ***604,5 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *947 lux*, maximální *1292 lux*. Medián = *1202 lux*. Průměrná hodnota = ***1183 lux***;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a lupové brýle:** minimální hodnota intenzity *1097 lux*, maximální *1557 lux*. Medián = *1228 lux*. Průměrná hodnota = ***1255 lux***;

- **Stropní světlo, operační světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *1577 lux*, maximální *3940 lux*. Medián = *2689 lux*. Průměrná hodnota = *2717 lux*;
- **Stropní světlo, operační světlo, závěsné světlo a eBite:** minimální hodnota intenzity *3154 lux*, maximální *4760 lux*. Medián = *3835 lux*. Průměrná hodnota = *3873 lux*.

3 DISKUZE

Na základě provedených měření byla provedena diskuze, ve které byly potvrzeny hypotézy. Je důležité poznamenat, že některé konkrétní ambulance (ambulance číslo 2, 3 a 5 Fakultní nemocnice Královské Vinohrady) byly umístěny na jižní straně budovy, což mohlo ovlivnit výsledky měření. Také na výsledky měření mohly mít vliv anatomické rysy různých pacientů. Například ne všichni pacienti mohou dobře ovládat jazyk a nedotýkat se jím okolních tkání během celého ošetření. Jazyk může částečně zakrývat zdroj světla a vrhat stíny na pracovní plochu.

Hypotéza č. 1

„Domnívám se, že závěsné svítidlo ovlivňuje intenzitu osvětlení v dutině ústní během ošetření.“

Mezi 10 změřenými soupravami mělo 6 z nich závěsné světlo. Bylo provedeno několik měření vestavěných zdrojů světla pro srovnání intenzity osvětlení: 1. Stropní a operační světlo, 2. Stropní a závěsné světlo, 3. Stropní, závěsné a operační světlo. Dále byly měřeny přenosné zdroje nejprve s vypnutým závěsným světlem, potom se zapnutým závěsným světlem, což umožnilo názorně demonstrovat rozdíl intenzity osvětlení bez použití tohoto zdroje světla a s jeho použitím.

Rozdíl v měřeních s použitím závěsného světla a bez jeho použití není příliš velký, ale je stále patrný. Například u křesla z ambulance č. 8 rozdíl činil 96,2 lux. V ordinaci č. 7 je rozdíl 74,5 lux. V ambulanci č. 1 na pavilonu X je ještě menší rozdíl 48,7 lux. Největší rozdíl byl zjištěn v soukromé zubní klinice Dream Smile, což lze vysvětlit tím, že ambulance byla otevřena teprve v únoru tohoto roku a má novější a méně opotřebované vybavení – rozdíl činil 437 lux.

U přenosných zdrojů osvětlení lze pozorovat významnější rozdíly v měřeních. To je především způsobeno tím, že na rozdíl od vestavěných zdrojů světla lupové brýle a eBite nemají pevné uchycení a mohou být vystaveny drobným změnám polohy kvůli mikropohybům ošetřujícího, tak i pacienta. Je důležité poznamenat, že u eBite je oproti lupovým brýlím rozdíl v měřeních ještě patrnější. Například v ambulanci č. 8 činí rozdíl u eBite 1266 lux, u lupových brýlí je menší

rozdíl 75 lux. V ambulanci č. 9 u lupových brýlí je rozdíl 85 lux, u eBite je větší rozdíl 216 lux. V ambulanci č. 7 u lupových brýlí je rozdíl 298 lux, u eBite je 588 lux. V ordinaci Dream Smile lupové brýle mají rozdíl 172 lux, eBite má 1668 lux. U poslední ordinace č. 1 na pavilonu X u lupové brýle je rozdíl 76 lux, u eBite je 1117 lux. Nyní je jasně vidět, že rozdíl v měřeních se závěsným světlem u lupových brýlí a bez něj činí od 75 lux do 298 lux (nepřesahuje 300 lux), u eBite od 216 lux do 1668 lux (nepřesahuje 2000 lux).

Na základě těchto údajů a výsledků provedených měření lze potvrdit předloženou hypotézu. Závěsné světlo ovlivňuje osvětlení ústní dutiny pacienta a zvyšuje intenzitu osvětlenosti jak při použití vestavěných zdrojů světla, tak i při použití externích zdrojů osvětlení. Bohužel ne všechny zubní ordinace disponují tímto zdrojem světla, což může ovlivnit úroveň únavy pracovníků stomatologické ordinace a do větší či menší míry i výsledek provedeného ošetření.

