



# Intenzita pohybového zatížení při zápase v badmintonu

## Diplomová práce

*Studijní program:* N7401 – Tělesná výchova a sport  
*Studijní obory:* 7503T114 – Učitelství zeměpisu pro 2. stupeň základní školy  
7503T100 – Učitelství tělesné výchovy pro 2. stupeň základní školy

*Autor práce:* **Jiří Nývlt**  
*Vedoucí práce:* doc. PaedDr. Aleš Suchomel, Ph.D.





# The intensity of physical effort in the match of badminton

## Diploma thesis

*Study programme:* N7401 – Physical Education for Education  
*Study branches:* 7503T114 – Teacher training for lower-secondary school. Subject -  
Geography  
7503T100 – Teacher training for lower-secondary school. Subject -  
Physical education

*Author:* **Jiří Nývlt**  
*Supervisor:* doc. PaedDr. Aleš Suchomel, Ph.D.



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří Nývlt**  
Osobní číslo: **P13000742**  
Studijní program: **N7401 Tělesná výchova a sport**  
Studijní obory: **Učitelství tělesné výchovy pro 2.stupeň základních škol**  
**Učitelství zeměpisu pro 2. stupeň základních škol**  
Název tématu: **Intenzita pohybového zatížení při zápase v badmintonu**  
Zadávací katedra: **Katedra tělesné výchovy**

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

- 1) Stanovit na základě měření průběhu srdeční frekvence intenzitu pohybového zatížení při zápase v badmintonu.
- 2) Porovnat intenzitu pohybového zatížení při zápase v badmintonu mezi ligovými hráči, hráči krajské úrovně a začátečníky.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**Beňo, M. & Fibinger, I. Využití kardiometrie pro potřeby sportu. Teorie a praxe tělesné výchovy, 1990, č. 4, 38 s.**

**Máček, M. & Máčková, J. Fyziologie tělesných cvičení. 1. vyd. Praha : Onyx, 1995. 195 s.**

**Tomasz Mendrek, Martina Novotná ; [ilustrace Zdenka Marvanová] Badminton : úderová technika, pohyb po kurtu, taktika hry, nová pravidla. Praha : Grada, 2007. 123 s.**

**Tomasz Mendrek ; [ilustrace Zdenka Marvanová] Badminton : technika, trénink, výběr z pravidel. Praha : Grada, 2003. 103 s.**

Vedoucí diplomové práce:

**doc. PaedDr. Aleš Suchomel, Ph.D.**

Katedra tělesné výchovy


Datum zadání diplomové práce: **17. dubna 2014**

Termín odevzdání diplomové práce: **29. dubna 2015**



doc. RNDr. Miroslav Brzezina, CSc.  
děkan

L.S.



PaedDr. Jindřich Martinec  
vedoucí katedry

V Liberci dne 2. května 2014

## Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

## Poděkování

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce Doc. PaedDr. Aleši Suchomelovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a vstřícné jednání při zpracování diplomové práce. Vřelé poděkování patří také všem zúčastněným badmintonovým hráčům a jejich trenérům za jejich ochotu a pomoc při sběru dat pro tuto práci. Za statistické zpracování děkuji Mgr. Daliboru Slovákovi. V neposlední řadě bych rád touto cestou poděkoval své rodině za velkou podporu.

## **Anotace**

Cílem práce bylo porovnat intenzitu pohybového zatížení tří skupin hráčů badmintonu ve věku 18 - 42 let. Skupiny byly rozděleny na rekreační, krajskou a ligoúroveň. Na základě naměřených dat srdeční frekvence byla vypočítána průměrná srdeční frekvence a její procentuální zastoupení v jednotlivých zónách intenzity zatížení. Měření bylo provedeno za pomoci monitoru srdeční frekvence typu sporttester od firmy Polar (RS800CX) během modelového singlového zápasu na 2 hrané sety do 21 bodů.

