

Poruchy barvocitu a mapy pro orientační běh

Bc. Ladislav Semrád,
Mgr. Bc. Zdeněk Stachoň, Ph.D.,
Geografický ústav, Přírodovědecká fakulta
Masarykova univerzita,
Mgr. Luděk Krtička, Přírodovědecká fakulta,
Ostravská univerzita

Abstrakt

Článek se zabývá problematikými částmi mapového klíče při čtení barevných map při orientačním běhu. Jsou uvedeny poruchy barvocitu a znakový klíč předepsaný Mezinárodní federací orientačního běhu (IOF). Na základě starších výzkumů jsou představeny problematické znaky i s názornými ukázkami. Následně je prezentováno několik návrhů na úpravu mapového klíče a jejich vlastní testování v terénu. Při testu byl měřen čas a vyplňován dotazník, zaměřený na subjektivní hodnocení výkonu. Výsledky tak tvoří kombinaci kvantitativních a kvalitativních indikátorů. Práce poskytuje východiska pro možné úpravy klíče ISOM 2017-2 v budoucnosti.

Issue of Colour Blindness and the Maps for Orienteering

Abstract

The article deals with visually problematic parts of the list of symbols for orienteering. Colour vision impairments and the IOF prescribed symbol set are introduced. Then, problematical symbols, included examples, based on previous survey, are shown. The practical part comes with few suggestions on how to adjust symbols, and their follow-up testing in the terrain. During the test, the time between control points was measured, and runners were asked to fill out a questionnaire subjectively evaluating their performance. The results are thus a combination of qualitative and quantitative indicators and provide starting points for modifications of map key ISOM 2017-2 for orienteering maps, in the future.

Keywords: orienteering, list of symbols, ISOM, colour, map

1. Úvod

Orientační běh (dále OB) je sportovní disciplína, která klade vysoké nároky na pochopení podrobné mapy, vytvořené ve speciálním znakovém klíči a sloužící k navigaci v terénu. Existuje však nezanedbatelná část populace, která se získáním přesných informací z mapy může mít problémy, protože trpí jednou z poruch barevného vidění.

Cílem této práce je na základě předchozích výzkumů v této oblasti identifikovat problematické kombinace symbolů ve znakovém klíči pro OB a navrhnout a otestovat některé úpravy, které by pomohly osobám trpícím poruchou barvocitu se čtením těchto map. Tato práce tak částečně navazuje na práci Mapové komise Mezinárodní federace orientačního běhu (IOF), která se v posledních letech touto problematikou také zabývá.

K porovnání navržených úprav se současnou specifikací dojde pomocí praktického testu v terénu, přičemž upravenými barvami na mapě bude simulována porucha barevného vidění běžcům bez poruchy barvocitu. Ke zhodnocení výsledků poslouží mezičasy z jednotlivých postupů a odpovědi z dotazníků, využívající metodu Likertovy škály.

2. Poruchy barvocitu

Poruchou barvocitu se rozumí stav, kdy jedinec vnímá některé barvy jinak než většina populace. Většinou se jedná o poruchu jednoho ze tří typů barevných fotoreceptorů. Podle Birche [1] trpí nějakou z poruch barvocitu okolo 8 % mužské populace, zatímco u žen se udává výskyt 0,4 %.

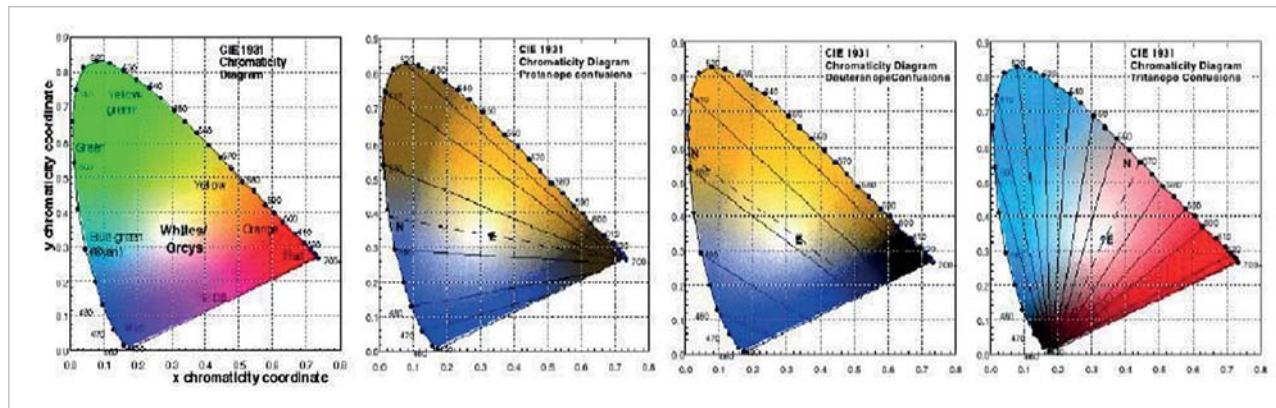
Tato selektivnost je způsobena tím, že recesivní gen, který obvykle problémy s barevným viděním způsobuje, je vázaný na chromozom X, a ten mají muži jen jeden, zatímco ženy dva. Swift [2] pak udává, že poruchy barvocitu se vyskytují častěji u europoidní rasy (8 %) než u mongoloidní (5 %) nebo negroidní (3 %).