Hypotéza č. 2

„Předpokládám, že přenosné zdroje světla (lupové brýle, eBite) mají vyšší intenzitu osvětlení než stropní, operační a závěsné světlo.“

V rámci praktické části této práce byla provedena měření s využitím přenosných zdrojů světla na každém ze zvolených křesel. Při prohlížení grafů je zřejmé, že tyto zdroje osvětlení mají za jakýchkoli podmínek na každé soupravě výrazně vyšší intenzitu. Tento jev lze vysvětlit blízkým umístěním zdrojů světla k pracovní zóně, stejně jako pokročilejšími továrními nastaveními a mocnějším výkonem lamp. Rozdíl mezi použitím pouze stacionárních zdrojů osvětlení a použitím přenosných zdrojů vždy činí minimálně 1000 lux, ale většinou ještě více (do několika tisíc lux).

Vzhledem k tomu, že tuto hypotézu potvrzují absolutně všechna provedená měření, podíváme se na platnost na konkrétním příkladu pouze u jednoho z křesel. První měření na křesle číslo 1 na pavilonu X ukazuje, že maximální hodnota intenzity osvětlení při použití pouze stacionárních zdrojů světla (stropní + závěsné + operační světlo) dosahuje jen 606,3 lux. Použití lupových brýlí zvyšuje intenzitu až na 1806 lux. eBite rovněž zvyšuje míru osvětlení až na 5842 luxů v bodě svého maxima. Druhé kontrolní měření potvrzuje výsledky prvního měření. Intenzita

světla bez použití lupových brýlí a eBite dosahuje maximálně 683,4 lux. Použití lupových brýlí zvýšilo intenzitu na 1557 lux, zatímco eBite opět výrazně zvýšilo míru osvětlení na 4760 lux.

Z výsledků vyplývá, že přenosné zdroje světla mají vyšší intenzitu světla, což potvrzuje počáteční hypotézu. Tato zjištění mohou mít praktické aplikace v oblastech, kde je požadována vysoká intenzita osvětlení, a nabízí nové možnosti pro využití přenosných zdrojů světla ve specifických prostředích.

Hypotéza č. 3

„Předpokládám, že intenzita stacionárních zdrojů světla (stropního, operačního a závěsného světla) značně ovlivňuje intenzitu přenosných zdrojů světla (lupové brýle a eBite)“

Všechna měření přenosných zdrojů osvětlení byla provedena ve dvou možných kombinacích: přenosný zdroj + stropní a operační světlo nebo přenosný zdroj + stropní, operační a závěsné světlo. Proto grafy ukazují, že i jeden prvek stacionárního osvětlení (závěsné světlo) často výrazně ovlivnil úroveň osvětlenosti při použití brýlí nebo eBite. Jako příklad vezměme první měření provedené na křesle číslo 7. Při použití lupových brýlí bez závěsného světla byla zaznamenána intenzita osvětlení až 1637 lux, se zapnutým závěsným světlem 2138 lux. U eBite byl pozorován podobný trend. Intenzita osvětlení bez závěsného světla byla 6262 lux, se závěsným světlem 6521 lux. Ačkoliv rozdíl mezi těmito hodnotami nepřesahuje 1000 lux, grafy ukazují na nárůst úrovně osvětlení, což pozitivně ovlivní práci ošetřujícího. Z toho lze vyvodit, že efektivitu osvětlenosti přenosných zdrojů světla opravdu v menší nebo větší míře ovlivňují stacionární zdroje světla. V tomto případě lze znovu potvrdit, že čím více zdrojů osvětlení v ordinaci, tím vyšší a kvalitnější celkové osvětlení, což má velký význam pro práci zubního lékaře a dentální hygienistky.