Nejnižší průměrná hodnota srdeční frekvence  $154,5 \text{ tep. min}^{-1}$  ( $s = 8,46$ ) byla zjištěna u hráčů rekreační úrovně, ve druhé skupině hráčů hrajících na krajské a ligoúrovni byla naměřena shodná průměrná srdeční frekvence a to  $168,5 \text{ tep. min}^{-1}$ . Rozdíl mezi těmito soubory byl pouze ve směrodatné odchylce, která u hráčů na krajské úrovni byla 6,77 a u hráčů hrajících na nejvyšší úrovni byla 11,36. Trénování hráči (soubor K, L) strávili více času ve vyšších zónách intenzity zatížení než hráči rekreační (soubor R). Hráči souboru R se nejvíce pohybovali v Z2 a to konkrétně 46,3 % času a v Z3 strávili 41,6 % času, kdežto hráči souboru K a L se nejvíce pohybovali v Z1 a Z2. Hráči na krajské úrovni v Z1 strávili 46,3 % a v Z2 38,5 % celkového času zápasu. Hráči na ligoúrovni se pohybovali v Z1 43,2 % času a v Z2 41,3 % celkového času. Všechny soubory hráčů se pohybovaly při hře zejména v prvních třech zónách, to znamená nad 70 % tepového rozpětí. Hra badminton probíhá ve střední až vysoké intenzitě zátěže. Podíl aerobního a anaerobního pásma v souboru R oproti souboru K a L se významně liší. Soubor R se vyskytoval průměrně v aerobním pásmu 94,31 % času a v anaerobním pásmu pouhých 4,91 %. Soubor K strávil průměrně v aerobním pásmu 52,77 % času a v anaerobním 46,28 %. Soubor L hrál průměrně 55,9 % v aerobním pásmu a 43,2 % v anaerobním pásmu. Z porovnání badmintonu s ostatními raketovými sporty vyplývá, že při hře badmintonu je nejvyšší průměrná tepová frekvence ve všech skupinách hráčů.

## **Klíčová slova**

badminton, srdeční frekvence, intenzita zatížení, monitor srdeční frekvence

## **Annotation**

The goal of this diploma thesis was to compare motion load intensity of three groups of badminton player in the 18 - 42 age range. These groups represented three skill levels: the recreational, regional and league. Based on the results, the average heart rate and its percentual representation in single zones of intensity loads was calculated. Measuring was conducted using the sport-tester by the Polar company (more specifically RS800CX) during the model 2-set matches which were played up to 21 points.

The lowest average heart rate  $154,5 \text{ beat min}^{-1}$  ( $s = 8,46$ ) was found among the players of recreational group. In other groups (regional and league) the identical heart rate  $168,5 \text{ beat min}^{-1}$  was measured. The difference between those was only in standard deviation, which was in the regional group  $6,77$  and in the league skill group  $11,36$ . The trained players (regional and league) spent more time in the higher zones of intensity load than the recreational players. The recreational players spent most of the time in the 2nd zone ( $42,3 \%$  of time) and in the 3rd zone ( $41,6 \%$  of time), whereas the regional and league players in the first two zones of intensity load. The regional players spent most time in 1st zone ( $46,3 \%$ ) and in the 2nd zone ( $38,5 \%$ ). All groups of players spent time in the first three zones which means the range of  $70 \%$ . Badminton is played from the middle to the higher intensity load. The proportion of aerobic and anaerobic area in recreational and trained player's group differs significantly. The recreational players spent on the average  $94,31 \%$  of time in aerobic area and only  $4,91 \%$  in anaerobic area. The regional players, on the other hand, spent  $52,77 \%$  in aerobic area and  $46,28 \%$  in anaerobic area. The results of league players were quite similar to regional players. They spent on average  $55,9 \%$  in aerobic area and  $43,2 \%$  in anaerobic area. The comparison of badminton with other racket sports showed that while playing badminton there is the highest average heart rate in the all groups of players.

