

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

**Katedra zootechnických věd
Obor: Zootechnika**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Zrakové schopnosti koní z hlediska
rozlišování jednotlivých barev**

Autor bakalářské práce:
Petra Holinková

Vedoucí bakalářské práce:
Ing. Jana Zedníková Ph.D

2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petra HOLINKOVÁ**
Osobní číslo: **Z11198**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Zootechnika**
Název tématu: **Zrakové schopnosti koní z hlediska rozlišování jednotlivých barev**
Zadávací katedra: **Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Ze všech hospodářských zvířat jsou na koně kladeny nejvyšší nároky na vzájemnou spolupráci s člověkem. Aby vztah člověka a koně byl oboustranně přínosný a bezproblémový je nutné vycházet co nejvíce ze znalostí etologie koní, do které jsou zahrnuty i detailní poznatky o smyslovém vnímání koní a umět je vhodně využít ve výchově, výcviku a práci s koněm.

Cílem práce bude na základě literárních údajů zpracovat přehled o smyslových orgánech koní, anatomii oka koně a fyziologii vidění, o barvách z hlediska fyzikálního pojetí a barevném spektru a dále o učení a paměti koní a experimentálně ověřit schopnosti koní k rozlišování základních barev.

Na základě informací uvedených v literárních zdrojích připravíte vlastní experiment, jehož cílem bude zjištění, zda jsou koně schopni rozlišit jednotlivé barvy. Jako základní barvy použijete červenou, zelenou, žlutou a modrou barvu.

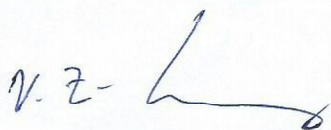
Výsledky zpracujete s využitím vhodných biometrických metod. Ze zjištěných výsledků vyvodíte závěry využitelné při chovu a výcviku koní.

Rozsah grafických prací: 5 grafů, 5 tabulek
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

- Duruttya, M.: Velká etologie koní. HIPO-DUR Košice-Praha 2005, 583 s.
Dušek, J.: Chov koní. Brázda Praha 1999, 352 s.
Hall, C., A., Cassaday, H., J.: An investigation into the effect of floor colour on the behaviour of the horse. Applied Animal Behaviour Science 99 (2006): 301-314
Maršálek, M., Pospíšilová, Š.: Sportovní výkonnost koní ve vztahu k jejich zrakovým schopnostem. Sborník JU ZF Č. Budějovice - zoot. řada, 9, 1992, zvl. č., s. 192.
Maršálek, M., Pospíšilová, Š., Frelich, J.: Vliv charakteru překážek na výsledek parkuru. Sborník JU ZF Č. Budějovice - řada zootechnická, 10, 1993, č. 2, s. 63-78
Smith, S., Goldman, L.: Color discrimination in horses. Applied Animal Behaviour Science 62 (1999): 13-25
Winter Christensen, J., Zharkikh, T., Chovaux, E.: Object recognition and generalisation during habituation in horses. Applied Animal Behaviour Science 129 (2011): 83-91
Publikace zabývající se sledovanou problematikou v odborných časopisech - Náš chov, Journal of Central European Agriculture, Applied Animal Behaviour Science, Journal of Equine Veterinary Science

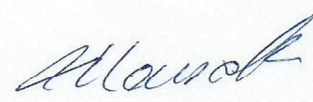
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jana Zedníková, Ph.D.
Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů

Datum zadání bakalářské práce: 25. června 2014
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2015



prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚLÉSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice



doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 5. května 2014

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně na základě vlastních zjištění a za pomoci uvedené literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne

Poděkování:

Chtěla bych tímto poděkovat vedoucí bakalářské práce, Ing. Janě Zedníkové Ph.D za její cenné rady, odborné vedení a trpělivost při vypracování bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat za poskytnutí koní ze statku Jihočeské Univerzity a koní z farmy na Hlincové Hoře k výzkumu zrakových schopností koní a samozřejmě i všem pomocníkům.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá zrakovými schopnostmi koní z hlediska rozlišování jednotlivých barev. Do pokusu bylo zapojeno 10 koní různých věkových kategorií, plemen a odlišných způsobů ustájení. Pokus byl prováděn na Účelovém zařízení Zemědělské fakulty JU ve Čtyřech Dvorech s pěti koňmi a soukromé farmě v Hlincově Hoře také s pěti koňmi. Byly testovány schopnosti koní rozlišovat mezi červenou, modrou, zelenou a žlutou barvou. Výzkumem byl vyhodnocen: směr pohybu koně při vyhledávání barvy, úspěšnost v hledání správné barvy, vztah mezi barvami a dobou k nalezení správné barvy, vztah mezi barvami a počtem pokusů k nalezení správné barvy, úspěšnost hledání u jednotlivých barev.

Nejlépe koně reagovali na žlutou barvu, kterou našlo 50% koní třikrát za sebou na první pokus. Červenou a zelenou barvu našlo jen 10% koní třikrát za sebou na první pokus. Největší problémy koním dělala modrá barva, tu nenašel žádný kůň třikrát za sebou. Průměrná doba hledání správné barvy byla u žluté (24,25 s), zelené (41,5 s), červené (55,93 s) a modré (75,33 s). Průměrný počet pokusů k nalezení správné barvy byl u červené (2,11), žluté (2,12), zelené (3,13) a modré (3,16).

Klíčová slova: kůň, barvy, vidění, rozlišování barev, paměť

Abstract

The bachelor thesis deals with the visual abilities of horses in terms of differentiation of the individual colors. The experiment was involved in 10 horses of various ages, breeds and different stable. The experiment was done on efficient the Faculty of agriculture University of South Bohemia in Čtyři Dvory with five horses and a private farm in Hlincová Hora also with five horses. Were tested the ability of horses to differentiation between red, blue, green and yellow colour. The research was evaluated: the direction of the movement of horses in search of colors, the success in finding the right colors, the relationship between the colors and the time to find the right colors, the relationship between the colors and the number of attempts to find the right colors, the success of the search for individual colors. Very well horse reacted to a yellow color, which found 50% of the horses behind him three times on the first attempt. The red and green color found only 10% of the horses behind him three times on the first attempt. The biggest problems the horses doing the blue color, find no horse here three times in a row. The average time to find the right color was yellow (24,25 second), green (41,5 second), red (55,93 second) and blue (75,33 second). The average number of attempts to find the right color was red (2,11), yellow (2,12), green (3,13) and blue (3,16).

Keywords: horse, colours, vision, differentiation of the colors, memory

Obsah

Obsah	- 7 -
1 Úvod	- 9 -
2 Literární přehled	- 10 -
2.1 Smyslové orgány koně	- 10 -
2.1.1 Hmat.....	- 10 -
2.1.2 Čich.....	- 10 -
2.1.3 Chuť.....	- 11 -
2.1.4 Sluch	- 11 -
2.1.5 Zrak.....	- 11 -
2.2 Anatomie oka.....	- 12 -
2.2.1 Oční koule	- 12 -
2.2.2 Pomocné orgány oka.....	- 12 -
2.3 Vidění koně	- 13 -
2.3.1 Barevné vidění	- 13 -
2.3.2 Vidění za tmy.....	- 14 -
2.3.3 Adaptace na světlo a tmou	- 15 -
2.3.4 Prostorové vidění	- 15 -
2.3.5 Slepá zóna	- 15 -
2.3.6 Zaostrování.....	- 16 -
2.3.7 Vady zraku.....	- 16 -
2.4 Fyziologie vidění.....	- 17 -
2.4.1 Biochemie vidění.....	- 17 -
2.4.2 Zraková dráha	- 17 -
2.5 Paměť koně	- 18 -
2.5.1 Schopnost učit se	- 18 -
2.6 Fyziologie nervové soustavy	- 19 -
2.6.1 Mozek.....	- 20 -
2.6.2 Reflexy.....	- 21 -
2.7 Světlo – elektromagnetické záření.....	- 22 -
2.8 Barvy	- 23 -
2.8.1 Charakteristika barev	- 23 -
2.8.2 Červená	- 24 -

2.8.3	Modrá.....	- 24 -
2.8.4	Zelená.....	- 25 -
2.8.5	Žlutá	- 25 -
3	Cíl práce.....	- 26 -
4	Materiál a metodika.....	- 27 -
4.1	Materiál.....	- 27 -
4.2	Metodika	- 28 -
5	Výsledky a diskuse.....	- 29 -
5.1	Směr pohybu koně při vyhledávání barvy.....	- 29 -
5.2	Úspěšnost v hledání správné barvy	- 29 -
5.3	Vztah mezi barvami a dobou k nalezení správné barvy.....	- 33 -
5.4	Vztah mezi barvami a počtem pokusů k nalezení správné barvy	- 34 -
5.5	Úspěšnost hledání u jednotlivých barev	- 35 -
6	Závěr.....	- 37 -
7	Seznam literatury.....	- 38 -

1 Úvod

Málokterý vztah má v historii lidstva tak hluboký význam jako vztah člověka a koně. Kůň provází člověka životem více než 6 tisíc let, na což bychom neměli zapomínat ani v dnešním moderním světě plném techniky a životního spěchu.

Je všeobecné známé, že se koně v přírodě pohybují ve stádech, které tvoří dospělý hřebec, jeho harém a hříbata. Ve stádě panuje jasná vnitřní hierarchie, každý jedinec má ve stádě svoje místo, které se ale může v průběhu života měnit. To je způsobeno například onemocněním jedince, nebo stářím, které využije silnější jedinec pro boj o svoje lepší postavení ve stádě. Kůň se před nebezpečím nejčastěji brání útekem, ale pokud útek nestačí, nastává boj o přežití. Koně používají kromě zvukových projevů i komunikaci pomocí řeči těla. Proto je při práci s koňmi velice důležité znát tuto řeč těla a využívat ji v manipulaci s koněm ve svůj prospěch. Koně jsou od přírody lekaví a z počátku nedůvěřiví k novým věcem, kterými mohou být i barevné předměty a proto je potřeba vědět co nejvíce o zrakových schopnostech koně a tyto znalosti využít při výcviku a manipulaci s koněm ve svůj prospěch.