Hypotéza č. 4

„Předpokládám, že stropní, závěsné a operační světlo mají stabilnější intenzitu osvětlení než přenosné zdroje (lupové brýle a eBite)“

Pro potvrzení hypotézy, že stropní, operační a závěsná světla mají stabilnější intenzitu osvětlení než přenosné zdroje, bylo provedeno několik měření, jejichž výsledky jsou zaznamenány v grafech. Z grafů je patrné, že hodnoty u přenosných zdrojů světla vykazují výrazné kolísání, zatímco u stacionárních zdrojů světla je křivka na grafu relativně stabilní. Tento rozdíl ve stabilitě osvětlení může být způsoben několika faktory:

Absence spolehlivé fixace: Přenosné světelné zdroje, jako jsou lupové brýle nebo intraorální světla, často trpí nedostatečnou fixací. Lupové brýle a další přenosné zdroje jsou často uchyceny přímo na tělo pacienta nebo ošetřujícího. Tento způsob uchycení nemusí být dostatečně stabilní, zejména pokud se jedná o dlouhotrvající procedury, během kterých může dojít k uvolnění. Navíc, materiály použité pro pásky nebo upínací mechanismy mohou postupem času ztrácet svoji pružnost a pevnost, což vede k nerovnoměrnému osvětlení.

Pohyblivost pacienta a operátora: Jak pacient, tak lékař mohou během ošetření nevědomky pohybovat hlavou nebo tělem, což může vést k posunu světla a i ke změnám v intenzitě a směru osvětlení. V případě intraorálních světel může pohyb jazyka způsobovat, že se světlo neustále mírně posouvá, což vede k nerovnoměrnému osvětlení pracovní plochy.

Rozdíly ve zdroji napájení: Stacionární světla jsou obvykle napájena z pevných zdrojů, což zajišťuje konstantní výkon a intenzitu světla. Naopak přenosná světla mohou být napájena bateriemi, jejichž výkon může kolísat s ubývajícím nabitím.

Stacionární osvětlení je často umístěno v prostředích, kde je možné lépe kontrolovat okolní světlo, čímž se minimalizuje jeho vliv na kvalitu osvětlení. Přenosné zdroje světla mohou být používány v různých prostředích s různou mírou okolního světla, což může ovlivnit jejich efektivitu a stabilitu osvětlení.

Stacionární světla jsou navržena tak, aby poskytovala široké a rovnoměrné pokrytí osvětlení, což je ideální pro operace a lékařské procedury, kde je potřeba dobře osvětlit větší plochy. Přenosné zdroje jsou kompaktnější a často se zaměřují na menší oblasti, což může způsobovat nerovnoměrnost v osvětlení. Z toho vyplývá, že grafy měření osvětlení a výše popsané důvody potvrzují původně stanovenou hypotézu.

ZÁVĚR

Bakalářská práce byla zaměřena na témata osvětlení zubních ordinací a zkoumání možných zdrojů osvětlení – stacionárních a přenosných. Praktická část práce, zahrnující měření intenzity osvětlení zdrojů světla, přinesla poznatky o rozdílech a kvalitě osvětlení, jež mají přímý dopad na pracovní prostředí v zubní ordinaci. Téma hygieny světla je v českých odborných kruzích relativně málo probírané, ačkoliv je důležité, nejen z hlediska ergonomie práce, ale také z hlediska zdravotního. Správné osvětlení může významně přispět k přesnosti zubních zákroků a k celkovému komfortu pacientů i zdravotnického personálu.

Na základě zjištění v této práci lze říct, že stacionární světelné zdroje poskytují stabilnější a spolehlivější osvětlení ve srovnání s přenosnými zdroji, což přináší výhody pro standardizaci osvětlení. Měření ukázala, že intenzita osvětlení je vyšší u přenosných zdrojů, což je výhodné pro práci s malými a špatně viditelnými objekty. Vzhledem k omezené dostupnosti českých zdrojů zabývajících se touto tematikou je zřejmé, že další výzkum a diskuse v této oblasti jsou nezbytné.

Práce tak může sloužit jako výchozí bod pro další rozšíření znalostí v této důležité, avšak nedoceněné oblasti.

SOUHRN

Úvod: Bakalářská práce se zaměřuje na hygienu světla v zubních ordinacích, která hraje klíčovou roli v zajištění optimálních pracovních podmínek a zdraví pacientů i personálu. S rostoucím důrazem na kvalitu zdravotní péče je správné osvětlení stále více v centru zájmu, protože musí odpovídat specifickým požadavkům vyplývajícím z charakteru dentálních procedur a přispívat k příjemnému prostředí pro pacienty.

Cíl: Cílem bakalářské práce je analyzovat a porovnat intenzitu osvětlení z různých zdrojů světla v zubní ordinaci s využitím intraorálního luxmetru. Práce identifikuje nejefektivnější typ osvětlení pro splnění hygienických norem a ergonomii práce zubního lékaře. V praktické části byla měřena intenzita osvětlení různých světelných zdrojů, aby se zjistilo, které nejlépe vyhovuje potřebám zubní ordinace.