## **Key words**

badminton, heart rate, intensity load, heart rate monitor



# Obsah

|   |        |
|---|--------|
| Seznam obrázků.....   | - 10 - |
| Seznam tabulek.....   | - 11 - |
| Seznam grafů.....   | - 12 - |
| Seznam zkratek.....   | - 13 - |
| ÚVOD.....   | - 14 - |
| 1 SYNTÉZA POZNATKŮ.....   | - 15 - |
| 1.1 Badminton.....  | - 15 - |
| 1.1.1 Historie badmintonu .....   | - 15 - |
| 1.1.2 Vybavení, pravidla a disciplíny badmintonu .....                              | - 16 - |
| 1.1.3 Výuka a trénink v badmintonu.....   | - 22 - |
| 1.2 Tělesná zdatnost .....  | - 24 - |
| 1.2.1 Zdravotně orientovaná zdatnost.....   | - 25 - |
| 1.2.2 Výkonnostně orientovaná tělesná zdatnost.....                                 | - 28 - |
| 1.3 Srdeční frekvence a využití jejího monitorování při sportu.....                 | - 29 - |
| 1.3.1 Srdeční frekvence .....   | - 29 - |
| 1.3.2 Monitoring srdeční frekvence .....  | - 30 - |
| 1.3.3 Zóny intenzity tělesného zatížení .....                                       | - 32 - |
| 1.4 Aerobní a anaerobní zatížení.....   | - 34 - |
| 1.5 Specifika tělesné zátěže při badmintonu .....                                   | - 36 - |
| 1.6 Intenzita zatížení ostatních raketových sportů (tenis, stolní tenis, squash). - | 40 -   |
| 2 CÍLE PRÁCE, HYPOTÉZY.....   | - 41 - |
| 3 METODIKA PRÁCE .....  | - 43 - |
| 3.1 Charakteristika souborů .....   | - 43 - |
| 3.2 Způsob měření a pomůcky .....   | - 45 - |
| 3.3 Vyhodnocení naměřených hodnot.....  | - 46 - |
| 4 VÝSLEDKY A DISKUZE.....   | - 48 - |
| 4.1 Výsledky jednotlivých skupin hráčů .....  | - 48 - |
| 4.2 Porovnání výsledků mezi jednotlivými soubory.....                               | - 57 - |
| 4.3 Testování hypotéz .....   | - 62 - |
| 4.4 Porovnání výsledků s vybranými raketovými sporty.....                           | - 64 - |
| 4.5 Zhodnocení průběhu měření .....   | - 65 - |
| 5 ZÁVĚR .....   | - 67 - |

|   |                         |        |
|---|-------------------------|--------|
| 6 | REFERENČNÍ SEZNAM ..... | - 69 - |
| 7 | Přílohy.....            | - 73 - |

## Seznam obrázků

|  |        |
|--|--------|
| Obrázek 1: Badmintonový kurt pro zápasy dvouher a čtyřher .....                  | - 17 - |
| Obrázek 2: Badmintonová raketa s popisem jednotlivých částí .....                | - 18 - |
| Obrázek 3: Podání ve dvouhře .....   | - 19 - |
| Obrázek 4: Podání ve čtyřhře .....   | - 19 - |
| Obrázek 5: Míč projde sítí nebo pod sítí .....                                   | - 20 - |
| Obrázek 6: Míč letí do sítě .....  | - 21 - |
| Obrázek 7: Míč se dotkne těla hráče .....  | - 21 - |
| Obrázek 8: Míč je udeřen na soupeřově straně .....                               | - 21 - |
| Obrázek 9: Hráč se dotkne sítě tělem nebo raketou .....                          | - 21 - |
| Obrázek 10: Ukázka zmrzlé fáze pohybu při badmintonové smeči .....               | - 28 - |
| Obrázek 11: Sporttester Polar RS800CX .....                                      | - 31 - |
| Obrázek 12: Schéma časového uplatnění energetických zdrojů na začátku zátěže ... | - 34 - |
| Obrázek 13: Somatograf badmintonistů (modře-muži, červeně-ženy) .....            | - 37 - |
| Obrázek 14: Nejvíce zatěžované svaly v badmintonu (při úderu klír) .....         | - 39 - |
| Obrázek 15: Hráč M.N. – Průběh srdeční frekvence při zápase – soubor R .....     | - 51 - |
| Obrázek 16: Hráč J.Ko. – Průběh srdeční frekvence při zápase – soubor K .....    | - 54 - |
| Obrázek 17: Hráč O.K. – Průběh srdeční frekvence při zápase – soubor L .....     | - 56 - |