2.1 Dělení poruch

Olson a Brewer [3] dělí jednotlivé typy poruch podle toho, kolik ze tří základních barev člověk vnímá. Při takzvané anomálii vnímají osoby všechny tři barvy, ale jedna z nich je oslabena a odlišuje se tak od normálu. Na druhé straně dichromazie, neboli anopie značí úplný výpadek čípků pro konkrétní barvu. Předpona poruchy pak udává, jaké fotoreceptory jsou defektní, a tedy jakou barvu osoba vnímá omezeně nebo vůbec.

- Deuteranomálie, Deuteranopie: necitlivost na zelenou barvu, záměna s červenou.
- Protanomálie, Protanopie: necitlivost na červenou barvu, záměna se zelenou.
- Tritanomálie, Tritanopie: necitlivost na modrou barvu, záměna se žlutou.

Nejběžnější poruchou je deuteranomálie, kterou trpí okolo 5 % mužské populace. Přibližně jednoprocenní zastoupení pak má protanomálie a oba závažnější ekvivalenty těchto poruch [1]. Naopak tritanomálie, necitlivost na modrou barvu je velmi vzácná, podobně jako kompletní monochromazie, při které osoba vidí pouze černobíle. Ve výsledku má pak naprostá většina osob s poruchou barvocitu velmi podobné problémy. Deuteranomálie i protano-



Obr. 1 CIE diagram různými typy vidění (zleva běžné trichromatické vidění, protanopie, deuteranopie a tritanopie), převzato z [4]

Tab. 1 PMS a CMYK hodnoty pro barvy v ISOM, vytvořeno dle: [6]

Barva ISOM	PMS označení	Barevný model CMYK			
		Azurová	Purpurová	Žlutá	Černá
Černá	Process Black	0	0	0	100
Hnědá	471	0	56	100	18
Žlutá	136	0	27	79	0
Modrá	299	100	0	0	0
Zelená	361	76	0	91	0
Fialová	Purple	35	85	0	0

málie zaměňuje odstíny zelené a červené, které vnímají jako nepěkné žlutohnědé odstíny (obr. 1). Obě tyto poruchy se tak často zastřešují termínem červeno-zelená porucha [3] a právě k ní je vztažena praktická část textu.

3. Mapy pro orientační běh

Historie map pro OB a historie samotného OB jsou vzhledem k postavení mapy v tomto sportu kompletně provázané. Proces tvorby map a jejich kvalita prošly mnoha změnami. Důležitými milníky pak jsou 22. 5. 1961, kdy byla ustanovena IOF a rok 1965, kdy ji následovala Mapová komise IOF. První vydání oficiálního znakového klíče pro OB s názvem International Specification for Orienteering Maps (ISOM) bylo ratifikováno v roce 1969. Jednou z největších diskuzí v těchto raných letech byla barva pro les. Tento areálový znak byl prakticky v každé zemi tradičně spojován se zelenou na topografických mapách. Postupně byl akceptován norský návrh z roku 1965 použít bílou barvu (barva papíru sama o sobě) pro les znamenající dobrou průběžnost [5]. Tato změna umožnila o několik let později využití zelené pro řadu mapových znaků souvisejících s průběžností vegetace a pro zachycení významných vegetačních objektů. Znakové klíče byly postupně doplňovány v nepravidelných vydáních přibližně každých 10 let. Poslední velká změna pochází z roku 2017, která ovšem byla v roce 2019 mírně upravena a opětovně vydána pod ná-

zvem ISOM 2017-2. V originále je dostupná na stránkách zmiňované Mapové komise IOF [6].

3.1 Mapový klíč ISOM 2017-2

Kromě samotné definice jednotlivých značek a jejich použití jsou v dokumentu popsány i všeobecné požadavky na vzhled, význam a obsah mapy. Zásadní pak je zobrazit veškeré faktory, které mohou ovlivnit rychlost běhu a viditelnost. Na druhou stranu, mapa nesmí být objekty přeplněná a musí být dobře čitelná i ve vysoké rychlosti a za zhoršených světelných podmínek. Proto se klade velký důraz na generalizaci a jsou zavedeny minimální rozměry objektů, které mohou být do mapy zaneseny, a stejně tak minimální povolené mezery mezi znaky.