Téma bakalářské práce, Zrakové schopnosti koní z hlediska rozlišování jednotlivých barev bylo vybráno za účelem zjištění, jaké barvy koně doopravdy rozlišují. Protože barevné vidění koně není doposud podrobně prozkoumáno a vědci se stále nemůžou shodnout na tom, jaké barvy koně rozlišují a jakým způsobem je vidí. Bakalářská práce by měla přispět k prohloubení znalostí o barevném vidění koní.

2 Literární přehled

2.1 Smyslové orgány koně

Smyslové orgány obsahují smyslové buňky, které citlivě reagují na podněty a jsou schopny přizpůsobení se podnětu. Receptory smyslových orgánů nervové soustavy zachycují podněty fyzikální nebo chemické povahy a předávají je dále ve formě vzruchů prostřednictvím sensorických nervů do centrální nervové soustavy (**Miholová, Lipský; 1984**).

Podněty z vnějšího prostředí působí na smyslové orgány. Smyslové orgány se vyznačují specifickou citlivostí na příjem adekvátního podnětu. Pro fotoreceptor je adekvátním podnětem světlo příslušné vlnové délky. Všechna pásma vlnových délek světla nemusí být adekvátní pro všechny živočichy. Například někteří živočichové jsou citliví na ultrafialové části světla a jiní na infračervené paprsky. Vnímání adekvátních podnětů je aktivním fyziologickým dějem, který má vyvolat v příslušném smyslovém orgánu podráždění (**Duruttya, 2005**).

2.1.1 Hmat

Schopnost podávat a přijímat informace pomocí doteku je u koně značně vyvinutá. Dotýkáním se nozdrami je v každodenním životě koně velice důležité. Vzájemné doteky mezi zvířaty přenášejí vzkazy a také posilují sounáležitost skupiny, zároveň mají doteky důležitou roli při poznávání prostředí. Předměty i potravu zvířata identifikují na základě informací přenesených do mozku nervy, zakončenými u kořene hmatového chlupu a pod povrchem kůže, která je velmi citlivá. Koně dokážou podobně jako jiná zvířata vnímat i slabé vibrace země, které je upozorní například na pohyb jiných zvířat, lidí nebo vozidel. Tyto vibrace se přenáší přes kopytní stěnu, chodidlo, střelku a kosti končetin na lebku, kde je zaregistruje vnitřní a střední ucho. Na vibrace má vliv tvrdost země, tvrdá zem vibrace zesiluje a měkká je částečně pohlcuje, proto nejsou signály tak zřetelné (**Birdová, 2010**).

2.1.2 Čich

Duruttya (2005) udává, že čichové orgány u koní jsou umístěné v horních dýchacích cestách. Nezbytnou součástí čichových orgánů je čichová sliznice, ve které jsou umístěny chemorecepční smyslové buňky.

Koně mají velmi jemný čich, proto ostré pachy koně dráždí. Ve volném terénu mají koně schopnost rozeznávat různé pachy na vzdálenost několika set metrů. Převážně čichem pozná kůň jiné členy stáda, ale také se jím orientuje ve tmě, v mlze, prachu atd. (**Březinová, Petřík; 1987**).

2.1.3 Chut'

Chut' mají koně mnohem rozvinutější než lidé a je provázaná s čichem. Vzniká prostřednictvím papil, které jsou na jazyku, v hrdle a na patře. Pevné látky či tekutiny se pomocí jazyka posouvají dál dutinou ústní a jsou buď schváleny, nebo odmítnuty. Koně mají rádi slanou chuť a naučí se mít rádi i sladkou, ale nemají rádi hořkou a kyselou (**Miholová, Lipský; 1984**).

2.1.4 Sluch

Březinová a Petřík (1987) uvádí, že kůň slyší výborně a to i na velkou vzdálenost tišší zvuky, vysoké tóny a šelesty, které lidé nevnímají. Umožňují mu to velmi pohyblivé ušní boltce, které dokáže otočit každý jiným směrem, aby zjistil zdroj zvuku. Při zacházení s koněm je vhodné mluvit tiše, protože sluchové ústrojí koně je velmi citlivé. Hlasité okřiknutí vnímají jako trest, naproti tomu mírný a laskavý hlas jako pochvalu.

2.1.5 Zrak

Roberts (2005) udává, že oči koně jsou jedny z největších mezi suchozemskými savci a tím, že vystupují po stranách hlavy, umožňují široké zorné pole, které dosahuje až 350°. Z toho zhruba 65° zorného pole sleduje kůň oběma očima současně a ostatní úseky jsou sledovány jen jedním okem. Tudíž kůň vnímá zhruba 285° zorného pole bez hloubkové ostrosti. Kůň vidí asi s padesátiprocentním zvětšením díky struktuře svého oka. Každé oko koně zaznamenává jednotlivě informace, které se nemusí vždy přenést i do protilehlé mozkové hemisféry. Člověk má schopnost vzájemného předávání informací vnímaných očima jednotlivě, ale kůň má tuto schopnost omezenou. Zvířata, jejichž obranou je útek, mají vysoce vyvinutý zrak, aby jim umožnil rychle identifikovat pohyblivé objekty.

2.2 Anatomie oka

2.2.1 Oční koule

Párový orgán uložený v očníci, který má tvar duté zploštělé koule, jejíž stěna je tvořena třemi vrstvami.

- vnější – bělma, rohovka
- střední – cévnatka, řasnaté tělísko, duhovka
- vnitřní – sítnice

Bělma je vazivové pouzdro bílé barvy a téměř kulovitěho tvaru, které chrání přední část oka. Rohovka je vypouklá, bezbarvá a průhledná přední část oka, která zachycuje světelné paprsky. Cévnatka vytváří bohatou cévní pletěň, která vystýlá zadní část oční dutiny. Je červené barvy a u albínů prosvítá duhovkou. Řasnaté těleso má funkci závěsného aparátu, který má tvar prstence z hladkosvalových vláken a svým pohybem umožňuje akomodaci čočky. Duhovka vytváří clonu před čočkou s centrálním otvorem. Je to blána tvořená vazivem, které obsahuje hladkosvalová vlákna a pigment. Zornice má tvar nepravidelného oválu, který se při silném světle nedokáže zúžit jako třeba u člověka. Sítnice je výstelka vnitřní plochy oka a přechází až na duhovku. Vidoucí část sítnice tvoří:

- tyčinky – černobílé vidění, rozlišení světla a stínu
- čípky – rozlišení všech nebo jen některých barev
- bipolární, gangliové buňky – spojení tyčinek a čípků se zrakovým nervem

(Míhlová, Lipský; 1984).

2.2.2 Pomocné orgány oka

2.2.2.1 Očnice

Očnice je dutina, ve které je uloženo oko a je vystlána vazivovou blánou. Dutina obsahuje tukové polštáře, které zamezují tření oční koule při pohybu.

2.2.2.2 Okohybné svaly

Nepárový zatahovač, který zatahuje oční kouli dovnitř a párové svaly, které otáčejí oční kouli do stran.

2.2.2.3 Slzné ústrojí

Slzná žláza, která je uložena ve vnějším koutku oka a vyměšuje slzy do horního spojivkového vaku. Slzy se shromažďují ve vnitřním koutku oka, odkud jsou odváděny dvěma kanálky do slzného váčku a do slzovodu, mají sezónní charakter s malým obsahem soli. Funkce slz spočívá ve zvlhčování, omývání a dezinfikování oka.

2.2.2.4 Spojivka

Spojivka je růžová a dobře prokrvená, pod víčkem vytváří horní a dolní spojivkový vak. Pokrývá vnitřní plochu víček a vnější povrch oční koule.

2.2.2.5 Víčka

Víčka ochraňují oko před mechanickým poškozením, hmyzem, větrem, světlem, také roztírají po oku slzy. Horní a spodní víčka se stýkají ve dvou koutcích, jsou tvořeny vazivovými destičkami, které jsou pokryty zevně kůží a zevnitř spojivkou (**Herzog, 1953**).

2.3 Vidění koně

2.3.1 Barevné vidění

Hillová (2011) tvrdí, že není zcela jasné, jaké barvy koně doopravdy vidí. Koně mají v sítnici oka dva typy barvocitlivých čípků, kdežto lidé mají typy tři. Stále probíhají diskuze, jestli koně vnímají barvy jako lidé. Odborníci se ale shodují, že vidí víc než jen odstíny šedi, ale paleta barevných odstínů, které vnímají, není tak široká.

Kůň vidí velice dobře za tmy, ovšem je nutném aby získal s pohybem ve tmě zkušenosti. Koně dokážou rozlišovat některé barvy, nejlépe barvy jasných odstínů kterými jsou žlutá, bílá a červená (**Maršálek, Zedníková, Halo, Jackowski; 2008**).

Parelli (2010) uvádí, že koně rozeznávají předměty zcela bezpečně i pouhým zrakem, ovšem na samotný zrak se spoléhají jen zřídka, protože na rozdíl od zraku lidí je neostrý a nevnímá plné barevné spektrum.

Březinová, Petřík (1986) se domnívají, že koně dobře rozlišují barvy, protože jejich sítnice obsahuje tyčinky pro světelné vjemy a také čípky pro barevné vjemy.

Winther Christensen, Zharkikh a Chovaux (2011) tvrdí, že při testování barev koně nejvíce reagovali na žlutou, černou, bílou a modrou barvu. Zatímco reakce na zelenou, červenou a hnědou nebyli až tak výrazné.