## Seznam tabulek

|  |        |
|--|--------|
| Tabulka 1: Vysvětlení počítání a způsobu podání ve čtyřhře .....   | - 20 - |
| Tabulka 2: Somatická charakteristika top 20 hráčů badmintonu z roku 2010.....  | - 36 - |
| Tabulka 3: Srovnání průměrné tepové frekvence při zápase vybraných raketových sportů ( $\text{tep}\cdot\text{min}^{-1}$ ) .....  | - 40 - |
| Tabulka 4: Charakteristika hráčů badmintonu – soubor R .....   | - 43 - |
| Tabulka 5: Charakteristika hráčů badmintonu – soubor K .....   | - 44 - |
| Tabulka 6: Charakteristika hráčů badmintonu – soubor L .....   | - 45 - |
| Tabulka 7: Hodnoty SF naměřených a vypočítaných u souboru R .....  | - 48 - |
| Tabulka 8: Hodnoty SF naměřených a vypočítaných u souboru K .....  | - 49 - |
| Tabulka 9: Hodnoty SF naměřených a vypočítaných u souboru L.....   | - 49 - |
| Tabulka 10: Procenta času stráveného v určených zónách při zápase v badmintonu u souboru R.....  | - 50 - |
| Tabulka 11: Procenta času stráveného v určených zónách při zápase v badmintonu u souboru K.....  | - 53 - |
| Tabulka 12: Procenta času stráveného v určených zónách při zápase v badmintonu u souboru L .....   | - 55 - |
| Tabulka 13: Charakteristika hráčů badmintonu hrající na rekreační (soubor R), krajské (soubor K) a ligové úrovni (soubor L) .....  | - 58 - |
| Tabulka 14: Srovnání průměrné tepové frekvence ( $\text{tep}\cdot\text{min}^{-1}$ ) jednotlivých skupin hráčů při zápase badmintonu s ostatními vybranými raketovými sporty..... | - 64 - |

## SEZNAM GRAFŮ

|   |        |
|---|--------|
| Graf 1: Grafické zobrazení procenta času stráveného v určených zónách během zápasu – soubor R .....   | - 51 - |
| Graf 2: Hráč M. N. – Grafické zobrazení procenta času stráveného v určených zónách během zápasu – soubor R .....                                  | - 52 - |
| Graf 3: Grafické zobrazení procenta času stráveného v určených zónách během zápasu – soubor K.....  | - 53 - |
| Graf 4: Hráč J. Ko. – Grafické zobrazení procenta času stráveného v určených zónách během zápasu – soubor K.....                                  | - 54 - |
| Graf 5: Grafické zobrazení procenta času stráveného v určených zónách během zápasu – soubor L .....   | - 55 - |
| Graf 6: Hráč O. K. – Grafické zobrazení procenta času stráveného v určených zónách během zápasu – soubor L .....                                  | - 56 - |
| Graf 7: Grafické zobrazení průměrných hodnot srdeční frekvence během zápasu v badmintonu u všech měřených souborů ( $\text{tep. min}^{-1}$ )..... | - 58 - |
| Graf 8: Procentuální vyjádření průměrných časů strávených jednotlivých souborů v určených zónách.....   | - 60 - |
| Graf 9: Podíl aerobního a anaerobního pásma jednotlivých souborů během zápasu   | - 62 - |