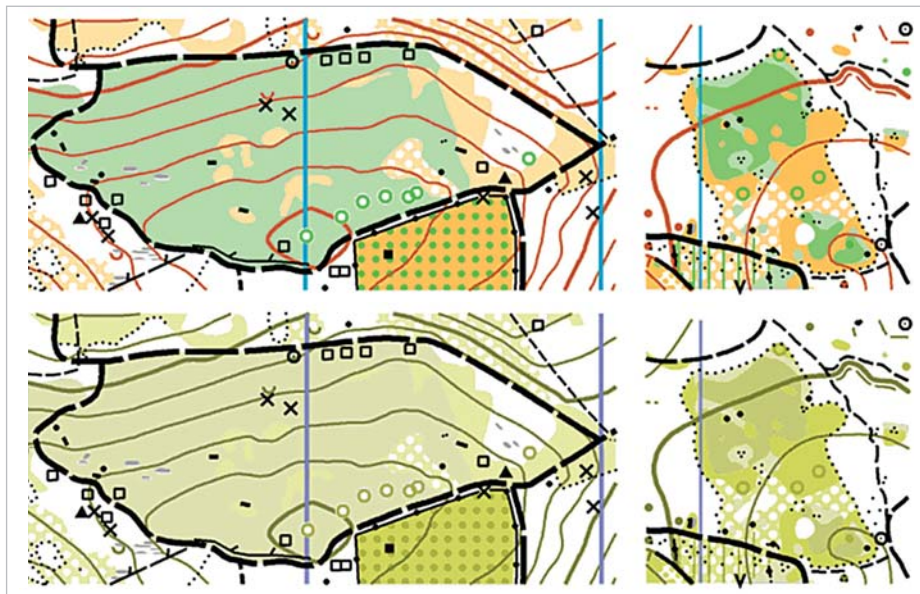
3.1.1 Barvy v ISOM-2

Na mapách pro OB se vyskytuje osm základních barev. Jsou to žlutá, zelená, šedá, hnědá, modrá, černá, fialová a bílá. Ty jsou pro jednoznačnost definovány pomocí Pantone Matching System a čtyřbarevného CMYK modelu (tab. 1). Další odstíny jsou pak odvozeny procentuálním podílem ze základní barvy.

Barevné schéma znaků v mapovém klíči bylo sestaveno ve snaze udělat mapu lehce interpretovatelnou čistě na základě barevných asociací. Podrobný popis znaků a je-

LEGENDA:			
	les (bílá), louka		kupa, kupka
	paseka, sad		prohlubeň, malá prohlubeň
	hustník průběžný, průchodný		jáma, rozbitý povrch
	podrost průběžný, průchodný		rýha, mělká rýha
	neprůchodný porost		skalní sráz schůdný, neschůd.
	silnička, vozová cesta		kámen, balvan, jeskyně
	cesta, pěšina		jezero (rybník), řeka, brod
	vysoká věž, posed, krmelec		potok, příkop, lávka
	hlavní, pomocná vrstevnice		jáma s vodou, pramen, studna
			výrazný strom, vývrát

Obr. 2 Zjednodušený přehled symbolů ISOM, převzato ze [7]



Obr. 3 Odstíny žluté a zelené normálním (nahore) a deuteranopickým viděním, převzato [8], upraveno v programu ColorOracle

jich barevné znázornění lze najít přímo ve znakové části mapového klíče [6]. Pro základní představu postačí zjednodušená legenda, která je součástí výukových map pro školy (obr. 2).

4. Poruchy barvocitu u orientačních běžců

Poruchami barvocitu u orientačních běžců se v posledních letech zabývala také Mapová komise IOF, především v návaznosti na vytvoření znakového klíče ISOM 2017. V rámci projektu byl vytvořen dotazník určený pro orientační běžce s poruchou barvocitu, ve kterém dotazovaní hodnotili aktuální stav a pomáhali s identifikací problematických značek a kombinací. Z něj lze vyčíst i jisté obecné zákonitosti, přičemž nejmarkantnějším problémem jsou drobné plochy nebo bodové znaky skryté ve větším areálu

v podobné barvě. Některé z identifikovaných problémů byly vyřešeny s příchodem ISOM 2017, případně ISOM 2017-2, u jiných bude třeba vhodné způsoby teprve nalézt.

4.1 Identifikované problémy

Zatím nevyřešena zůstává otázka areálových znaků, které jsou určeny pro zobrazování průchodnosti vegetace. OB mapa obsahuje tři odstíny zelené (100%, 60% a 30%), dva odstíny žluté (100% a 50%) a tzv. olivově zelenou (100% žlutá + 50% zelená). Některé kombinace těchto barev jsou pro osoby s poruchou barvocitu matoucí, protože jsou téměř nerozlišitelné. Typicky se jedná o 30% zelenou a 50% žlutou, 60% zelenou a 100% žlutou, 100% žlutou a olivovou, ale v extrémnějších případech může dojít k záměně žlutých nebo zelených odstínů mezi sebou (obr. 3).