Rozlišovací schopnost koní se velice liší, záleží na barvě rozlišovaných předmětů. Modré body na šedém podkladě musely být skoro čtyřikrát větší než u kočky, aby je mohl rozpoznat, ale u žluté barvy kůň rozpoznal i menší body než kočka. Ovšem tato rozlišovací schopnost se liší u koní různých plemen i věkových kategorií. Obecně se jeví, že koně s větším podílem krve lesních tarpanů mají větší rozlišovací schopnost, než koně stepní. Například Humlové mají velice dobrý zrak a jejich rozlišovací schopnost je lepší než u orientálních koní (**Dobroruka, Kholová; 1992**).

Koně jsou schopni rozlišovat bílou, červenou, žlutou, fialovou a zelenou barvu. Speciálně cvičení koně byli schopni rozlišovat žlutou, zelenou a červenou barvu mezi 27 odstíny šedé barvy. Nejvíce reagovali na žlutou barvu (**Dušek, 1999**).

Hall a Cassaday (2006) uvádějí, že koně reagují na žlutou, modrou, bílou a černou. Ale na zelenou, hnědou, červenou reagují velice špatně.

Duruttya (2005) tvrdí, že koně často zaměňují červenou barvu s černou. Na druhou stranu dobře rozlišují růžovou barvu od šedé, žlutou, zelenou a modrou rozlišují také velice dobře.

Kůň vidí barvy v porovnání s člověkem slabě, ale vidí je lépe než jiní savci. Jednoznačně rozlišují čtyři barvy. Nejspolehlivěji rozeznává žlutou barvu, ale i zelenou docela dobře rozezná od ostatních barev. Špatně rozeznává modrou a červenou barvu (**Halo, Mlynek, Šurda, Kovalčík; 2001**).

2.3.2 Vidění za tmy

Roberts (2005) uvádí, že za tmy vidí kůň mnohem lépe než člověk. To je způsobené tím, že oko koně je téměř celé pokryté rohovkou. Kůň má velice málo bělma, u některých koní je bělmo nezřetelné. Bělmem prochází jen malé množství světla. Umístění zornice je horizontální od jednoho koutka oka k druhému. Tapetum Lucidum je membrána umístěná na zadní straně oka, která odráží světlo a obraz zpět

okem a zajišťuje tím další absorpci světla, čímž se zvětšuje množství světla na sítnici. Horizontální zornice a velká rohovka umožňují absorpci většího množství světla v oku a tím lepší rozlišení za tmy.

Koňská zornice má schopnost roztáhnout se až šestkrát více než lidská zornice. Koně vidí v noci srovnatelně dobře jako třeba sovy nebo psi. (Hillová, 2006)

2.3.3 **Adaptace na světlo a tmu**

Oči koně jsou méně přizpůsobivé na světlo a tmu než lidské oči, což znamená, že koním bude trvat o něco déle, než si zvyknou na tmu při příchodu ze světla a naopak. Je to způsobené tím, že tvar zornice se mění z úzké horizontální štěrbiny na velkou oválnou až obdélníkovou plochu se zaoblenými rohy. Při přivedení koně z tmavého prostředí do slunečního světla, nebo naopak, se kůň na hranici světla a tmy zřejmě zastaví a bude potřebovat pár vteřin, aby se přizpůsobil světelným podmínkám. Koním trvá přizpůsobení se světelným podmínkám déle, než lidem, ale mají daleko lepší rozsah adaptace. Umožňuje jim to daleko větší oko, sítnice má tedy velký povrch pro příjem světla (Hillová, 2006).

2.3.4 **Prostorové vidění**

Hillová (2006) udává, že prostorové vidění umožňuje pouze binokulární zorné pole a to mají koně mnohem užší než lidé, proto koně nemají tak dobré prostorové vidění. Pokud má kůň možnost zvednout hlavu a pořádně se na věci podívat, může použít tu oblast zraku, která mu poskytne nejlepší vnímání prostoru. Koně jsou většinou ve vizuálním určování vzdálenosti méně přesní. Mohou se ale pomocí specializovaného tréninku naučit přesněji odhadovat vzdálenosti. Využívá se toho například u parkurových koní.

2.3.5 **Slepá zóna**

Pokud mají koně sniženou hlavu, mají velice dobré periferní vidění. Jestliže má kůň hlavu nahoře, má několik slepých zón:

- přímo před ním
- přímo za ním
- v oblasti nad kohoutkem a páteří
- přímo před jeho čelem a pod nosem (Hillová, 2011)

Roberts (2005) udává, že záběr zorného pole, který kůň vidí jedním okem je 285°, záběr oběma očima je 65° a slepá zóna zaujímá 10°.

2.3.6 **Zaostřování**

Koně nezaostřují tak jako lidé smrštěním nebo rozšířením zornic. Světlo, které prostoupí zornicí a dopadne na horní část sítnice, umožní koni zaostřit nablízko. Pokud světlo dopadne na spodní část sítnice, tak může zaostřit na dálku. To je důvod, proč kůň při zaostřování pohybuje hlavou. Když chce zaostřit na dálku, tak hlavu zvedne nahoru a pokud chce zaostřit na blízký předmět, tak hlavu skloní dolů. Lidé mají na rozdíl od koní výhodu ostrého vidění. Proto koně váhají, když se setkají s předmětem, který se podobá něčemu, co už znají, ale který není snadno identifikovatelný. Proto je vhodné nechat koni sklonit hlavu, aby si předmět mohl důkladně prohlédnout. Při překonávání překážek může několik metrů před překážkou mírně zvednout hlavu, aby zaostřil zrak na překážku, protože v místě odrazu už na ní nevidí. Koně potřebují k shromažďování a vyhodnocování informací o pozorovaném předmětu dostatek času. Potřebují si informace zpracovat a mít možnost postupovat vlastním tempem. Když zjistí, že jim od předmětu nic nehrozí, nebudou se plašit. Zrak zvířat zachraňujících se útekem se vyvinul do takové míry, aby byli schopni vyhodnotit nebezpečí za dobrých a špatných světelných podmínek (**Roberts, 2005**).

2.3.7 **Vady zraku**

Stájový odchov hříbat a téměř celodenní pobyt sportovních a dostihových koní v tmavých stájích vede ke zhoršení zraku. Zjistilo se, že u koní západního typu se často vyskytuje krátkozrakost a u koní orientálního typu dalekozrakost. Pouze 75% koní vidí normálně, 20% je krátkozrakých a 4-10% je dalekozrakých. Špatný zrak je příčinou toho, že se koně bojí předmětů, které neznají a které nejasně vidí. Vady zraku projevují jen velmi neznatelně a to svým chováním, které je podstatně ovlivněno i ostatními smyslovými orgány (**Duruttya, 2005**).

2.4 Fyziologie vidění

2.4.1 Biochemie vidění

Reece (1998) udává, že světlo, které vstupuje do oční koule, vyvolává chemickou reakci v tyčinkách a čípcích. V tyčinkách a čípcích se účinkem světla rozkládají chemické látky. Tyčinky obsahují na světlo citlivý pigment zvaný rodopsin uložený ve vnější části tyčinek a čípků látku, která je citlivá na světlo a je rodopsinu velice podobná. Rodopsin se skládá z 11 -cis- retinalu a opsinu, což je zvláštní bílkovina obsažená i v čípcích. Pokud na rodopsin působí světelná energie, tak způsobí jeho rozklad, při kterém vznikne velký počet nestabilních meziproductů existujících jen po dobu několika nanosekund maximálně několika sekund. Metarodopsin II je konečná sloučenina, která spouští velmi zesílené zrakové podráždění a štěpí se na opsin a all – trans- retinal, který je po chemické stránce stejný jako 11 -cis- retinal, ale má jinou strukturu. Aby byla možná přeměna na 11 -cis- retinal musí být v sítnici oka přítomný enzym izomeráza. Po podráždění rodopsinu světlem probíhá ihned stimulace tyčinek. Pokud podráždění vzniklo zábleskem světla, trvá jen po dobu 0,05 až 0,5 sekundy, délka záleží na intenzitě světla. Nedostatek vitamínu A může způsobit nedostatečnou tvorbu rodopsinu.

2.4.2 Zraková dráha

Zraková dráha je multisynaptická, čtyřneuronová sensitivní dráha, patřící mezi sensorické dráhy. První neuron tvoří speciální světločivé buňky tyčinky a čípků. Tyčinky a čípků jsou modifikované neurony, jejichž dendrit je přeměněn ve světločivý výběžek, který přeměňuje světelné podněty v nervový vzruch. Z protilehlého pólu buňky vystupuje axon, jehož úkolem je přenos vzruchu a synaptické připojení na další neuron. Axon je u čípků zakončený nožkou a u tyčinek kulovitě (**Synek, Skorkovská; 2004**).

První neurony sítnice tvoří vrstva světločivých elementů, které jsou uloženy v zevní vrstvě sítnice. Světločivá část směřuje zevně proti dalším vrstvám oční koule a axonální pól je obrácen dovnitř oka směrem k dalším vrstvám sítnice. Světločivá část buňky prvních neuronů přeměňuje světelné podněty na nervové vzruchy, které jsou předávány do axonální částí. První neurony se přepojují na druhé neurony sítnice. Druhé neurony jsou nervové bipolární buňky, které obsahují jednoduchý dendrit a neurit. Třetí neurony jsou označovány jako gangliové buňky a jsou nejbližší

nitroočnímu povrchu sliznice. Axony gangliových buněk, které probíhají po nitroočním povrchu, se sbíhají na terčiku zřetelného nervu a otvůrky v bělímě opouštějí nervová vlákna oční koule. Nervus opticus je tlustý svazek axonů, který má na svém povrchu mozkové obaly, protože představují vychlípeninu centrální nervové soustavy. Jeho vlákna končí v šesti vrstvách šedé hmoty mozkové (**Čihák, 2004**).