## **Seznam zkratk**

**BMI** - Body Mass Index

**EBU** - Evropská badmintonová unie

**P.Č.** - Pořadové číslo

**Soubor R** - Hráči rekreační a registrovaní do krajské úrovně

**Soubor K** - Hráči, kteří hrají krajské soutěže až po druhou ligu

**Soubor L** - Extraligoví a prvoligoví hráči

**SF** - Srdeční frekvence

**SF<sub>klid</sub>** - Klidová srdeční frekvence

**SF<sub>max</sub>** - Maximální srdeční frekvence

**SF<sub>amp</sub>** - Srdeční frekvence na úrovni anaerobního prahu ( $SF_{amp} = SF_{max} \cdot 0,9$ )

**SF<sub>utk</sub>** - Průměrná hodnota srdeční frekvence během utkání

**SF<sub>klid</sub>** - Klidová srdeční frekvence

**VO<sub>2 max</sub>** - Maximální spotřeba kyslíku

**WBF** - Mezinárodní badmintonová federace

**Z1** - Zóna vysoké až maximální intenzity (90 - 100 %)

**Z2** - Zóna střední až vysoké intenzity (80-89 %)

**Z3** - Zóna nízké až střední intenzity (70-79 %)

**Z4** - Zóna nízké intenzity (50-59 %)

**Z5** - Zóna velmi nízké intenzity (0-49 %)

# ÚVOD

Badminton patří k nejrychlejším raketovým sportům. Tento halový olympijský sport nabývá velké popularity hlavně v asijských zemích, jakými jsou Indonésie, Malajsie, Čína, Japonsko, Thajsko. V Evropě to jsou především Dánsko, Španělsko, Německo. Badminton pomáhá rozvíjet hráče po stránce fyzické, taktické, psychické a kondiční (Krajča et al., 2014). Mendrek a Novotná (2007) uvádí badminton jako 5. nejpopulárnější sport na světě, hraje ho více než 230 milionů hráčů na světě. Toto téma diplomové práce je mi blízké, protože jsem sám aktivním hráčem. Účastním se jako trenér pravidelně badmintonových kempů a soustředění pro mládež.

V diplomové práci je popsána historie, pravidla a disciplíny badmintonu. Jsou zde také uvedeny poznatky o tělesné zdatnosti, zátěži, srdeční frekvenci a jejím měření. Práce se zabývá stanovením srdeční frekvence intenzity pohybového zatížení při zápase v badmintonu u mužů hrajících na úrovni rekreační, krajské a ligové. Měření je provedeno pomocí monitoru srdeční frekvence typu sporttester od firmy Polar. Cílem práce je zjistit průměrnou hodnotu vybraných skupin a porovnat ji. Dále určit procento času stráveného v pěti zónách intenzity zatížení a vypočítat procento času stráveného v aerobním a anaerobním pásmu.

Intenzita pohybového zatížení byla již zpracována u ostatních raketových sportů (tenis, stolní tenis, squash) v rámci diplomových prací a tato práce rozšiřuje tento soubor prací.

# 1 SYNTÉZA POZNATKŮ

## 1.1 Badminton

### 1.1.1 Historie badmintonu

Badminton je sportem, který má ambice být atraktivní, moderní, akční a v poslední době zažívá velký rozmach. Stále více zájemců z řad neregistrovaných hráčů a široké veřejnosti objevuje tento sport a chce se s ním seznámit. Mnoho lidí zná badminton především jako sportovní hru provozovanou na čerstvém vzduchu, která nevyžaduje náročné prostorové ani materiální zabezpečení. Badminton je ovšem i závodním sportem a z fyziologického hlediska patří do skupiny cvičení střídavé intenzity s velmi rychlou reakcí a se schopností dlouhodobého soustředění pozornosti. V novodobé historii byl badminton zařazen také do programu letních olympijských her. Určitě i o badmintonu platí věta, kterou řekl o tenisu Fred Perry: „Tenis je usilovná dřina, hodláš-li se stát šampionem, ale báječná zábava, chceš-li si zahrát s přítelem“ (Mendrek, Novotná, 2007).

Předchůdce nynějšího badmintonu má své kořeny v kultuře jihoamerických Inků a stredoamerických Aztéků. Už před 2000 lety se zde objevovaly náznaky hry s „opeřeným míčkem“. V 7. století našeho letopočtu se v Číně hovoří o hře „Di-Dšen-Dsi“, kdy míček je odbíjen rukou nebo nohou. V Japonsku se mluví o hře „Cibane“ (14. století), v Indii o hře „Poona“. Ve Francii v 16. století to byla hra zvaná „Jeu Volant“ (Mendrek, Novotná, 2007).