5. Návrh úpravy mapového klíče

Pro praktický výzkum bylo zvoleno odlišování zelených a žlutých odstínů (viz část 4). Zvláště ve specifickém prostředí českého OB, kde se velmi dbá na podrobné vykreslení detailů v porostově pestrých oblastech pak odlišování žlutých a zelených tónů ještě více nabývá na důležitosti. K návrhu úprav žlutých odstínů byla připojena také úprava značky č. 520, která symbolizuje oblasti se zákazem vstupu [6] a je vyjádřena olivově zelenou. Nesprávná identifikace takto označených oblastí totiž neznamená pouze časovou ztrátu, ale diskvalifikaci.

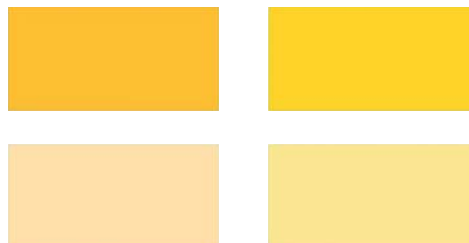
Zároveň bylo třeba nalézt takové řešení, které by nesnížilo kvalitu klíče pro běžce bez poruchy barvocitu. Aby symboly nadále dodržovaly základní barevnou logiku, uvedenou v ISOM 2017 a znakový klíč tak zůstal logicky uchopitelný a nepřinesl příliš velkou „revoluci“. Některé možnosti úprav byly zmíněny v prezentaci *Solutions for orienteers with colour vision defects* [9] na 18. Mezinárodní konferenci o mapování pro orientační běh (ICOM) v Praze. Jejich společným znakem je změna struktury mapové značky. Kódování informace nejen barvou, ale přidáním rastrů má potenciál být vhodným řešením pro osoby s poruchou barvocitu a byla mu proto dále věnována pozornost.

5.1 Navržené změny

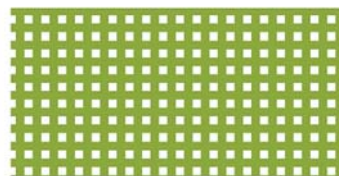
Klíčovou částí návrhu byla úprava žluté barvy, po níž bylo mimo jiné voláno v rámci dotazníkových šetření prováděných v minulosti. V mapovém klíči ISOM 2017 je žlutá barva definována jako PMS 136 a převedena do CMYK kódu C: 0, M: 27, Y: 79, K: 0. Aby došlo k minimalizaci vlivu na osoby s červeno-zelenou poruchou, bylo rozhodnuto snížit podíl purpurové složky ve výsledném tónu a učinit tak barvu čistší. Žlutá složka byla naopak posílena v zájmu

vytvoření velmi jasného odstínu. Výsledné složení vychází opět z PMS 116, jehož CMYK ekvivalentem je C: 0, M: 14, Y: 100, K: 0. 50% žlutá, využívaná pro Zn. 403 a 404 [6] byla definována přesným podílem CMYK hodnot, tedy C: 0, M: 7, Y: 50, K: 0. Výsledné barvy vypadají již na první pohled odlišně a jsou více podobné čistě žluté (obr. 4).