Metodika: Metodika bakalářské práce zahrnuje dvojitá měření intenzity světla pomocí intraorálního luxmetru na deseti stomatologických soupravách. Měření probíhala s účastí pacienta, který byl umístěn v mandibulární poloze, ošetřujícího držícího luxmetr v ústní dutině pacienta, a osoby ovládající měření na počítači. Data byla zaznamenána a analyzována pomocí vzdělávacího softwaru Logger Lite 1.9.4 od firmy Vernier.

Výsledky: Bakalářská práce se zaměřila na osvětlení zubních ordinací, zkoumala stacionární a přenosné světelné zdroje a měřila jejich intenzitu. Všechny čtyři zkoumané hypotézy byly potvrzeny. Zjistila, že stacionární zdroje poskytují stabilnější osvětlení, zatímco přenosné zdroje mají vyšší intenzitu, což je vhodné pro detailní práci.

Závěr: Osvětlení v zubní ordinaci hraje významnou roli. Je důležité znát požadavky na osvětlení a mít kvalitní vybavení v ordinaci. Vzhledem k nedostatku českých odborných zdrojů je tato téma málo probíraná, přestože správné osvětlení zlepšuje přesnost zákroků a komfort pacientů i personálu. Práce nabízí základ pro další výzkum v této důležité oblasti.

SUMMARY

Introduction: The bachelor thesis focuses on light hygiene in dental offices, which plays a crucial role in ensuring optimal working conditions and the health of both patients and staff. With increasing emphasis on the quality of healthcare, proper lighting is becoming more of a focus as it must meet specific requirements stemming from the nature of dental procedures and contribute to a comfortable environment for patients.

Aim: The aim of the bachelor thesis is to analyze and compare the intensity of lighting from various light sources in a dental office using an intraoral luxmeter. The work identifies the most effective type of lighting to meet hygiene standards and the ergonomics of dental work. In the practical part, the intensity of lighting from various sources was measured to determine which best meets the needs of the dental office.

Methods: The methodology of the bachelor thesis includes double measurements of light intensity using an intraoral luxmeter on ten dental setups. The measurements were conducted with the participation of a patient in the mandibular position, a practitioner holding the luxmeter in the patient's oral cavity, and a person controlling the measurements on a computer. Data were recorded and analyzed using Vernier's educational software, Logger Lite 1.9.4.

Results: The bachelor thesis focused on lighting in dental offices, examined stationary and portable light sources, and measured their intensity. All four hypotheses investigated were confirmed. It was found that stationary sources provide more stable lighting, while portable sources have higher intensity, which is advantageous for detailed work.

Conclusion: Lighting in a dental office plays a significant role. It is important to know the lighting requirements and to have quality equipment in the office. Given the lack of Czech professional sources, this topic is rarely discussed, although proper lighting improves the accuracy of procedures and the comfort of

patients and staff. The work provides a foundation for further research in this important area.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. *12 Uses of Light in Our life| Its Importance and Examples*. Online. Study Read For Success. 2023. Dostupné z: https://www.studyread.com/uses-of-light/?utm_content=cmp-true. [cit. 2024-03-22].
2. *The Role of Light to Sight*. Online. The Physics Classroom. 2023. Dostupné z: <https://www.physicsclassroom.com/Class/refln/u1311a.cfm>. [cit. 2024-03-22].
3. BRESLIN, Ann a Alex MONTWILL. *Let there be light The Story of Light from Atoms to Galaxies*. Second Edition. Imperial College Press, 2013. ISBN 978-1-84816-758-2
4. MALÝ, Petr. *Optika*. Univerzita Karlova v Praze: Karolinum, 2008. ISBN 978-80-246-1342-0
5. BAJER, Jiří. *Optika 2*. Vladimír Chlup, 2018. ISBN 978-80-907098-0-5
6. SVOBODA, Emanuel. *Přehled středoškolské fyziky*. 3. Žitná 25: Prometheus, 2001. ISBN 80-7196-116-7.
7. J.D.TILLEY, Richard. *Colour and the optical properties of materials*. Third edition. Inc., 111 River Street, Hoboken, NJ 07030, USA: John Wiley, 2020. ISBN 9781119554691
8. AL- AZZAWI, Abdul. *Light and Optics Principles and Practices*. CRC Press Taylor & Francis Group, 2007. ISBN 0-8493-8313-7
9. Stark, Glenn. "light". Encyclopedia Britannica, 6 Apr. 2024, <https://www.britannica.com/science/light>. Accessed 14 April 2024.
10. FORE, Meredith. Dispersion (Optics): Definition, Formula & Examples. Online. *Sciencing*. 2020. Dostupné z: <https://sciencing.com/dispersion-optics-definition-formula-examples-13722362.html>. [cit. 2024-02-04].
11. ROSINA, Jozef, Jana VRÁNOVÁ a Hana KOLÁŘOVÁ. *Biofyzika pro zdravotnické a biomedicínské obory*. 2., doplněné vydání. Grada Publishing, 2021. ISBN 978-80-271-4276-7, str. 160-161