Koncem 19. století přivezl do Evropy anglický důstojník, vévoda z Beaufortu indickou hru zvanou „Poona“. Tato hra je považována za přímého předchůdce badmintonu. V roce 1873 byl uspořádán první turnaj, v roce 1893 byla ustanovena v Anglii první národní asociace a stanoveny pravidla hry. První ročník dodnes nejprestižnějšího světového turnaje All England Championship, se konal v r. 1899. Tento turnaj je mezi badmintonisty považován za obdobu Wimbledonu v tenise (Krajča et al., 2014).

Mezinárodní badmintonová federace (WBF) vznikla v roce 1934 a sdružuje 156 národních svazů. Evropská badmintonová unie (EBU) vznikla ve Frankfurtu nad Mohanem v roce 1967. Jedním ze zakládajících členů bylo i tehdejší Československo.



Na Olympijských hrách se badminton představil poprvé v Barceloně v r. 1992. Badminton se hraje na všech pěti kontinentech, ke světovým velmocím patří Čína, Malajsie, Indonésie a Jižní Korea, v Evropě jsou to Dánsko, Německo, Švédsko, Anglie a Holandsko (Krajča et al., 2014).

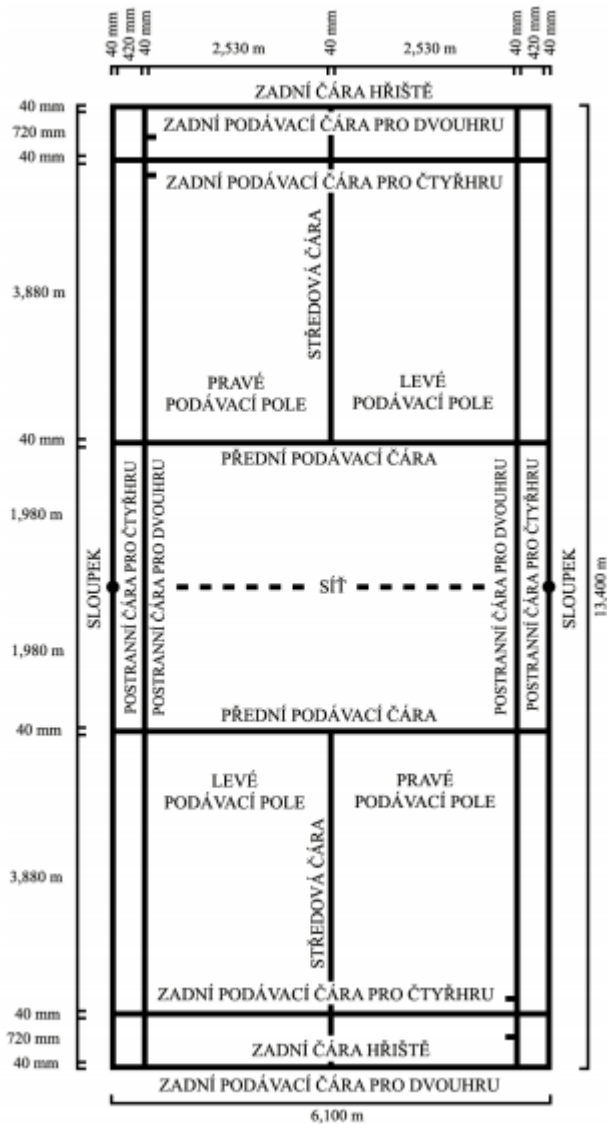
U nás se historie badmintonu začala psát v roce 1957. Popularitě a rozvoji badmintonu pomohli tehdy studenti Chandra a Ismail Laurin, kteří byli reprezentanty Indonésie a začali studovat v Praze. Zde také vznikly první oddíly TJ Spoje Praha a klub na Vysoké škole železniční. „Otcem československého badmintonu“ byl Josef R. Beneš, který jako první přeložil pravidla, byl dlouholetým trenérem, skvělým metodikem a obrovským propagátorem tohoto sportu (Krajča et al., 2014).

V současné době registruje Český badmintonový svaz přes 200 aktivních klubů (Stádník, 2016).