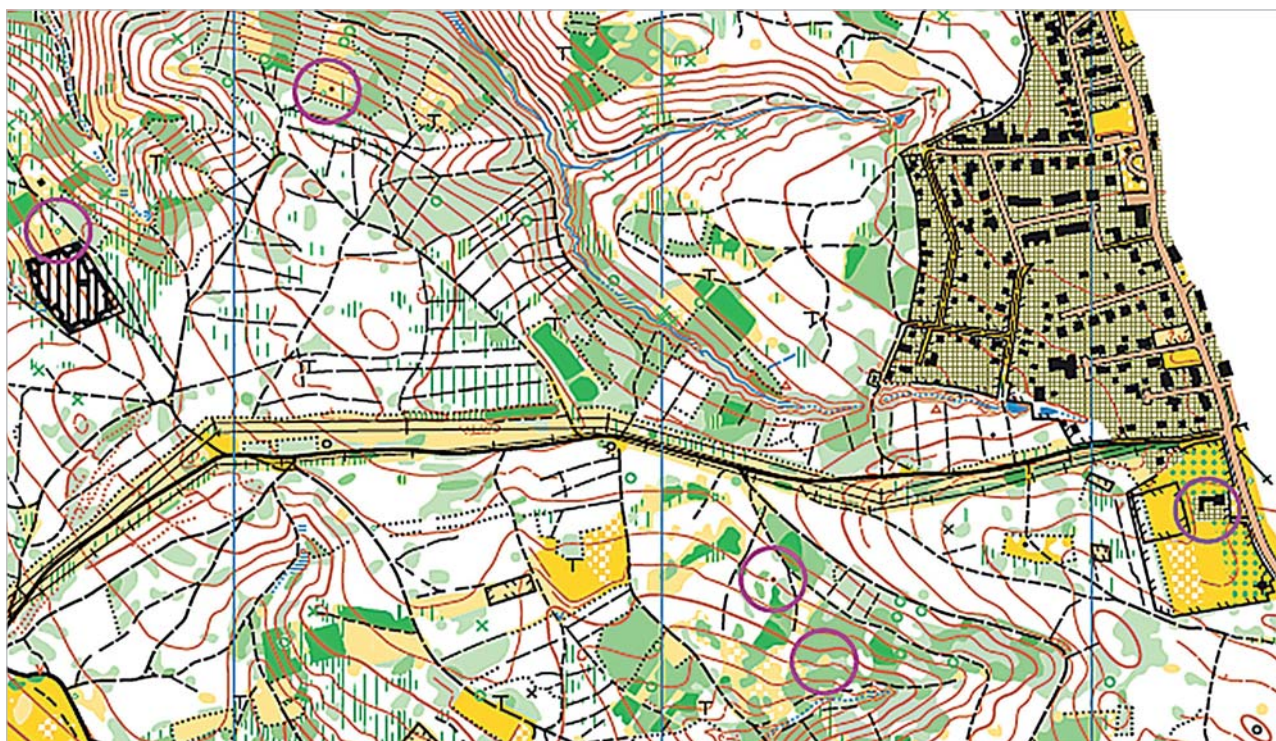
Úprava Zn. 520 pro oblast se zákazem vstupu vychází z prezentace [8] a upravuje strukturu areálového znaku. Výsledkem je tak síť v původní olivové barvě s bílými čtverci tvořící rastrový vzor (obr. 5). Veškeré úpravy pak jsou použité na obr. 6.



Obr. 4 Původní (vlevo) a nové odstíny (vpravo) 100% žluté (nahore) a 50% žluté (dole), vlastní zpracování v programu OCAD 11



Obr. 5 Nový návrh Zn. 520, vlastní zpracování v programu OCAD 11



Obr. 6 Ukázka mapy zahrnující navržené úpravy, mapa Zavířavá [11], vlastní zpracování v programu OCAD 11

5.2 Testování v terénu

Protože jednou ze zásad mapového klíče je jeho využitelnost v praxi, proběhlo testování upraveného mapového klíče v terénu. Participanti byli účastníci tréninku SK Žabovřesky Brno (ZBM) starší 14 let, doplnění o další dobrovolníky. Jednalo se o orientační běžce bez poruchy barevného vidění.

Pro potřeby testu byli participanti spárováni do dvojic tak, aby každá dvojice obsahovala běžce s co nejpodobnější výkonností dle srovnání dlouhodobých výkonů v oficiálních závodech. Jejich úkolem bylo absolvovat 4,5 km dlouhou trať o 11 kontrolách na upravených mapách. Jeden ze dvojice obdržel mapu ve stávajícím mapovém klíči ISOM 2017 (dále jen varianta I) a druhý mapu, která obsahovala změny navržené v této práci (dále varianta U). Barevnost map pro oba běžce ze dvojice byla navíc upravena tak, aby simulovala deuteranopické vidění, kdy každou ze stávajících barev přítomných v ISOM 2017 nebo variantě U nahradil její ekvivalent získaný ze simulátoru deuteranopického vidění ColorOracle [10].

Testování bylo realizováno na počátku dubna a lokalizováno na místo zvané U Buku, v katastru obce Bílovice nad Svitavou. Byl využit okolní zalesněný prostor, který pokrývá OB mapa Zavírává z roku 2015 [11]. Jedná se o poměrně kopcovitý terén s hustou sítí lesních cest a pěšin a porostově velmi pestrý, ovšem vzhledem k brzkému jarnímu termínu testu byla průběžnost a především průhlednost porostů lepší. S uvedeným typem terénu měli všichni účastníci značné zkušenosti.

Po představení pokynů byli účastníci v intervalu 1,5 minuty vypouštěni na trať. Startovní pořadí nebylo nijak determinováno. Další technické parametry jako způsob označení kontrol a časomíra odpovídaly standardům závodů Českého svazu orientačních sportů. Použitý typ elektronického měření času Sportident umožňoval spolehlivý a přesný výpis výsledků i s mezičasy, které byly využity v pozdější analýze.

K vyhodnocení vhodnosti navržených úprav bylo využito času potřebného pro absolvování jednotlivých dílčích úseků mezi kontrolami i celé trati, a navíc také dotazníku, administrovaného v cíli tratě. V něm byla pomocí otázek s odpověďmi na Likertově škále zjišťována problematická místa a situace, a také úspěšnost při realizaci navigačního plánu. Odpovědi z Likertovy škály pak byly jednoduše statisticky zpracovány a tím bylo umožněno kvalitativní porovnání obou variant mapového klíče.