12. LEPIL, Oldřich. *Fyzika pro gymnázia Optika*. 3., přepracované vydání. Prometheus, spol. s.r.o, 2005. ISBN 80-7196-237-6, str. 105-106
13. KLABAZŇA, Jaroslav, Jiří NUC a Bohumír KOPAL. *Optika pro střední odborná učiliště*. SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1984. ISBN 04-837-84., str. 26-29
14. ROSINA, Jozef, Jana VRÁNOVÁ a Hana KOLÁŘOVÁ. *Biofyzika pro zdravotnické a biomedicínské obory*. 2., doplněné vydání. Grada Publishing, 2021. ISBN 978-80-271-4276-7, str. 163
15. NAŇKA, Ondřej a Miloslava ELIŠKOVÁ. *Přehled anatomie*. Třetí vydání. Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-206-0, str. 311-318
16. *Lidské oko. Vše, co potřebujete vědět o anatomii, stavbě a funkcích zrakového centra našeho těla*. Online. ZEISS Group. 2017. Dostupné z: <https://www.zeiss.cz/vision-care/lepsi-videni/pochopeni-zraku/lidske-oko.html#:~:text=Jednodu%C5%A1e%20%C5%99e%C4%8Deno%2C%20vid%C4%9Bn%C3%AD%20prob%C3%ADh%C3%A1%20n%C3%A1sledovn%C4%9B%3A%20lidsk%C3%A9%20oko%20absorbuje,sv%C4%9Btl o%20z%20okol%C3%AD%20kter%C3%A9%20je%20shrom%C3%A1%C5%BEd%C4%9Bno%20na%20rohovce..> [cit. 2024-03-05].
17. *Jak funguje barevné vidění?* Online. ZEISS Group. 2017. Dostupné z: <https://www.zeiss.cz/vision-care/lepsi-videni/pochopeni-zraku/jak-funguje-barevne-videni.html>. [cit. 2024-03-05].
18. BALUCH, Page a GONZALES, Ashleigh. *How Vision Works*. Arizona State University. Dostupné z: <https://askabiologist.asu.edu/explore/how-do-we-see>. [cit. 2024-03-05].
19. ROSINA, Jozef, Jana VRÁNOVÁ a Hana KOLÁŘOVÁ. *Biofyzika pro zdravotnické a biomedicínské obory*. 2., doplněné vydání. Grada Publishing, 2021. ISBN 978-80-271-4276-7, str. 163-164
20. Ong SR, Crowston JG, Loprinzi PD, Ramulu PY. Physical activity, visual impairment, and eye disease. *Eye (Lond)*. 2018 Aug;32(8):1296-1303. doi:

