

VLIV FILTRACE MODRÉ SLOŽKY SVĚTLA NA MÍRU STRESU ŘIDIČŮ ZPŮSOBENÉHO OSLNĚNÍM MODERNÍMI LED SVĚTLOMETY ¹

Teoretické ukotvení

Předložená práce se zabývá vlivem vybraných čoček, které filtrují modrou část spektra, na stres u řidiče při oslnění moderními LED světlomety a jeho mozkovou činnost či stimulaci vizuálních evokovaných potenciálů pattern reversal podnětem, kterým je měnící se šachovnice. Oslnění se v rámci dopravy prakticky nelze vyhnout a u řidičů způsobuje diskomfort (Bullough et al., 2008) a ovlivňuje jejich řidičské schopnosti (Theeuwes et al., 2002). Na trhu se se také objevují speciální brýlové čočky, které by měly dopad oslnění snižovat, a to filtrací modré složky světla (Friedland et al., 2017). Řidiči se při působení modrého světla dopouštějí více chyb než při působení světla žlutého (Rodríguez-Morilla et al., 2017) a ukazuje se, že filtrace světla může ovlivňovat dopady oslnění na člověka (Friedland et al., 2017).

Vzhledem k tomu, že se v této práci objevuje roblematika psychofyziologie dovoluje si ji autorka přiblížit aspoň velice okrajově a zjednodušeně v teoretickém ukotvení. Měření elektrodermální aktivity spočívá v měření kožní vodivosti (Stern et al., 2001). Mezi její ukazatele řadíme například hladinu kožní vodivosti (SCL), odezvu kožní vodivosti (SCR), hladinu kožního odporu (SRL) a odezvu kožního odporu (SRR), odezvu kožního potenciálu (SPR) a hladinu kožního potenciálu (SPL) (Dawson et al., 2016). Elektrokardiografie je metoda měřící elektrickou aktivitu srdce (Stern et al., 2001). V rámci srdečního rytmu rozlišujeme čtyři frekvenční pásma. Jedná se o pásmo vysoké frekvence, pásmo nízké frekvence, pásmo velmi nízké frekvence a pásmo ultra nízké frekvence. Pro stresovou reakci je významný poměr LF/HF (Shaffer & Ginsberg, 2017). Elektrookulografie se užívá k měření pohybu očí (Andreassi, 2000) a lze rozlišovat vertikální a horizontální EOG (Stern et al., 2001). V souvislosti s touto prací je nejvýznamnější jev mrkání, který lze pomocí vertikálního EOG zaznamenat (Andreassi, 2000). Vizuální evokované potenciály se pojí s elektrickými potenciály, které jsou vyvolané krátkými vizuálními podněty a měřeny jsou pomocí elektrod umístěných na skalpu člověka v oblasti zrakového kortexu (Bekdash et al., 2015). Nejvýznamnějším ukazatelem vizuálních evokovaných potenciálů je vlna P100. Jedná se o pozitivní vlnu s latencí kolem 100 ms (Kaňovský & Dufek, 2000). Vizuální evokované potenciály mohou být stimulované objevením obrazce (pattern appearance VEP), zmizením obrazce (pattern disappearance VEP) a zvratem struktury, který má podobu záměny dvou navzájem obrácených vzorů obrazce (pattern reversal VEP) (Kaňovský & Dufek, 2000).

¹ Tato zpráva vznikla v rámci předmětu Vícerozměrné statistické metody (K. psychologie FF UPOL, 2022/23) Data a další informace o této zprávě jsou dostupné na adrese: <https://dostal.vyzkum-psychologie.cz/stat4?i=107>

Princip experimentu, proměnné a zpracování dat

Cílem této práce bylo prostřednictvím psychofyziologických měření prozkoumat, zda vybrané filtry modrého světla, ovlivňují stres u řidiče při oslnění moderními LED světly a jeho mozkovou činnost při stimulaci pomocí pattern reversal VEP. Data byla získána s pomocí **experimentu s vnitrosubjektovým designem na 30 zdravých dospělých ve věku 18-40 let**. První část experimentu je zaměřena na stres řidiče, který je sledován pomocí amplitudy odezvy kožní vodivosti (SCR), poměru LF/HF a průměrného počtu mrkání. Druhá část se týká mozkové činnosti. Zde je pozorována amplituda a latence vlny P100 VEP.

Data byla nejdříve naměřena pomocí programu AcqKnowledge, ve kterém byla následně zpracována a přeepsána do tabulky typu long v programu Microsoft Excel. V této tabulce jsou shromážděna data týkající se **amplitudy kožní odpovědi, poměr LF/HF, počet mrknutí a amplituda a latence vlny P100 vizuálních evokovaných potenciálů**, a to vždy v souvislosti s **jednotlivými čočkami**. Dále jsou zde anonymní kódy participantů, jejich **věk a pohlaví**.