5.3 Hypotézy

V souvislosti s provedeními úpravami mapového klíče (především žluté barvy) bylo nutné zjistit případné vlivy na výkon běžců s využitím simulace poruchy barvocitu.

Vzhledem k navrženým úpravám by požadovaným výsledkem měl být pozorovatelný pozitivní vliv na čitelnost mapy a tím i na kvalitu práce s mapou při navigaci v terénu. Na každém postupu se však tyto vlivy nemusí projevit v důsledku proměnlivého charakteru postupů a kontrol. V této souvislosti byly stanoveny čtyři pracovní hypotézy.

První hypotézou H1 je, že běžci s upraveným mapovým klíčem (skupina U) absolvují trať v průměru rychleji, než jejich kolegové s mapou v ISOM 2017 (skupina I).

H2 a H3 naopak vycházejí z cílových dotazníků a zabývají se tím, co běžci vyčetli z mapy. H2 je zaměřená na vliv barev na chybovost. Je tedy očekáváno, že skupina U bude

dělat méně chyb, případně tyto chyby nebudou způsobeny upravenými barvami. H3 pak předpokládá lepší identifikaci a pochopení polohopisných situací v mapě u skupiny U, což ovšem nemusí souviset přímo s navigací a výkonem.

Proto byly v dotazníku i otázky týkající se subjektivního hodnocení výkonu, tedy čistoty provedení a jistoty při realizaci. H4 očekává, že skupina U bude hodnotit svůj výkon jako čistější a jistější než skupina I. Stejně jako u ostatních hypotéz jsou největší rozdíly očekávány na náročnějších kontrolách v porostově pestrých oblastech.

5.4 Výsledky

Základním výstupem z testování je tabulka, která obsahuje časové rozdíly v rámci dvojic na každém úseku mezi po sobě následujícími kontrolami v sekundách (tab. 2). Modrá značí rychlejší mezičas ve prospěch běžce na variantě U, červená rychlejší mezičas na variantě I. Podtržené hodnoty byly označeny jako extrémní a nebyly zahrnuty do výpočtu průměru a mediánu. Hodnoty v posledních 4 řádcích vycházejí z dotazníkového šetření. První dvě reprezentují průměry za celý vzorek participantů spočtené z jejich odpovědí na Likertově škále od 1 do 7. Pro všechny kontroly se jedná o tyto dvě otázky:

- Absolvoval(a) jste postup čistě, jistě a podle plánu? Ano = 1, Ne = 7 (Dále Čistota provedení).
- Souvisela Vaše případná chyba nějak s barevností mapy? Ano = 1, Ne = 7 (Dále Problémy s barvami).

Poslední dva řádky ukazují rozdíly průměrných bodů mezi sledovanými skupinami. Modře jsou označeny buňky ve prospěch varianty U. Tzn. vyšší míra jistoty než běžci na variantě I. Červené pole značí větší jistotu skupiny I. U druhé otázky značí modrá barva subjektivně menší vliv barevně defektního vidění na případnou chybu skupiny U než u skupiny I. U červeně označených kontrol byl vliv na skupinu U vyšší než na skupinu I.

Je tak možné rozlišit, u kterých kontrol měla na rozdíl v čase vliv právě deuteranopická simulace (především kontroly 2, 6 a 7), které jsou proto vhodné pro zkoumání vlivu navržených změn. Další postupy byly spíše jednodušší a časové rozdíly mezi skupinami tak mohly být pravděpodobně způsobeny jinými faktory mimo oblast zájmu.

Největší rozdíl v průměrných časech tak můžeme pozorovat na 1. a 5. kontrole, v obou případech přes 12 sekund. Naopak u některých kontrol je rozdíl menší než 1 sekunda (7., 8. a 11. kontrola). Rozdíl průměrů celkových časů je pak 21 sekund ve prospěch varianty U, zato medián je záporný, ačkoliv jednotlivé mediány mluví spíše v neprospěch varianty I. Směrodatná odchylka dosahuje nejvyšších hodnot u kontrol č. 1, 2 a 7, což jsou také kontroly, u kterých bylo v dotaznících reportováno nejvíce chyb (průměr 3 a více bodů na Likertově škále). Kontroly 2 a 7 byly spolu s 6. kontrolou nejproblematičtější i z hlediska barev. Celkově pak zatímco běžci na variantě I zvládali své postupy proti skupině U jistěji a s méně chybami, tak běžci na variantě U měli méně problémů s barvami než skupina I.