2.5 Paměť koně

Paměť koní se hodnotí jako výborná, ovšem existují rozdíly mezi jednotlivými koňmi. Jsou koně, kteří například projdou trasu jednou nebo dvakrát a spolehlivě si jí zapamatují. Ale některým koním trvá zapamatování si cestu mnohem déle a musíme s ním projít trasu víckrát. Koně si pamatují, po jakém cviku dostávají pamlsk nebo pochvalu, což nám pomáhá k rychlejšímu a snazšímu naučení cviku. Výborná paměť koní se uplatňuje a využívá při výcviku a tréninku pro jakékoliv využití sportovní, pracovní i rekreační. (**Březinová, Petřík; 1987**)

Zároveň si ale pamatují, kdy a kde byli potrestáni. Nebo místo na kterém je něco vyděsilo, nebo se zranili. Takové místo si budou pamatovat a budou si na něj dávat dobré pozor. (**Hillová, 2011**)

2.5.1 Schopnost učit se

Přestože koně nepatří při řešení problémů k těm nejlepším, mají úžasnou schopnost asociace a jsou velice přizpůsobiví, a to z nich dělá výborně cvičitelná zvířata. Koně se učí každý den, když se přizpůsobují svému okolí. Mají vrozenou schopnost spojit si stimul s následující reakcí, toto tvoří základ klasického podmiňování. Tato skutečnost je pro zkušeného trenéra skvělá, ale nezkušenému a chybnému trenérovi to může přinést komplikace, protože koně se učí pořád. Pokud chceme po koni opakovaně nějaký cvik, který se naučil, může odhadovat a předvídat, co po něm chceme. Imprinting je první druh učení se kterým se hříbě po narození setkává. Tento proces vytváří v prvních hodinách hříběte úzký vztah mezi matkou a hříbětem. Mezi koňmi často probíhá napodobování nebo odpozorování chování ostatních koní. Toho principu lze snadno využít při tréninku. Napodobování může mít ale také negativní vliv, například u napodobování zlovyků. Pomocí navykání si kůň zvykne na určitou osobu, postup při zacházení, nebo na předměty a nebude se bát. Učení, které, už kůň vstřebal, ale zatím neprojevil se nazývá latentní učení, setkáváme se s ním u koní velmi často (**Duruttya, 2005**).

Princip učení

Můžeme si naplánovat výcvikové cíle, ale plán musíme každému koni přizpůsobit individuálně, protože každý kůň se učí jiným tempem. Koně se učí pořád, při jakékoliv činnosti. K dosažení cíle naučit něco koně je důležité, aby rozuměl tomu, co po něm chceme. Naše požadavky by se měly stupňovat od nejjednodušších po ty složitější. Pro princip učení je velice důležité opakovat požadovaný cvik (**Hillová, 2006**).

Intelligence koní

Intelekt zvířat je zcela jiný než u lidí. Intelligence zvířat má obecný charakter, má přínos pro urychlení procesu učení, který se zakládá na senzoričké vnímavosti. Inteligenci zvířat nejčastěji měříme na základě doby, za kterou se naučí zapamatovat si nějaký signál nebo povel při tréninku. Někteří jedinci se učí snadněji a někteří hůř, variabilita v inteligenci je v rámci jedince, plemena i druhu (**Blake, 2011**).

2.6 Fyziologie nervové soustavy

Základní vlastností nervové soustavy je vedení a zpracování vzruchů z vnějšího prostředí a následná tvorba reakcí a jejich uchování. Působením podnětu na receptor vzniká vzruch.

Receptor je základní funkční jednotka, která zachycuje z vnějšího i vnitřního prostředí fyzikální, chemické a biologické podněty, které jsou dostředivými nervy přenášeny do centrální nervové soustavy.

Dělení podle polohy:

- exteroceptory – zrak, sluch, čich, receptory v kůži
- interoceptory – srdce, cévy, svaly, žlázy

Dělení podle charakteru přijímaných podnětů:

- chemoreceptory – přijímají chemické podněty
- mechanoreceptory – přijímají mechanické podněty
- fotoreceptory – přijímají světelné podněty
- termoreceptory – přijímají tepelné podněty

Podnět je změna prostředí, která je přijímaná specifickým receptorem. Na podnětu hodnotíme kvantitu, kvalitu a délku trvání. **Vzruch** vznikne a proběhne, nebo nevznikne. O vzniku vzruchu rozhoduje synapse. Přenos vzruchu je řízen humorálně uvolněním acetylcholinu nebo adrenalinu. Synapse je průchodná pouze jedním směrem a zpomaluje vedení vzruchu (**Miholová, Lipský; 1984**).

2.6.1 **Mozek**

Mozek koně tvoří jen jednu desetinu procenta koňského těla, zatímco mozek člověka zabírá zhruba dvě procenta váhy lidského těla. Díky výzkumu mozku lidí a ostatních zvířat můžeme předpokládat, jaké funkce mají všechny části koňského mozku. Míru inteligence nelze posuzovat podle velikosti mozku. Ačkoliv koně mají malý mozek, nejsou vůbec hloupí.

Koncový mozek

Koncový mozek má v hemisférách čtyři hlavní laloky. Lalok čelní, temenní, spánkový a týlní. V mozkové kůře jsou zpracovávány zrakové a sluchové podněty a probíhá zde učení. Hluboko v mozku se nachází limbický systém, ve kterém se vytvářejí pocity. V limbické oblasti jsou také čichové laloky, které mají za úkol zpracovávat čichové a chuťové vjemy.

Mozeček

V mozku nad mozkovým kmenem se nachází centra pro atletické schopnosti. Mozeček má za úkol udržování rovnováhy, koordinaci a činnost svalů. Vědomý pohyb je sérií po sobě následujících činností řízená aktivitou mozečku. Patří sem i naučené motorické schopnosti. Rovnováha je v mozečku udržována pomocí signálů, které přicházejí z vnitřního ucha.

Mozkový kmen

Mozkový kmen má několik částí, kterými je prodloužená mícha, Varolův most, střední mozek a thalamická oblast. Za základní funkce organismu dýchání, trávení a srdeční tep odpovídá prodloužená mícha. Varolův most je místo, ve kterém se řídí vyrovnání stavů mezi vzrušením a spánkem. Střední mozek je místo pro uložení paměti. Thalamická část se skládá z hypofýzy, která má za úkol kontrolu nad produkcí hormonů a thalamu a hypothalamu.

Tyto dvě části regulují tělesnou teplotu, pocit hladu a žízně, také řídí endokrinní a autonomní nervovou soustavu (**Hillová, 2011**).

2.6.2 Reflexy

Reflex je funkční jednotkou nervové soustavy. Přenos vzruchu z receptoru do centra a odtud na efektor nervovou cestou, který probíhá ve formě reflexního oblouku. Nervové dráhy doprovázejí dráhy zpětné vazby, které pomáhají probíhající reflex ovlivňovat a upravovat.

Dělení reflexů podle typu receptoru:

- exteroceptivní – zrak chuť
- interoceptivní – vnitřní orgány
- proprioceptivní – pohybová soustava

Dělení reflexů podle typu centra:

- centrální – mozek, mícha
- extracentrální – ganglia

Dělení reflexů podle typu efektoru:

- somatické – koordinace organismu s prostředím
- vegetativní – koordinace vnitřního prostředí organismu

Dělení reflexů podle vzniku a podmínek trvání:

- nepodmíněné – jednoduché a složité
- podmíněné

Nepodmíněný reflex

Nepodmíněný reflex je vrozený a dědičný v rámci druhu, je neměnný a trvalý. Probíhá buď jako jednorázová akce na určitý podnět, nebo vytváří soustavu vzájemně koordinovaných jednoduchých reflexů. Nejvýznamnější skupina složitých nepodmíněných reflexů jsou instinkty. Instinkty se objevují hned po narození a přetrvávají po celý život. Existuje i pohlavní instinkt, který se objevuje až v určitém životním období.

Podmíněný reflex

Podmíněný reflex je získaný a vzniká na základě nepodmíněného reflexu, je neměnitelný a dočasný. Umožňuje přizpůsobení organismu změnám prostředí. Pro svůj vznik potřebuje také centrální nervovou soustavu ve stavu podráždění a zaměřenou na příslušný reflex, podmíněný podnět, který předchází vzniku reflexu a má neprahovou hodnotu.

Dělení podmíněných reflexů podle:

- druhu podnětu – exteroceptivní, interoceptivní
- výkonného orgánu – pohybové, orgánové
- druhu podráždění – kladné, záporné
- biologického výzkumu – potravní, obranný, pohlavní
- časové vazby s podnětem – současný, odsunutý, zpožděný, stopový (**Herzog, 1953**)

2.7 Světlo – elektromagnetické záření

Světlo je elektromagnetické záření, které se může pohybovat rychlostí světla 299 792 458 metrů za sekundu. Tak vysoké rychlosti může dosáhnout pouze v případě, že není zpomaleno odporem prostředí. Elektromagnetické záření se od sebe liší množstvím přenášené energie. Nejmenší množství energie přenášejí rádiové vlny a největší množství energie přenášejí gama paprsky i kosmické záření. Síla energie, kterou záření obsahuje, ovlivňuje jeho nebezpečnost životu. Nejvydatnějším zdrojem elektromagnetického záření je Slunce, jehož složky jsou v zemské atmosféře odraženy nebo pohlcovány. Vodní páry pohlcují mikrovlnné záření a významnou část infračerveného světla. Viditelné světlo je atmosférou propouštěno. Veškeré složky elektromagnetického záření s ještě větším obsahem energie a kratší vlnovou délkou, než ultrafialové světlo, zachycuje celá zemská atmosféra. I ty nejpronikavější gama paprsky překonají v zemské atmosféře vzdálenost nanejvýš několika set metrů. Elektromagnetické záření tvoří proud nehmotných částic, které mají vlnový charakter. Foton je vlnovou částicí, ale i nosič energie. Každá energie je vyjádřena určitým počtem fotonů (**Halliday, Resnick, Walker; 2001**).