Lineární model se smíšenými efekty

V rámci statistických analýz byl pro výpočet hypotéz zvolen lineární model se smíšenými efekty. Tento model počítá nejen s pevnými regresory, ale zahrnuje i regresory náhodné. V případě tohoto výzkumu je pevným regresorem filtr a náhodným regresorem participant. Tento model má také výhodnou vlastnost, že není tak citlivý na chybějící data, která se v tomto výzkumu objevují. Za použití lineárního modelu se smíšenými efekty byly testovány následující hypotézy:

- H1: Velikost amplitudy SCR se zmenšuje v závislosti na tom, jaká je propustnost čočky předkládané během oslnění LED světly.
- H2: Poměr LF/HF se snižuje v závislosti na tom, jaká je propustnost čočky předkládané během oslnění LED světly.
- H3: Průměrný počet mrkání v intervalu do 20 s po oslnění LED světly se liší v závislosti na tom, jaká je propustnost čočky předkládané během oslnění LED světly.
- H4: Velikost amplitudy vlny P100 se liší v závislosti na tom, jaká je propustnost čočky předkládané během stimulace pomocí pattern reversal VEP.
- H5: Velikost latence vlny P100 se liší v závislosti na tom, jaká je propustnost čočky předkládané během stimulace pomocí pattern reversal VEP.

Výsledky

V této kapitole jsou prezentovány výsledky statistických analýz pomocí lineárního modelu se smíšenými efekty a testu podmodelu:

H1:

P-hodnota je v případě amplitudy SCR nižší než stanovená hladina významnosti u čoček firmy Optika Čivice s HardCoat úpravou v tomto výzkumu označené jako „List“ ($t = -1,062, p = 0,292$). U čoček firmy Optika

Čivice s úpravou Profi Activ v tomto výzkumu označené jako „Sluníčko“ se signifikantní výsledek objevuje ($t = -2,232$, $p = 0,029$). Zajímavé je, že signifikantní výsledek se objevuje i u čoček ze zkušební sady bez jakékoliv povrchové úpravy, v tomto výzkumu označené jako „Rybka“ ($t = -2,084$, $p = 0,041$). U testu podmodelu nebyl nalezen signifikantní vliv ($X^2(3) = 6,18$, $p = 0,103$). Nulová hypotézu není zamítnuta, o její platnosti není možné na základě našich dat rozhodnout (tab. 1).

Tab. 1: Vliv čoček na velikost amplitudy SCR

ČOČKY		t	p
Sluníčko	Optika Čivice s úpravou Profi Activ	-2,232	0,029*
List	Optika Čivice s HardCoat úpravou	-1,062	0,292
Rybka	Skleněná čočka bez úpravy	-2,084	0,041*

H2:

U čoček firmy Optika Čivice s úpravou Profi Activ nebyl nalezen signifikantní vliv ($t = -0,345$, $p = 0,731$). U čoček firmy Optika Čivice s HardCoat úpravou byl nalezen vysoce signifikantní vliv ($t = 2,733$, $p = 0,008$). I test podmodelu je signifikantní ($X^2(3) = 10,99$, $p = 0,012$). Avšak u čoček se jedná o signifikantní vztah v opačném směru, v průměru je zde poměr LF/HF o 0,02 Hz vyšší než u kontrolního měření. Může se tedy jednat o falešnou pozitivitu a není tedy dostatek důkazů k potvrzení alternativní hypotézy (tab. 2).

Tab. 2: Vliv čoček na poměr LF/HF

ČOČKY		t	p
Sluníčko	Optika Čivice s úpravou Profi Activ	-0,345	0,731
List	Optika Čivice s HardCoat úpravou	2,733	0,008**
Rybka	Skleněná čočka bez úpravy	1,249	0,215

H3:

U této hypotézy nebyl získán žádný signifikantní výsledek u žádných čoček. Čočky firmy Optika Čivice s HardCoat úpravou nemají signifikantní vliv na počet mrknutí po oslnění LED světlometry ($t = 1,306$, $p = 0,195$), vliv se také nepotvrdil u čoček firmy Optika Čivice s Profi Activ úpravou ($t = 1,306$, $p = 0,195$). Test

podmodelu také není signifikantní ($X^2(3) = 2,26$, $p = 0,521$). Nulová hypotéza není zamítnuta, o její platnosti nejsme schopni na základě našich dat rozhodnout (tab. 3).