5.5 Diskuse

První z hypotéz (H1) předpokládala rychlejší absolvování trati běžci s upraveným mapovým klíčem (U). Rozdíl průměrů celkových časů mluví v prospěch skupiny U, ale je

Tab. 2 Statistika časových rozdílů na postupech v sekundách v rámci testovaných dvojic (I – U); modrá barva značí lepší výsledek skupiny U, červená skupiny I; podtržené hodnoty byly označeny jako extrémní a nebyly zahrnuty do výpočtů; čistota provedení a problém s barvností je výsledek hodnocení pomocí Likertovy škály

Číslo dvojice	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	Cíl	Celkem
1	-10	<u>200</u>	21	27	-13	-13	-15	-1	11	-22	15	18	218
2	-7	-27	3	-2	-9	-1	-7	-36	4	3	-52	1	-130
3	-30	-12	7	-10	10	5	-3	13	-36	13	-1	-1	-45
4	20	99	4	6	-16	12	138	41	28	22	52	5	411
5	-58	-93	-5	21	21	44	2	3	11	22	-12	-4	-48
6	-46	-58	50	12	<u>38</u>	<u>75</u>	-76	-43	21	<u>70</u>	-45	-11	-13
7	16	<u>-200</u>	-7	-12	33	-8	-8	45	52	-43	-18	7	-143
8	<u>210</u>	<u>146</u>	56	33	28	<u>95</u>	29	-45	31	16	9	9	<u>617</u>
9	24	71	-1	-23	<u>72</u>	-8	<u>298</u>	5	-11	-19	6	10	424
10	<u>387</u>	121	-2	<u>60</u>	<u>53</u>	-16	25	<u>114</u>	-10	19	18	8	<u>777</u>
11	3	<u>-147</u>	-1	-24	11	-48	-50	-20	41	<u>74</u>	44	-8	-125
12	87	-7	<u>-115</u>	<u>-44</u>	<u>-50</u>	<u>-91</u>	11	54	<u>-317</u>	-60	38	0	<u>-494</u>
13	53	-21	-11						-10	<u>81</u>	<u>115</u>		
14	-199	-54	14	<u>-47</u>	29	-36	<u>-159</u>	33	-86	<u>-68</u>	-21	<u>25</u>	<u>-569</u>
15	-13	20	6	<u>-57</u>	27	7	-53	-59	-83	<u>-113</u>	-25	4	-339
Průměr bez extrémů	-12,3	3,5	9,6	2,8	12,1	-5,6	-0,6	-0,8	-2,6	-4,9	0,6	2,9	21,0
Medián bez extrémů	-7	-12	3,5	2	16	-8	-5	3	7,5	8	2,5	4	-46,5
Směrod. odch. z abs. hodnot	103,8	63,5	30,2	18,7	18,9	31,8	79,7	28,9	75,5	31,3	27,6	6,7	239,1
Čistota provedení	3,0	4,2	1,8	2,0	2,1	2,4	3,8	1,9	2,0	2,8	2,4		2,6
Problémy s barvami	6,3	4,8	6,7	6,1	6,3	5,7	5,5	6,4	6,5	6,2	6,2		6,1
Čistota provedení	0,7	-0,3	-0,8	-0,6	0,3	0,5	-1,2	0,0	-0,8	-0,5	-0,5		-0,3
Problémy s barvami	-0,5	-0,7	0,0	0,3	-0,3	-0,4	-0,2	0,0	0,0	-0,5	-0,7		-0,3

nutné si mezičasy prostudovat podrobněji. Nejvíce získala skupina U na 5. kontrole. Naopak obtížnější kontroly dopadly ve prospěch skupiny I (1, 6, 10). Vše nasvědčuje tomu, že i přes provedenou korekci byla skupina U běžecy silnější. Vliv úprav v mapovém klíči na rychlost tedy nebyl dostatečně prokázán a H1 nemůže být potvrzena.

Klíčovým cílem práce bylo, aby úpravy zlepšily odlišování otevřených ploch a snížily vliv defektního vidění na chyby běžců. Výsledky z této části výzkumu jsou uspokojivé. U většiny kontrol i v souhrnu uváděla skupina U menší vliv defektního vidění a špatné interpretace barev na své chyby. Největší rozdíly, přes 0,5 bodu na Likertově škále ve prospěch skupiny U, se vyskytovaly na kontrolách 1, 2, 10 a 11, což jsou kontroly s podrobnou kresbou porostů a různé, zaměnitelné barvy na sebe přímo navazují bez dělicí linie. Také v odpovědích na otázky, ve kterých se jed-

nalo primárně o identifikaci jistých symbolů nebo situací, uváděla skupina U průměrně vyšší hodnoty na Likertově škále než skupina I. Související hypotézy (H2 a H3) tak mohou být prohlášeny za potvrzené.