## **1.1.2 Vybavení, pravidla a disciplíny badmintonu**

### **Kurt a jeho vybavení**

Sportovní badminton se hraje na pravouhlém kurtu (neboli dvorci, hřišti). Dvorec je vymezen dobře viditelnými čarami pro dvouhru a čtyřhru (nejlépe žlutou a bílou barvou), které jsou součástí pole. Podrobný popis jednotlivých částí hřiště, včetně rozměrů je znázorněno na obrázku 1. Kurt rozděluje na dvě stejné poloviny síť, natažená na sloupcích u postranních čar (sloupky nesmí zasahovat do dvorce). Síť musí být zhotovena z jemné šňůry tmavé barvy a jednotné síly s oky o velikosti od 15 do 20 mm. Samotná síť musí být vysoká 760 mm a široká minimálně 6,1 m. Sloupky musí být vysoké 1,55 m měřeno od povrchu dvorce a musí zůstat kolmé při napnutí sítě dle pravidla (horní okraj sítě je vzdálen od povrchu dvorce 1,524 m. uprostřed dvorce a 1,55 m. nad postranními čarami pro čtyřhru od povrchu dvorce) (Stádník, 2006; Mendrek, Novotná, 2007; Bernaciková 2009).



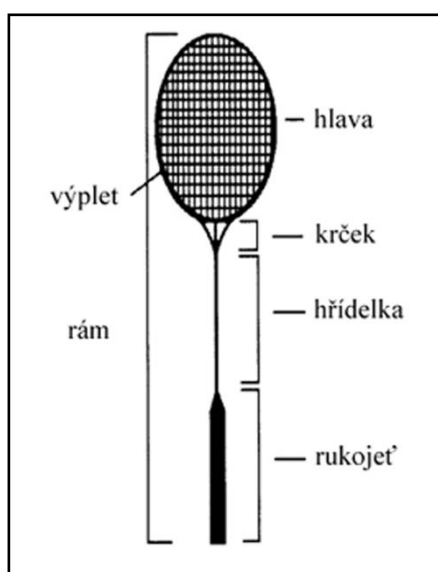
**Obrázek 1: Badmintonový kurt pro zápasy dvouher a čtyřher**  
 Zdroj: Stádník (2006)

## Míček

Pro tento specifický druh raketového sportu se používají dva základní druhy míčků. Jejich odlišnost spočívá ve volbě použitého materiálu, který je buď přírodní (míčky pérové), nebo syntetický (míčky plastové). Letové vlastnosti míčků musí být nezávisle na výběru materiálu všeobecně obdobné vlastnostem míčku zhotoveného z přírodních per s korkovou základnou pokrytou tenkou vrstvou kůže. Zejména pérové míčky se používají pro závodní badminton (Mendrek, Novotná, 2007; Stádník, 2006).

## Raketa

Nedílnou součástí hry je raketa. Její jednotlivé části jsou popsány na obrázku 2. Oproti dřívějším kovovým či dřevěným raketám se dnes používají pro jejich výrobu lehčí, trvanlivější či pevnější materiály (grafit, boron, karbon a titanová či kevlarová vlákna). Extrémně lehké rakety váží kolem 80 – 85g. Celková délka rakety musí být do 68 cm a šířka nesmí přesáhnout 23 cm. Herní výkon je ovlivněn výběrem rakety z 10 % - 15 % (Mendrek, Novotná 2007).



**Obrázek 2: Badmintonová raketa s popisem jednotlivých částí**  
Zdroj: Stádník (2006)

## Počítání

Badminton se hraje na dva vítězné sety, do 21 bodů, beze ztrát. Pokud nastane vyrovnaný stav 20:20, hra pokračuje do doby, než vítěz získá o dva body více než poražený. V případě stavu 29:29 vítězí ten, kdo první dosáhne 30 bodů (Bernaciková, 2009).