Tab. 3: Vliv čoček na počet mrknutí v intervalu do 20 s po oslnění

ČOČKY		t	p
Sluníčko	Optika Čivice s úpravou Profi Activ	1,306	0,195
List	Optika Čivice s HardCoat úpravou	1,306	0,195
Rybka	Skleněná čočka bez úpravy	0,788	0,433

H4:

K ověření této hypotézy byl použit lineární model se smíšenými efekty a test podmodelu. Signifikantní vliv byl nalezen u čoček firmy Optika Čivice s úpravou Profi Activ ($t = 2,085$, $p = 0,040$). U čoček firmy Optika Čivice s úpravou HardCoat nebyl nalezen signifikantní vliv ($t = 1,299$, $p = 0,198$). Test podmodelu také nebyl signifikantní ($X^2(3) = 4,72$, $p = 0,193$). Nulová hypotéza není zamítnuta, o její platnosti nejsme schopni na základě našich dat rozhodnout (tab. 4).

Tab. 4: Vliv čoček na velikost amplitudy P100

ČOČKY		t	p
Sluníčko	Optika Čivice s úpravou Profi Activ	2,085	0,040*
List	Optika Čivice s HardCoat úpravou	1,299	0,198
Rybka	Skleněná čočka bez úpravy	1,656	0,101

H5:

Vysoce signifikantní vliv byl nalezen u čoček firmy Optika Čivice s úpravou Profi Activ ($t = 3,330$, $p = 0,001$). Signifikantní vliv byl také nalezen u čoček ze zkušební sady (Rybka) ($t = 2,340$, $p = 0,022$). Test podmodelu vyšel vysoce signifikantně ($X^2(3) = 14,37$, $p = 0,002$). Nulová hypotéza je zamítnuta, přijímá se alternativa (tab. 5).

Tab. 5: Vliv čoček na velikost latence P100

ČOČKY		t	p
Sluníčko	Optika Čivice s úpravou Profi Activ	3,330	0,001**
List	Optika Čivice s HardCoat úpravou	0,270	0,788
Rybka	Skleněná čočka bez úpravy	2,340	0,022*

Souhrn

Na základě stanovených hypotéz nebyl potvrzen statisticky signifikantní vliv filtrace modré složky světla na stres u řidiče během oslnění LED světlomety. Avšak dohromady lze vidět určitý význam čoček, které filtrovali modrou složku světla nejvíce. Byť test podmodelu nevyšel u hypotéz signifikantní, i tak vnímá autorka jako užitečné, že tyto čočky vykazaly signifikantní výsledky v rámci vlivu jednotlivých regresorů u kožní reakce SCR (tab. 1) a amplitudy P100 VEP (tab. 4). U mozkové činnosti nebyla potvrzena hypotéza týkající se amplitudy vlny P100, avšak hypotéza týkající se latence této vlny (tab. 5) se ukázala jako vysoce signifikantní a v souvislosti se signifikancí nalezenou u amplitudy P100 u jednotlivého regresoru jimž jsou čočky, které nejvíce filtrují modrou složku světla, se jedná o výsledek, který by mohl naznačovat význam filtrů modré složky světla i na úrovni mozku.

Literatura

- Andreassi, J. L. (2000). *Psychophysiology: Human Behavior and physiological response* (4. ed). Lawrence Erlbaum Associates.
- Bekdash, M., Asirvadam, V. S., & Kamel, N. (2015). Visual evoked potentials response to different colors and intensities. *2015 International Conference on BioSignal Analysis, Processing and Systems (ICBAPS)*, 104–107. <https://doi.org/10.1109/ICBAPS.2015.7292227>
- Bullough, J. D., Skinner, N. P., Pysar, R. M., Radetsky, L. C., Smith, A. M., & Rea, M. S. (2008). *Nighttime Glare and Driving Performance: Research Findings* [Data set]. American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/e736512011-001>
- Dawson, M. E., Schell, A. M., & Fillion, D. L. (2016). The Electrodermal System. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary, & G. G. Berntson (Ed.), *Handbook of Psychophysiology* (4. vyd., s. 217–243). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781107415782.010>

- Friedland, H., Snyckerski, S., Palmer, E. M., & Laraway, S. (2017). The effectiveness of glare-reducing glasses on simulated nighttime driving performance in younger and older adults. *Cognition, Technology & Work*, 19(4), 571–586. <https://doi.org/10.1007/s10111-017-0442-2>
- Kaňovský, P., & Dufek, J. (2000). *Evokované potenciály v klinické praxi*. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví.
- Rodríguez-Morilla, B., Madrid, J. A., Molina, E., & Correa, A. (2017). Blue-Enriched White Light Enhances Physiological Arousal But Not Behavioral Performance during Simulated Driving at Early Night. *Frontiers in Psychology*, 8, 997. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00997>
- Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health*, 5, 258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
- Stern, R. M., Ray, W. J., & Quigley, K. S. (2001). *Psychophysiological Recording*. Oxford University Press.
- Theeuwes, J., Alferdinck, J. W. A. M., & Perel, M. (2002). Relation Between Glare and Driving Performance. *Human Factors*, 44(1), 95–107. <https://doi.org/10.1518/0018720024494775>