Zdroj energie může excitovat atomy do energeticky bohatšího a nestabilního stavu a poté se vracejí do původního energetického stavu tím, že přebytek energie vyzáří ve formě elektromagnetického záření. Nejjednodušší startovací energií je teplo, čím větší energetický skok provádí atom mezi normálním a excitovaným stavem, tím vyšší energii má elektromagnetické záření. Opakem viditelného světla, je ultrafialové světlo, které lidé nevidí vůbec. Zrakové ústrojí je schopné vnímat elektromagnetické záření pouze v rozsahu vlnových délek od 350 do 750 nanometrů, tyto obě uvedené vlnové délky spadají do oblasti, kterou zrak vnímá zcela minimálně. Nejpřirozenějším zdrojem viditelného světla je Slunce, které zásobuje Zemi energií v oblasti vlnových délek UV, viditelného světla a IČ. 30% sluneční energie není na povrchu vůbec přijímáno a je bezprostředně odraženo zpět do kosmického prostoru, zbývajících 70% energie Země přijímá a zpět do kosmického prostoru vyzáří ve formě infračerveného záření (Vrba, 1977).

2.8 Barvy

2.8.1 Charakteristika barev

Anglický fyzik Isaac Newton prokázal, že zdánlivě bílé sluneční světlo není bílé, ale že je složeno z velkého množství barev. Barevné spektrum obsahuje všechny vlnové délky, které se od sebe liší různou energií. Například na červené straně spektra je energie nejnižší a na fialové nejvyšší. Barvy vznikají tak, že dopadající denní světlo, které se jeví jako bílé má už všechny barvy obsažené v sobě. Pokud denní světlo dopadne na bílý předmět, tak je odraženo, aniž by se změnilo. Jestliže denní světlo dopadne na žlutý předmět, dojde k jeho částečnému pohlcení a zbytek se odrazí. Odlišně se světlo zachová po dopadu na černý předmět, celé dopadající světlo je pohlceno a změní se na tepelnou energii. Pokud se porovnává světlo pocházející ze žárovky s denním světlem, bude se světlo ze žárovky zdát žluté a naopak denní světlo se bude jevit jako modré. Slunce má na svém povrchu teplotu zhruba 6 000K a jeho spojitě spektrum odpovídá křivce s maximem 530nm.

Proto se o slunečním světle říká, že má teplotu chromatičnosti 6 000K. Teplota chromatičnosti se během dne liší. Ráno a večer je sluneční světlo nejsilnější a proto je také nejteplejší. Nejstudenější bývá sluneční světlo v poledne, protože má sluneční světlo menší sílu.

Kompletní spektrum viditelného světla neobsahuje všechny barvy. Barevný vjem vzniká mícháním vlnových délek ve zrakovém ústrojí. Dvě rozdílné vlnové délky mohou vytvořit barvu třetí vlnové délky, která nebude podobná ani jedné původní vlnové délce. (Freeman, 2012).

2.8.2 Červená

Červená barva společně s modrou, zelenou a žlutou je řazena mezi základní barvy v barevném spektru. Je to barva monochromatického světla, která se nachází v rozmezí vlnových délek 625–800 nm a v rozsahu frekvencí 480–375 THz. Červená barva odpovídá nejnižším frekvencím, které dokáže oko vnímat. Světlo ještě s nižší frekvencí je infračervené záření a to oko nedokáže vnímat (Pleskotová, 1987).

Psychologie a symbolika červené barvy - Červená znázorňuje životní sílu, aktivitu, potěšení z činnosti a je barvou dobrého kontaktu s okolím. Vyjadřuje touhu po silných, hlubokých zážitcích a po úspěchu. Odmítání červené může být příznakem nedostatku sil, ochablosti, pasivity, znamením toho že se organismus cítí unaven a vyčerpán. Symboliku jí propůjčují krev a oheň, je to barva životní síly. (Maddron, 2005).

2.8.3 Modrá

Modrá barva je základní barvou barevného spektra. Je to barva monochromatického světla, která spadá do rozmezí vlnových délek 430–500 nm a také do rozsahu frekvencí 700–600 THz. Modrá barva oblohy je způsobena Rayleighovým rozptylem světla na molekulách vody. Modrá barva tlusté vrstvy vody je způsobena tím, že voda pohlcuje červené světlo (Pleskotová, 1987).

Psychologie a symbolika modré barvy – Modrá barva je barvou klidu, uspokojení a souladu. Na druhou stranu může být barvou tajuplných zlých mocností. Na tělo působí uklidňujícím způsobem, proto je to často barva introvertních typů.

Symbolizuje něhu, věrnost a důvěru. Modrá je barvou vody, vzduchu a nebe a také je barvou, která je spjatá s bohy. (Maddron, 2005).

2.8.4 Zelená

Zelená barva je další ze základních barev v barevném spektru. Je to barva monochromatického světla v rozmezí vlnových délek 520–565 nm a v rozsahu frekvencí 580–530 THz. Při subjektivním míchání barev můžeme zelenou barvu získat kombinací žluté a modré barvy. V některých kulturách je typické, že nerozlišují rozdíl mezi zelenou a modrou barvou. Přítomnost chlorofylu v rostlinách způsobuje zelené zbarvení. Chlorofyl absorbuje elektromagnetické záření v oblastech, které odpovídají modré a červené barvě a to způsobuje, že se odražené světlo jeví jako zelená barva (Pleskotová, 1987).

Psychologie a symbolika zelené barvy – Zelená barva je barvou statečnosti, houževnatosti, ale také umíněnosti malé přizpůsobivosti. Zelená je symbolem života, znovuzrození, svěžesti, mládí, naděje a přírody. Má také negativní symboliku, protože je to barvou zlých duchů a démonů. (Maddron, 2005).

2.8.5 Žlutá

Žlutá barva je poslední základní barvou barevného spektra, která byla v pokusu sledovaná. Je to barva monochromatického světla v rozmezí vlnových délek 565–590 nm a rozsahu frekvencí 530–510 THz. Žlutá barva je používána při subjektivním míchání barev například při tisku, pro žlutou je doplňující barvou modrá (Pleskotová, 1987).

Psychologie a symbolika žluté barvy – Žlutá barva působí povzbudivě a osvobodivě. Je to barvou naděje a nového začátku. Připomíná sluneční zář a proto má význam značící život, naději, moudrost, inteligenci, vědění a božstva (Maddron, 2005).

3 Cíl práce

Cílem práce je na základě údajů zpracovat přehled o smyslových orgánech koní, anatomii oka koně a fyziologii vidění, o barvách z hlediska fyzikálního pojetí a barevném spektru a také o učení a paměti koní a experimentálně ověřit schopnosti koní k rozlišování základních barev. Na základě informací uvedených v literárních zdrojích připravit vlastní experiment, jehož cílem je zjištění, zda jsou koně schopni rozlišit jednotlivé barvy. Jako základní barvy v experimentu použít červenou, modrou, zelenou a žlutou. Na základě vlastního sledování pak zpracovat výsledky pozorování využitím vhodných biometrických metod a ze zjištěných výsledků vyvodit závěry při chovu a výcviku koní.

4 Materiál a metodika

4.1 Materiál

Do pokusu bylo zapojeno 10 koní, 6 valachů a 4 klisny různých plemen, ve věku od 4 do 15let.

Bližší charakteristika koní je uvedena v tabulce č. 1

Charakteristika koní

Tabulka č. 1

Kůň	Pohlaví	Plemeno	Věk (roky)
Amálka	Klisna	Norický kůň	6
Amor	Valach	Bez plemenné příslušnosti	8
Bernie	Klisna	Starokladrubský kůň	7
Fox	Valach	Bez plemenné příslušnosti	8
Charm	Valach	Bez plemenné příslušnosti	4
Lancelot	Valach	Český teplokrevník	10
Martin	Valach	Český teplokrevník	9,5
Miss Cyntia	Klisna	Český teplokrevník	14
Nero	Valach	Český teplokrevník	15
Zuzana	Klisna	Český teplokrevník	8

4.2 Metodika

Vlastní sledování probíhalo v měsících červenci a září 2014 na Účelovém zařízení Zemědělské fakulty JU ve Čtyřech Dvorech a soukromé farmě v Hlincové Hoře. Na obou místech byly vytvořeny shodné podmínky pro průběh pokusu.

Metodika experimentu byla vytvořena na katedře zootechnických věd ZF JU.

Bylo zjišťováno, zda jsou koně schopni rozlišit a zapamatovat si 4 základní barvy – červenou, modrou, zelenou a žlutou. K pokusu byly použity nádoby těchto 4 barev, v nádobě sledované barvy byly pamlsky, které měly motivovat koně k hledání nádoby správné barvy.

Nádoby byly umístěny na pokusné ploše v sektorech 1 až 4 podle předem daného schématu a v jednotlivých sledováních se umístění střídalo v přesně daném pořadí, vždy shodně pro všechny koně zapojené v pokusu. Nákres pokusné plochy a schéma střídání barev a je v příloze (příloha č.1 a č.2).

V první fázi pokusu přivedl vodič koně nejkratší možnou cestou – přímo - ke kbelíku určené – poznávané barvy - a po vyžrání pamlsků odvedl koně nejkratší možnou cestou k východu. Odvedl koně na místo, ze kterého není vidět na pokusnou plochu. Na ploše došlo k výměně nádob a doplnění pamlsků do nádoby sledované barvy. Pak byl kůň opět přiveden na plochu a postup se zopakoval celkem čtyřikrát.

Ve druhé fázi pokusu, která následovala okamžitě po ukončení první části, koně vodič přivedl na pokusnou plochu, na určeném místě koně zastavil směrem přímým koně kolmo na vchod a odpoutal koně z vodítka. Bylo sledováno, jakým způsobem kůň samostatně vyhledal nádobu správné barvy – směr pohybu, čas, po kterou nádobu hledal a na kolikátý pokus nádobu našel. Po nalezení správné nádoby byl koni ponechán čas na vyžrání pamlsků a byl vodičem odveden. Byl opakován stejný postup, jako v první fázi pokusu.