10.1038/s41433-018-0081-8. Epub 2018 Apr 3. PMID: 29610523; PMCID: PMC6085324

21. *Nejčastější Příčiny Poruchy Zraku & Jejich Léčba*. Online. Becher Market. 2022. Dostupné z: https://bechermarket.cz/nemoci/poruchy-zraku/#Nejcastejsi_poruchy_zraku_a_jejich_moznosti_lecby. [cit. 2024-03-05].
22. Syndrom nemocných/nezdravých budov (SBS). Příznaky, faktory, prevence a kontrola. *BOZP Bezpečnost práce*. 2018, 3. ISSN 285 00 679
23. Osvětlení pracoviště ve vztahu k BOZP. Hygienické normy, doporučená intenzita, projektování. *BOZP Bezpečnost práce*. 2018, s. 4. ISSN 285 00 679
24. ČESKÁ REPUBLIKA. *O požadavcích na minimální technické a věcné vybavení zdravotnických zařízení a kontaktních pracovišť domácí péče*. In: . 2012, částka 36, Sbírnka zákonů č.92, s. 88. ISSN 1211-1244
25. Typy světelných zdrojů v zubní ordinaci. *Cacan CZ* [online]. 2023 [cit. 2024-02-23]. Dostupné z: <https://www.svetloprozubare.cz/blog/oplampa/>
26. STYMOS GROUP. *Osvětlení pro zubní laboratoř*. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.isvetlo.cz/osvetleni-pro-zubni-laborator/>. [cit. 2024-03-05].
27. Lamp HQ. *What is Color Rendering Index (CRI) for LED Lights?* Online. 2024. Dostupné z: <https://lamphq.com/color-rendering-index/>. [cit. 2024-02-12].
28. *Halogen Lamp for Dental Chair VS LED Dental Operation Lamp: Which Is Better?* Online. SAFETY. 2023. Dostupné z: <https://www.dentdental.com/article/halogen-lamp-for-dental-chair-vs-led-dental-operation-lamp.html>. [cit. 2024-03-05].
29. Typy světelných zdrojů v zubní ordinaci. *Cacan CZ* [online]. 2023 [cit. 2024-02-23]. Dostupné z: <https://www.svetloprozubare.cz/blog/oplampa/>

30. Eclipse dental. *9 Tips for the Best Dental Surgery Lighting*. 2023. Dostupné z: <https://eclipse-dental.com/dental-blog-articles/top-tips-for-dental-surgery-lighting/#:~:text=Key%20Insights%20on%20Dental%20Practice%20Lighting%3A%201%20Dental,essential%20for%20procedure%20precision%20and%20comfort.%20Dal%C5%A1%C3%AD%20polo%C5%BEky>. [cit. 2024-02-23].
31. Urlič, I., Pavan, J., Verzak, Ž., Karlović, Z., & Vranić, D. (2021). The Best Dentistry Professional Visual Acuity Measured under Simulated Clinical Conditions Provides Keplerian Magnification Loupe: A Cross-Sectional Study. *Dentistry Journal*, 9. <https://doi.org/10.3390/dj9060069>.
32. Se, S., Ji, F., & He, S. (1997). Enhanced visualization using magnification systems.. *Journal of dental hygiene*, 71, 202.
33. FILIPIOVÁ, Marie. *Ultrazvuk ve stomatologii technologicko ekonomické zhodnocení*. Diplomová práce. Kladno: ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ, 2018.
34. *Intraorální přenosné světlo eBite - pomocná stomatologická lampa*. Online. GigaMED. Dostupné z: <https://www.gigamed.eu/intraoralni-prenosne-svetlo-ebite-pomocna-stomatologicka-lampa-sada-mini/>. [cit. 2024-03-12].
35. FUKSA, Antonín. *Osvětlení zubních ordinací: Pozor na změny v požadavcích na osvětlení!*. StomaTeam. Roč. 2014, č. 2. ISSN 1214-147X
36. KOKŠAL, Libor. Osvětlení zubních ordinací. Online. *Dental Choice*. 2023, č. 28168496. Dostupné z: <https://www.dentalchoice.cz/cz/problematika/osvetleni-zubnich-ordinaci#confirm>. [cit. 2024-02-12].
37. *Silring*. Co je intenzita osvětlení a existuje norma pro osvětlení prostor? [online]. 2022 [cit. 2024-02-12]. Dostupné z: <https://silring.cz/blog/intenzita-osvetleni-normy>
38. DEGUZMAN, Kyle. *What is Color Temperature & Why It's Important in Photo & Film*. Online. Studiobinder. 2022. Dostupné

z: <https://www.studiobinder.com/blog/what-is-color-temperature-definition/>.
[cit. 2024-02-12].