Naplnění H4 je velmi rozporuplné, nelze jednoznačně potvrdit ani vyvrátit vliv úprav v mapovém klíči na čistotu absolvování a míru jistoty na postupu. Nejproblematictější byly dle očekávání první dvě kontroly, kdy běžci ještě nebyli navyklí na použitý klíč (efekt zácviky). Kromě nich dělala velké problémy i, nejspíše podceněná, kontrola 7. Ze subjektivního hodnocení běžců vyplývá, že byli více nejistí ve skupině U, ačkoliv na základě určení chyb z mezičasu je statistika vyrovnaná a mezičasy měli rychlejší než skupina I (tab. 2). Pozitivní vliv úprav v mapovém klíči při simulaci deuteranopie na mapovou jistotu a výkon běžců nebyl v dostatečné míře pozorován.

Návrh na úpravu Zn. 520 nemohl být vzhledem k dispozicím vybraného terénu dostatečně otestován, ale v dodatečném hodnocení z pohledu zdravého běžce byl hodnocen spíše pozitivně.

Nutno také dodat, že 30 běžců je pro potřeby testování malý počet, zvláště když jsou rozděleni do dvou skupin. Do pokusu také vstupuje velké množství lidského faktoru, které nelze postihnout. Obě složky výkonu, běžecká i mapová, mohou být výrazně ovlivněny tím, že běžec má jednoduše, špatný den a otázky se z velké části zajímaly o subjektivní a těžko porovnatelné názory účastníků. Rozdělení do skupin, vycházející z výkonnosti při testu, nebralo v úvahu další proměnné, jako například věk.

6. Závěr

Realizované testování v terénu prokázalo, že navržené úpravy, především nová definice žluté barvy, přispívají při simulaci deuteranopického vidění k lepšímu rozpoznávání objektů na mapě. Naopak vliv na samotné aspekty výkonu, tedy rychlost a chybovost běžců, nebyl při testu pozorován v dostatečné míře, což ale může být ovlivněno okolnostmi testování, například typem terénu, výběrovým vzorkem účastníků nebo charakterem trati. Stejně tak by vliv úprav na navigaci mohl být více pozorovaný třeba u začínajících běžců s poruchou barvocitu, protože ještě nemají vypěstované vlastní robustní návyky. Účastníci se navíc vyjádřili, že jim navržené změny nedělají z pohledu běžce bez poruchy barvocitu problémy, takže zavedení úprav by nemělo mít žádné nebo minimální negativní dopady na vnímání mapy. Tyto případné změny v mapovém klíči tak mohou být doporučeny Mapové komisi IOF ke zvážení a možnému zahrnutí do příští aktualizace mapové specifikace.

LITERATURA:

- [1] BIRCH, J.: *Diagnosis of defective colour vision*. New York, Oxford University Press, 2001, 187 p.
- [2] SWIFT, G.: *Colors for the Colorblind*. Designmatrix, 1997, <http://www.-designmatrix.com/pl/cyberpl/cftcb.html>.
- [3] OLSON, J.-BREWER, C.: An Evaluation of Color Selections to Accommodate Map Users with Color Vision Impairments. *Annals of the Association of American Geographers*, 87, 1997, No. 1, pp. 103-134.
- [4] LONG, J.-JUNGHANS, B.: Orienteers with poor colour vision require more than cunning running. *Clinical & experimental optometry: journal of the Australian Optometrical Association*, 91, 2008, No. 6, pp. 515-5.
- [5] ZENTAL, L.: Legibility of Orienteering Maps: Evolution and Influences. *The Cartographic Journal*, 48, 2011, No. 2, pp. 108-115. <https://doi.org/10.1179/1743277411Y.0000000008>.
- [6] MAP COMMISSION IOF: ISOM 2017-2 - International Specification for Orienteering Maps. 2019, <https://orienteering.sport/iof/resources/mapping/>.
- [7] LEŠTÍNSKÝ, T.: *Andrlův chlum areál pevných kontrol 1 : 10 000*. KOB Ústí nad Orlicí, 2012.
- [8] CHISSICK, D.: *Colour blindness*. 2012, Dan Chissick's orienteering blog, <https://dchissick.wordpress.com/2012/02/20/colour-blindness/>.
- [9] KRTIČKA, L.-UPPILL, A.: *Solutions for orienteers with colour vision defects*. Praha, 18th International Conference on Orienteering Mapping, 5. 10. 2018, <https://orienteering.org/presentations-from-icom-2018/>.
- [10] JENNY, B.-KELSO, N.: Color Design for the Color Vision Impaired. *Cartographic Perspectives*. 58, 2007, No. 9, pp. 61-67, <http://dx.doi.org/10.14714/CP58.270>.
- [11] MATULA, P.: *Zavírává 1 : 15 000*. TJ Tesla Brno, 2015.

Do redakce došlo: 18. 2. 2020

Lektoroval:
doc. Ing. Jiří Cajthaml, Ph.D.,
ČVUT v Praze