Pokus byl ukončen, pokud kůň 3x za sebou šel přímým směrem přímo ke kbelíku dané barvy, maximálně se však druhá část pokusu opakovala 8x.

Experiment probíhal vždy po 7 dnech, v jeden den vždy jedna barva, 4 týdny za sebou.

Rozměr pokusné plochy byl 20 x 15 metrů.

Průběh celého pokusu byl zaznamenán na digitální kameru a záznam pak následně zpracován a vyhodnocen.

Získaná data byla zpracována programem Excel 2007.

5 Výsledky a diskuse

Aby bylo možné posoudit schopnost koní rozpoznat a najít konkrétní barvu, byl analyzován směr pohybu koně k nádobě dané barvy (přímý, nepřímý), počet pokusů a čas potřebný k nalezení konkrétní barvy.

5.1 Směr pohybu koně při vyhledávání barvy

Procentuální vyjádření směru, kterým se koně po přivedení do pokusné plochy a následném vypuštění z vodítka vydali, je uvedeno v tabulce 2. Z uvedených hodnot, které byly získány procentuálním vyjádřením směru u jednotlivých barev a všech koní dohromady, vyplývá, že se koně vydali přímým směrem u červené barvy z 96,72% , u modré barvy z 90,9%, u zelené barvy z 98,52% a u žluté barvy z 98,21%. Ze zjištěných hodnot je patrné, že se koně většinou vydali přímým směrem k právě sledované barvě, nebo k barvě jiné. Jen malé procento koní se vydalo směrem nepřímým, tak že kličkovali, nebo se vraceli zpátky k východu z pokusné plochy.

Směr pohybu koně při vyhledávání barvy

Tabulka č. 2

Barva	Směr přímý [%]	Směr nepřímý [%]
Červená	96,72	3,28
Modrá	90,9	9,1
Zelená	98,52	1,48
Žlutá	98,21	1,79

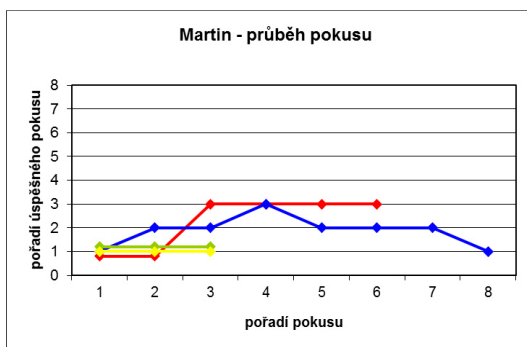
5.2 Úspěšnost v hledání správné barvy

Do pokusu bylo zařazeno 10 koní různých plemen a věkových kategorií, kteří byli postupně otestováni na červenou, modrou, zelenou a žlutou barvu. Pokud kůň nenašel správnou barvu třikrát za sebou na první pokus, tak měl dalších pět opakování na nalezení správné barvy. Pěti koním se povedlo na první pokus alespoň jednu barvu najít, ale zbytek koní využil všech osm opakování k nalezení barvy, nebo ztratil motivaci k hledání a pokus byl předčasně ukončen, aniž by kůň využil všech osm opakování.

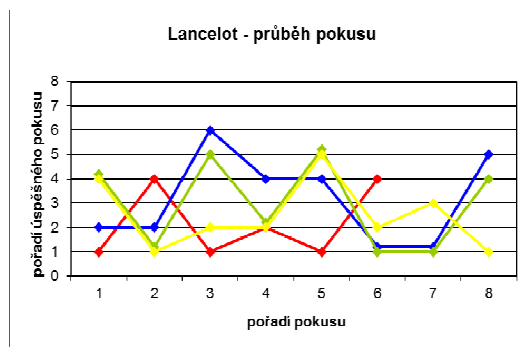
Nejúspěšnější byli koně při hledání žluté barvy (50% koní na první pokus třikrát za sebou) a stejně úspěšní byli při hledání červené a zelené barvy (10% koní na první pokus třikrát za sebou). Úspěšnost hledání správné barvy u jednotlivých koní je zaznamenaná v grafu 1-10. Z grafů je patrné, že nejúspěšnější v hledání správné barvy byl Martin (graf 1). Martinovi se podařilo jako jedinému najít dvě barvy na první pokus třikrát za sebou a i další dvě barvy našel nejhůř na třetí pokus. Nero našel pouze červenou barvu na první pokus třikrát za sebou. K nalezení žluté, zelené a modré barvy využil všech osm opakování pokusu. Nejhorší výsledek měl u modré barvy, u které při osmém opakování našel správnou barvu až na šestý pokus (graf 5). Amálka našla žlutou barvu třikrát za sebou na první pokus. U zelené a červené barvy využila všech osm opakování pokusu k nalezení správné barvy. Při testování modré barvy ztratila u čtvrtého opakování pokusu motivaci k hledání a pokus byl ukončen (graf 6). Fox našel žlutou barvu třikrát za sebou na první pokus. Při hledání červené ztratil motivaci u třetího opakování pokusu a u modré barvy u pátého opakování pokusu. U zelené barvy využil všech osm opakování pokusu k nalezení správné barvy (graf 7). Charm našel žlutou barvu třikrát za sebou na první pokus. U modré, zelené a červené barvy vždy využil všech osmi opakování pokusu k nalezení správné barvy (graf 9). Lancelot nebyl úspěšný při nalezení barvy třikrát za sebou na první pokus ani u jedné barvy. Při testování žluté, zelené a modré barvy využil všech osmi opakování pokusu k nalezení barvy a u červené barvy ztratil u šestého opakování pokusu motivaci (graf 2). Bernie využila u všech barev všech osmi opakování při hledání správné barvy. V jejím případě bylo patrné, že jí barvy příliš nezajímají, ale systematicky procházela všechny barvy, aby našla odměnu (graf 3). Miss při testování červené, žluté a zelené barvy využila všech osmi opakování k nalezení správné barvy. Ovšem u modré barvy ztratila motivaci u třetího opakování pokusu (graf 4). Amor nebyl při testování barev příliš pozorný a moc ho to nezajímalo, ztratil motivaci u červené barvy při třetím opakování pokusu, u modré barvy při šestém opakování pokusu a u zelené barvy při sedmém opakování pokusu. Celý pokus dokončil pouze u žluté barvy (graf 8).

Úspěšnost v hledání správné barvy

Graf č.1

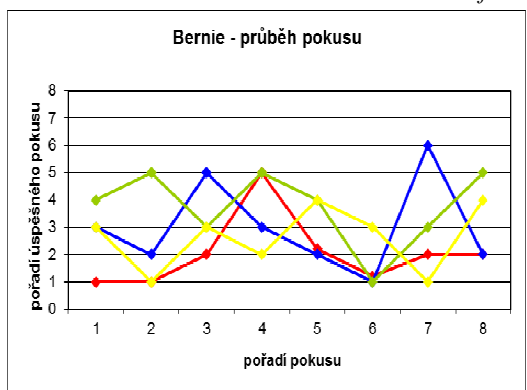


Graf č.3

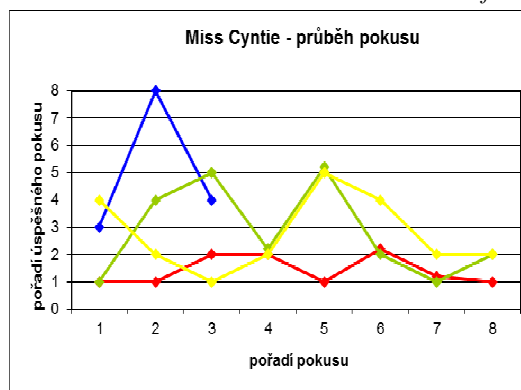


Graf č.2

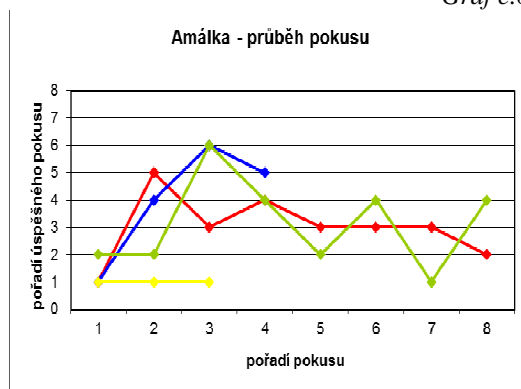
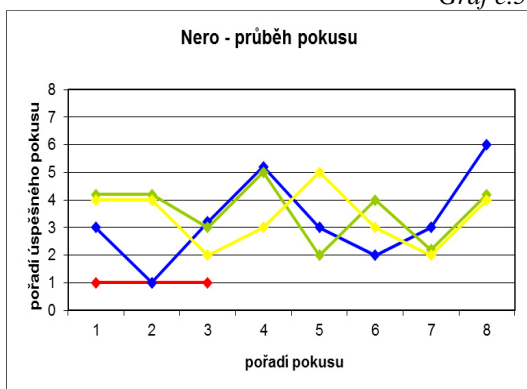
Graf č.4