39. *LED glow.cz*. Jak funguje technologie LED? [online]. 2023 [cit. 2024-02-12]. Dostupné z: <https://www.ledglow.cz/magazin/jak-funguje-technologie-led/#:~:text=V%20praxi%20funguje%20LED%20tak%2C%20%C5%BEe%20se%20na,n%C3%A1boje%20%28elektron%C5%AF%20a%20d%C4%9Br%29%20na%20p%C5%99echodu%20mezi%20vrstvami.>
40. *Ledsviti.cz*. Co je Light Emitting Diode? [online]. 2023 [cit. 2024-02-12]. Dostupné z: <https://www.ledsviti.cz/informace-o-led-osvetleni/co-je-led/#:~:text=Co%20je%20Light%20Emitting%20Diode%3F%201%20LED%20osv%C4%9Btlen%C3%AD,nejvy%C5%A1%C5%A1%C3%AD%20%C3%BA%C4%8Dinnost%20p%C5%99em%C4%9Bny%20elektrick%C3%A9%20energie%20na%20sv%C4%9Btlo.%20>
41. Price RB, Labrie D, Sullivan B, Sliney DH. The potential 'blue light hazard' from LED headlamps. *J Dent*. 2022 Oct;125:104226. doi: 10.1016/j.jdent.2022.104226. Epub 2022 Jul 22. PMID: 35872222.
42. POJAR, Petr. *Jak se měří intenzita umělého osvětlení*. Online. České stavby.cz. 2022. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/jak-se-meri-intenzita-umeleho-osvetleni-27057.html>. [cit. 2024-03-09].
43. VOJÁČEK, Antonín. *Optické senzory přiblížení - obecný popis*. Online. Automatizace.hw.cz. 2005. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/clanek/2005121901>. [cit. 2024-03-07].
44. KOUTNÝ, Jaroslav a Ivo VLK. *Elektronika I učebnice*. VYTVOŘENO V RÁMCI PROJEKTU: DIGITÁLNÍ ŠKOLA: ICT VE VÝUCE TECHNICKÝCH PŘEDMĚTŮ, REG. Č. CZ.1.07/1.1.04/01.0137, Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola elektrotechnická, Olomouc 2009
45. PINI, Art. *Základy fotodiod a fototranzistorů a jak je aplikovat*. Online. DigiKey. 2022. Dostupné z: <https://www.digikey.cz/cs/articles/the-basics-of-photodiodes-and-phototransistors-and-how-to-apply-them>. [cit. 2024-03-07].

46. *Fotometrické metody: Měření světelných podmínek od A do Z*. Online. Fotometry Web o fotometrech všeho druhu. 2024. Dostupné z: <https://fotometry.cz/fotometricke-metody-mereni-svetelnych-podminek-od-a-do-z/>. [cit. 2024-03-07].
47. *Přístroje pro měření osvětlení: druhy a princip činnosti*. Online. 2Staveniste.cz. Dostupné z: <https://2staveniste.cz/pristroje-pro-mereni-osvetleni-druhy-a-princip-cinnosti/>. [cit. 2024-03-07].
48. Parker, S. S. (2022). *Ergonomics in the Dental Office*. *Ergonomics in the Dental Office* (pp. 1–52). wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119365686>
49. GEROČOVÁ, Lucia. *Ergonomie při práci v zubní ordinaci*. Bakalářská práce, vedoucí Jiroutová, Olga. Praha: Univerzita Karlova, 3. lékařská fakulta, Stomatologická klinika 3. LF UK a FNKV, 2022
50. KRAJÁKOVÁ, Eliška. *Následky nesprávné ergonomie, preventivní opatření a optimalizace práce ve stomatologické praxi*. Bakalářská práce, vedoucí Křížová, Petra. Univerzita Karlova, 3. lékařská fakulta, Stomatologická klinika, 2016
51. SHETTY, Sowmya a Veronica KINDARO. THE UNIVERSITY OF QUEENSLAND. *Operator and patient positioning* [online]. [cit. 2024-03-05]. Dostupné z: <https://uq.pressbooks.pub/dentistryenvironment/chapter/operator-and-patient-positioning/>
52. JEONG, Y. Natalie; RUDY, Robert J. a COLEMAN, Daniel K. *Patient Examination and Assessment*. Online. Pocket Dentistry. 2016. Dostupné z: <https://pocketdentistry.com/patient-examination-and-assessment/>. [cit. 2024-03-05].
53. ŠUSTOVÁ, Zdeňka; KAPITÁN, Martin a HODAČOVÁ, Lenka. *Ergonomie v ordinaci zubního lékaře / Část II*. Online. RECENZOVANÝ ČASOPIS ČESKÉ STOMATOLOGICKÉ KOMORY.