Graf č.5

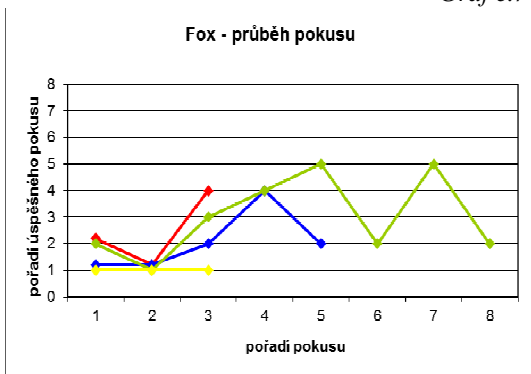


Graf č.6

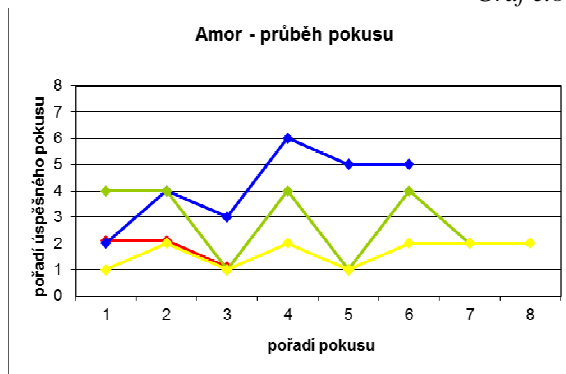


Úspěšnost v hledání správné barvy

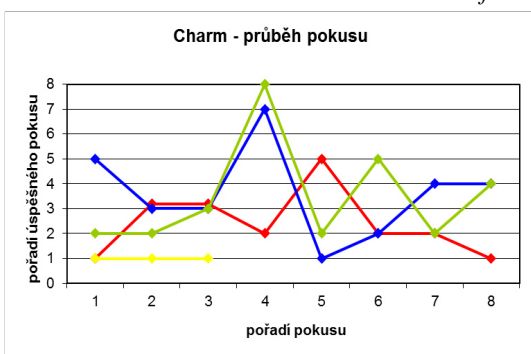
Graf č.7



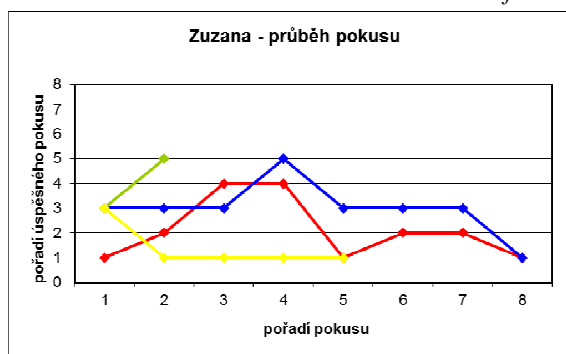
Graf č.8



Graf č.9



Graf č.10



5.3 Vztah mezi barvami a dobou k nalezení správné barvy

Z tabulky 3 vyplývá, že průměrnou nejkratší dobu k nalezení správné barvy potřebovali koně u žluté. U hledání červené a zelené barvy nebyli příliš velké rozdíly v průměrné době k nalezení správné barvy. Nejhorší výsledky byli u modré barvy, kdy jim trvalo nalezení průměrně až 75,33 sekundy. Nejkratší doba hledání 7 vteřin byla u červené barvy a nejdelší doba hledání 349 vteřin byla u modré barvy. Rozdíl v době, potřebné k vyhledání správné barvy, byl statisticky vysoce významný mezi modrou a zelenou, zelenou a žlutou, červenou a žlutou a modrou a žlutou barvou.

Smith a Goldman (1999) testovali koně na rozlišování modré, zelené, červené a žluté barvy proti šedému podkladu. Testovaný kůň rozlišoval mezi modrou a šedou, červenou a šedou, ale ne mezi zelenou a šedou.

Tento názor se s výsledky našeho pokusu shodují jen částečně. Testování koně reagovali na červenou barvu, ale na modrou velice špatně.

Vztah mezi barvami a dobou k nalezení správné barvy

Tabulka č.3

Barva	n	X[s]	s _x	min	max	V %	F-test	t-test
Červená	61	55,93	59,56	7	267	106,49	12,77+++	m : z +++ z : ž +++ č : ž +++ m : ž +++
Modrá	66	75,33	65,16	10	349	86,5		
Zelená	68	41,5	28,08	10	141	67,68		
Žlutá	56	24,25	11,63	10	55	47,95		

5.4 Vztah mezi barvami a počtem pokusů k nalezení správné barvy

Hodnoty uvedené v tabulce 3 nám ukazují na to, že k nalezení červené barvy koně potřebovali průměrně jen 2,11 pokusů a u žluté barvy 2,12 pokusů. K nalezení dalších dvou barev potřebovali průměrných pokusů více a to u zelené barvy 3,13 a u modré barvy 3,16. U červené a žluté barvy koně potřebovali maximálně pět pokusů k nalezení správné barvy. K nalezení modré a zelené barvy někteří potřebovali až osm pokusů. Z tabulky vyplývá, že se koním nejlépe hledala červená a žlutá barva. Vztah mezi červenou a modrou, zelenou a žlutou, červenou a zelenou, modrou a žlutou je statisticky vysoce významný.

Vztah mezi barvami a počtem pokusů k nalezení správné barvy

Tabulka č.4

Barva	n	X[s]	s _x	min	max	V %	F-test	t-test
Červená	61	2,11	1,17	1	5	55,55	9,81+++	m : z +++ z : ž +++ č : ž +++ m : ž +++
Modrá	66	3,16	1,66	1	8	52,6		
Zelená	67	3,13	1,56	1	8	49,88		
Žlutá	55	2,12	1,23	1	5	58,13		

Výsledek pokusu se značně liší od tvrzení, že koně lépe vnímají světlé tóny než tmavé, absorpční spektrum koně je horší než absorpční spektrum u člověka a to především v oblasti fialové, modré a červené (Maršálek, Pospíšilová, Frelich; 1993). Protože nám koně na červenou barvu reagovali nejlépe.

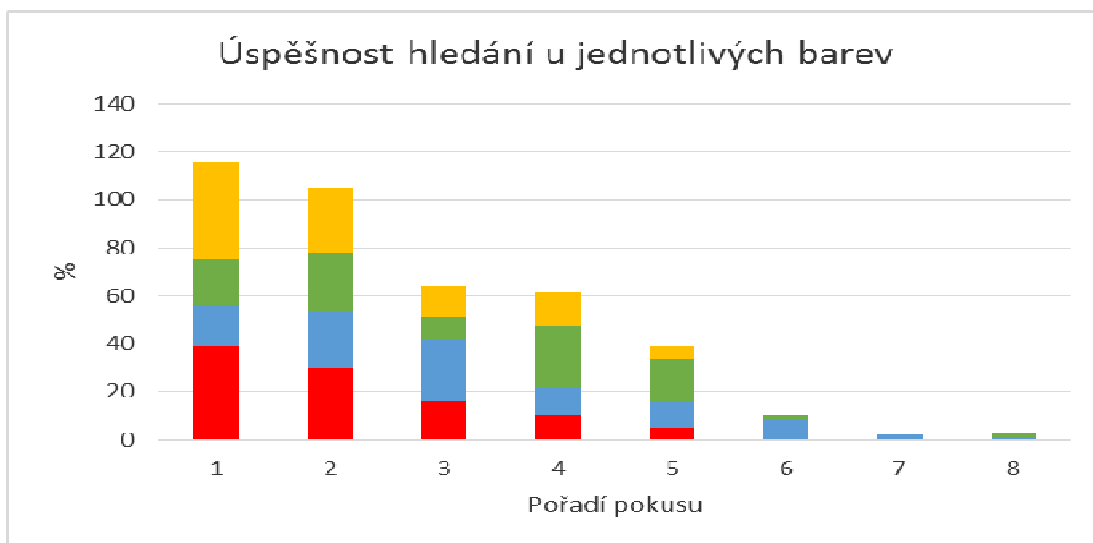
5.5 Úspěšnost hledání u jednotlivých barev

V grafu 11 je znázorněná procentuální úspěšnost nalezení správné barvy u opakování pokusů 1-8 u všech koní dohromady. Nejúspěšnější byli koně při hledání žluté barvy. Nalezlo jí 41% koní na první pokus, 27% koní na druhý pokus, 13% koní na třetí pokus, 14% koní na čtvrtý pokus a 5% koní na pátý pokus. Další nejúspěšnější barvou je červenou barva, kterou našlo 39% koní na první pokus, 30% koní na druhý pokus, 16% koní na třetí pokus, 10% koní na čtvrtý pokus a 5% koní na pátý pokus. Nejhorší výsledky byli u zelené a modré barvy. Zelenou barvu našlo na první pokus 19% koní, na druhý pokus 25% koní, na třetí pokus 9% koní, na čtvrtý pokus 25% koní, na pátý pokus 18% koní, na šestý pokus 2% koní a na osmý pokus 2% koní. Modrou barvu našlo na první pokus 17% koní, na druhý pokus 23% koní, na třetí pokus 26% koní, na čtvrtý pokus 12% koní, na pátý pokus 11% koní, na šestý pokus 8% koní a na sedmý pokus 2% koní a na osmý pokus 1% koní.

Maršálek, Pospíšilová (1992) uvádějí, že při vytřídění překážek do 9 skupin barevných kombinací bylo zjištěno, že koně nejlépe respektují překážky barvy červené, černobílé nebo šedobílé. Nejhorší reakce koní byli u překážek s kombinací barev, kde převažuje zelená a hnědá. Zde bylo nejnižší procento čistě překonaných překážek, ale i vysoká frekvence chyb.

Při hodnocení barvy ohraničení překážky bylo zjištěno, že koně velmi dobře reagují a respektují překážky ohraničené černobíle, bíle a žlutě (**Maršálek, Pospíšilová, 1992**).

Tvrzení autorů se shoduje s výsledkem našeho pokusu, ve kterém nám nejlepší reakce vyšla na barvu žlutou a červenou.



6 Závěr

Cílem práce bylo na základě údajů zpracovat přehled o smyslových orgánech koní, anatomii oka koně a fyziologii vidění, o barvách z hlediska fyzikálního pojetí a barevném spektru a také o učení a paměti koní a experimentálně ověřit schopnosti koní k rozlišování základních barev.