2015. Dostupné z: <https://www.lks-casopis.cz/clanek/ergonomie-v-ordinaci-zubniho-lekare-cast-ii/>. [cit. 2024-03-05].
54. Michalak-Turcotte C. Controlling dental hygiene work-related musculoskeletal disorders: the ergonomic process. *J Dent Hyg.* 2000 Winter;74(1):41-8. PMID: 11314116.
55. L. BRAME, Jennifer. Seating, Positioning, and Lighting. Online. *Dimensions of Dental Hygiene*. Dostupné z: <https://dimensionsofdentalhygiene.com/article/seating-positioning-and-lighting/>. [cit. 2024-03-13].

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Seznam obrázků

Obrázek 1: Elektromagnetické spektrum	11
Obrázek 2: Rozklad světla na hranolu	13
Obrázek 3: Stavba oka	18
Obrázek 4: Proces vidění	19
Obrázek 5: Přenosné intraorální světlo e-Bite	25
Obrázek 6: Nesprávná volba osvětlení.....	27
Obrázek 7: Správná volba osvětlení.....	28
Obrázek 8: Poloha ošetřujícího	35
Obrázek 9: Umístění operačního světla	36
Obrázek 10: Mandibulární poloha	37
Obrázek 11: Maxilární poloha	38
Obrázek 12: Umístění luxmetru v dutině ústní pacienta.....	41
Obrázek 13: Průběh měření.....	42

Seznam tabulek

Tabulka 1: Vybavení stomatologických ordinací	40
---	----

Seznam grafů

Graf 1: První měření ambulance č. 2 pavilon N	43
Graf 2: Analýza prvního měření ambulance č. 2 pavilon N	44
Graf 3: Druhé měření ambulance č. 2 pavilon N	45
Graf 4: Analýza druhého měření ambulance č. 2 pavilon N.....	45
Graf 5: První měření ambulance č. 3 pavilon N	46
Graf 6: Analýza prvního měření ambulance č. 3 pavilon N	47
Graf 7: Druhé měření ambulance č. 3 pavilon N	48
Graf 8: Analýza druhého měření ambulance č. 3 pavilon N.....	48
Graf 9: První měření ambulance č. 5 pavilon N	50
Graf 10: 1. část analýzy prvního měření ambulance č. 5 pavilon N	51

Graf 11: 2. část analýzy prvního měření ambulance č. 5 pavilon N	52
Graf 12: Druhé měření ambulance č. 5 pavilon N	53
Graf 13: 1. část analýzy druhého měření ambulance č. 5 pavilon N	54
Graf 14: 2. část analýzy druhého měření ambulance č. 5 pavilon N	55
Graf 15: První měření ambulance č. 8 pavilon N.....	56
Graf 16: Analýza prvního měření ambulance č. 8 pavilon N	57
Graf 17: Druhé měření ambulance č. 8 pavilon N	58
Graf 18: Analýza druhého měření ambulance č. 8 pavilon N.....	59
Graf 19: První měření ambulance č. 9 pavilon N.....	60
Graf 20: Analýza prvního měření ambulance č. 9 pavilon N	61
Graf 21: Druhé měření ambulance č. 9 pavilon N	62
Graf 22: Analýza druhého měření ambulance č. 9 pavilon N.....	63
Graf 23: První měření ambulance č. 11 pavilon N.....	64
Graf 24: Analýza prvního měření ambulance č. 11 pavilon N	65
Graf 25: Druhé měření ambulance č. 11 pavilon N	66
Graf 26: Analýza druhého měření ambulance č. 11 pavilon N.....	66
Graf 27: První měření ambulance č. 7 pavilon N.....	67
Graf 28: Analýza prvního měření ambulance č. 7 pavilon N	68
Graf 29: Druhé měření ambulance č. 7 pavilon N	69
Graf 30: Analýza druhého měření ambulance č. 7 pavilon N.....	70
Graf 31: První měření Dream Smile	71
Graf 32: Analýza prvního měření Dream Smile	72
Graf 33: Analýza druhého měření Dream Smile.....	74
Graf 34: První měření ambulance č. 2 pavilon X.....	75
Graf 35: Analýza prvního měření ambulance č. 2 pavilon X	76
Graf 36: Druhé měření ambulance č. 2 pavilon X	77
Graf 37: Analýza druhého měření ambulance č. 2 pavilon X.....	78
Graf 38: První měření ambulance č. 1 pavilon X.....	79
Graf 39: Analýza prvního měření ambulance č. 1 pavilon X	80
Graf 40: Druhé měření ambulance č. 1 pavilon X	81
Graf 41: Analýza druhého měření ambulance č. 1 pavilon X.....	82