Byly zjišťovány zrakové schopnosti u koní z JU ZF v Českých Budějovicích a koní ze soukromé farmy na Hlincově Hoře.

Z výsledků pokusu lze vyvodit následující závěry:

- Koně se po vypuštění do pokusné plochy nejčastěji pohybovali přímým směrem (95,98%) k barevným nádobám.
- V úspěšnosti hledání správné barvy byli koně nejúspěšnější u žluté barvy, kterou na první pokus našlo 50% koní. Při hledání červené a zelené barvy byli úspěšní z 10% a modrou barvu nenašel žádný kůň třikrát za sebou na první pokus.
- Po vyhodnocení výsledků vztahu mezi barvami a dobou k nalezení správné barvy byla nejlepší průměrná reakce u žluté (24,25 s), zelené (41,5 s), červené (55,93 s) a modré (75,33 s) barvy.
- Ve vztahu mezi barvami a počtem pokusů k nalezení správné barvy byla nejlepší průměrné reakce na červenou (2,11) a žlutou barvu (2,12). Reakce koní na další dvě barvy byla horší, na zelenou (3,13) a na modrou (3,16).

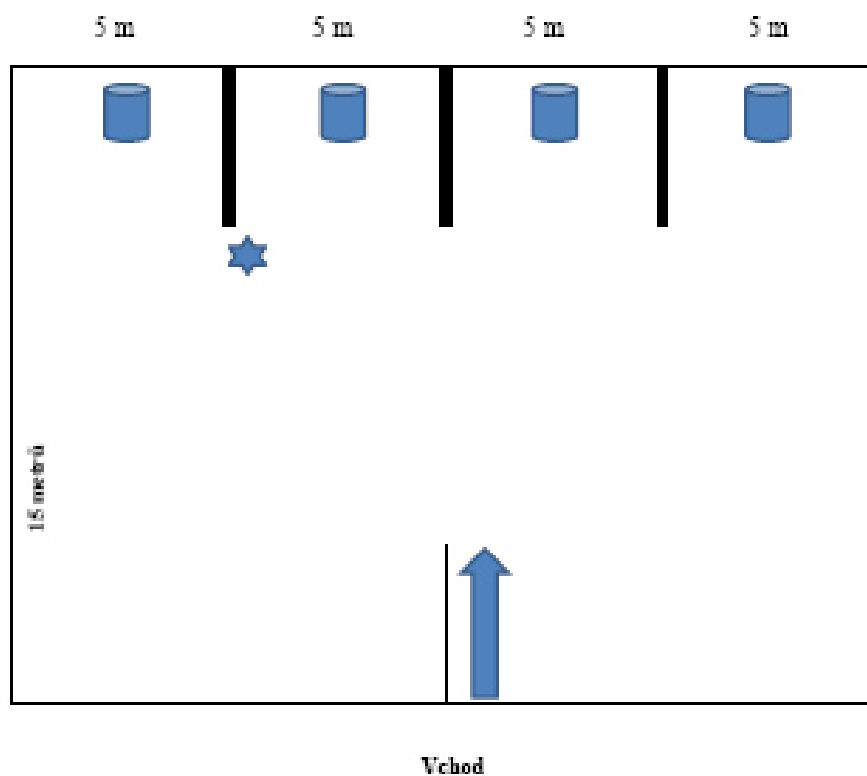
7 Seznam literatury

1. Birdová, J.: Chov koní přirozeným způsobem. Nakladatelství Slovart 2010, s. 204, ISBN: 978-80-7391-359-5
2. Blake, H.: Jak myslí koně. Pragma Hodkovičky 2011, s. 173, ISBN: 978-80-7349-274-8
3. Březinová, L., Petřík, F.: Chov koní. Praha 1987, s. 222, ISBN: 07-007-87
4. Čihák, R.: Anatomie 3, Grada Publishing 2004, 2. vydání, s. 692, ISBN: 80-247-1132-5
5. Dobroruka, L. J., Kholová, H.: Zkrocený vládce stepi. Panorama Praha 1992, s. 225, ISBN: 80-7038-229-5
6. Duruttya, M.: Velká etologie koní. HIPO-DUR Košice-Praha 2005, 583s.
7. Dušek, J.: Chov koní. Brázda Praha 1999, 352 s.
8. Freeman, M.: Fotografie v praxi. Světlo a svícení. Brno 2012, 1. vydání, s. 160, ISBN: 978-80-7413-196-7
9. Halo, M., Mlynek, J., Šurda, M., Kovalčík, E.: Jazdectvo a dostihy. Garmond Nitra 2001, s. 156, ISBN: 80-967282-9-6
10. Hall, C., A., Cassaday, H., J.: An investigation into the effect of floor colour on the behaviour of the horse. Applied Animal Behaviour Science 99 (2006): 301-314
11. Halliday, D., Resnick, R., Walker, J.: Fyzika. Nakladatelství Vutium a Prometheus 2001, ISBN: 80-214-1869-9
12. Herzog, O.: Základy anatomie a fyziologie hospodářských zvířat. Praha 1953,
13. Hillová, Ch.: Jak myslí kůň. Euromedia Group 2011, s. 192, ISBN: 987-80-242-3142-6
14. Hillová, Ch.: Co by měl každý kůň znát. Euromedia Group 2006, s. 192, ISBN: 978-80-242-3645-2
15. Maddron, T.: Život podle barev. Ikar 2005, s. 189, ISBN: 80-249-0590-6
16. Maršálek, M., Pospíšilová, Š.: Sportovní výkonnost koní ve vztahu k jejich zrakovým schopnostem. Sborník JU ZF Č. Budějovice – řada zootechnická, 9, 1992, zvl. č., s. 192
17. Maršálek, M., Pospíšilová, Š., Frelich, J.: Vliv charakteru překážek na výsledek parkuru Sborník JU ZF Č. Budějovice – řada zootechnická, 10, 1993, č. 2, s. 63-78
18. Maršálek, M., Zedníková, J., Halo, M., Jackowski, M.: Jezdectví. České Budějovice 2008, s. 109, ISBN: 978-80-7394-120-8

19. Pleskotová, P.: *Svět barev*. 1. vydání, Praha Albatros 1987, s. 202, ISBN: 80-195-5270-8
20. Reece, W. O.: *Fyziologie domácích zvířat*, 1. vydání Praha, Grada Publishing 1998, s. 456, ISBN: 80-7169-547-5
21. Roberts, M., *Průvodce nenásilným výcvikem koní*. Euromedia Group 2005, s. 241, ISBN: 80-249-0584-1
22. Smith, S., Goldman, L.: Colour discrimination in horse. *Applied Animal Behaviour Science* 62 (1999): 13-25
23. Synek, S., Skorkovská, Š.: *Fyziologie oka a vidění*. 1. vydání Praha, Grada Publishing 2004, s. 256, ISBN: 80-247-0786-1
24. Vrba, V.: *Moderní aspekty klasické fyzikální optiky*. 1. vydání, Academia 1974, s.293, ISBN: 80-076-8305-5
24. Winter Christensen, J., Zharkikh, T., Chovaux, E.: Object recognition and generalisation during habituation in horse. *Applied Animal Behaviour Science* 129 (2011): 83-91

Příloha č.1

Příloha č. 1 - Náčrt pokusné plochy



Plocha 20 m x 15 m

★ Kavaleta nebo ohradníková páska ve výšce 120 cm

Příloha č. 2

METODICKÉ SCHEMA – VLASTNÍ EXPERIMENT

1. Červená barva – schema z pohledu koně

1. část – kůň s vodičem = přivedení koně až ke kbelíku s pamlsky				
1.	red	yellow	green	blue
2.	blue	green	red	yellow
3.	green	blue	yellow	red
4.	yellow	red	blue	green
2. část – kůň je vypuštěn u vchodu z vodítka				
1.	blue	green	red	yellow
2.	green	red	blue	yellow
3.	green	blue	yellow	red
4.	red	blue	yellow	green
5.	blue	yellow	green	red
6.	red	yellow	green	blue
7.	blue	green	red	yellow
8.	yellow	red	blue	green

2. modrá barva – schema z pohledu koně

1. část – kůň s vodičem = přivedení koně až ke kbelíku s pamlsky				
1.	blue	yellow	green	red
2.	red	green	blue	yellow
3.	green	red	yellow	blue
4.	yellow	blue	red	green
2. část – kůň je vypuštěn u vchodu z vodítka				
1.	red	green	blue	yellow
2.	green	blue	red	yellow
3.	green	red	yellow	blue
4.	blue	red	yellow	green
5.	red	yellow	green	blue
6.	blue	yellow	green	red
7.	red	green	blue	yellow
8.	yellow	blue	red	green

3. zelená barva – schema z pohledu koně

1. část – kůň s vodičem = přivedení koně až ke kbelíku s pamlsky				
1.	green	yellow	blue	red
2.	red	blue	green	yellow
3.	blue	red	yellow	green
4.	yellow	green	red	blue
2. část – kůň je vypuštěn u vchodu z vodítka				
1.	red	blue	green	yellow
2.	blue	green	red	yellow
3.	blue	red	yellow	green
4.	green	red	yellow	blue
5.	red	yellow	blue	green
6.	green	yellow	blue	red
7.	red	blue	green	yellow
8.	yellow	green	red	blue

4. žlutá barva – schema z pohledu koně

1. část – kůň s vodičem = přivedení koně až ke kbelíku s pamlsky				
1.	yellow	green	blue	red
2.	red	blue	yellow	green
3.	blue	red	green	yellow
4.	green	yellow	red	blue
2. část – kůň je vypuštěn u vchodu z vodítka				
1.	red	blue	yellow	green
2.	blue	yellow	red	green
3.	blue	red	green	yellow
4.	yellow	red	green	blue
5.	red	green	blue	yellow
6.	yellow	green	blue	red
7.	red	blue	yellow	green
8.	green	yellow	red	blue