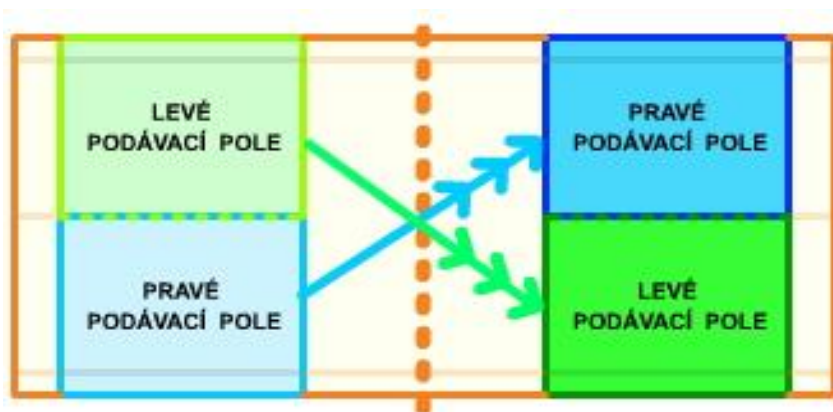
## Výměna stran a přestávky

Výměna stran nastává po 1. a 2. setu. Pokud se hraje 3. set, dochází k výměně stran, když jeden z hráčů dosáhne 11 bodů.

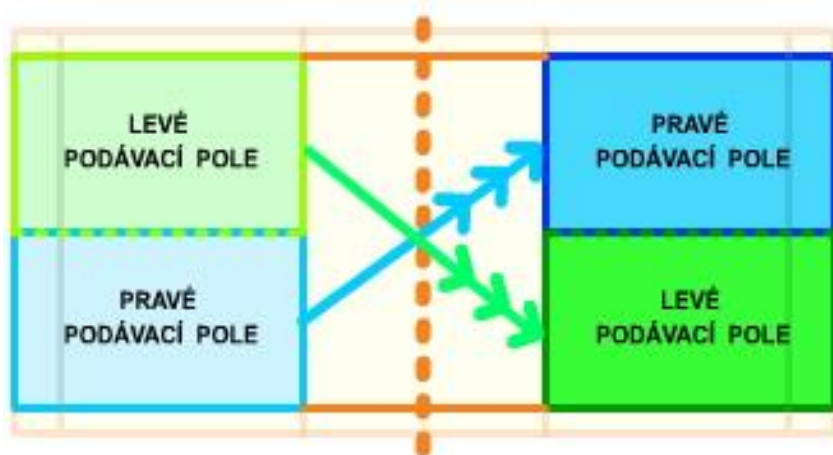
V jednotlivých setech po dosažení 11 bodů jedné strany, nastává přestávka v délce 60 s. Přestávky mezi sety trvají 120 s (Bernaciková, 2009).

## Podání

Hra při dvouhře začíná podáním z pravé strany. Podává se vždy do kříže (viz obrázek 3) Míč musí být udeřen pod úrovní pasu podávajícího hráče. Není povoleno si míč nahodit nahoru a smečovat přímo z podání. Při lichém počtu bodů se podává z levé strany. Z jedné strany se podává tak dlouho, dokud hráč vítězí ve výměně. V dalším setu podává první vítězná strana. Při čtyřhře je podání obdobné. Dle sudého a lichého počtu bodů podává stejný hráč z levé nebo pravé strany. Hráči na přijímací straně nesmí při příjmu měnit svá pole, dokud nezískají bod. Ve čtyřhře vysvětlení počítání a způsob podávání ukazuje tabulka 1, podávání znázorňuje obrázek 4 (Mendrek, Novotná 2007; Bernaciková, 2009).



**Obrázek 3: Podání ve dvouhře**  
Zdroj: Bernaciková (2009)



**Obrázek 4: Podání ve čtyřhře**  
Zdroj: Bernaciková (2009)

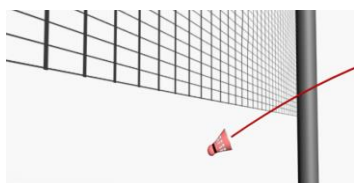
**Tabulka 1: Vysvětlení počítání a způsobu podání ve čtyřhře**

| sled akcí – vysvětlení  | skóre               | odkud se podává  | podávající a přijímající   | vítěz výměny |
|---|---------------------|--|--|--------------|
|   | 0 : 0<br>C D<br>B A | <b>Pravá</b> polovina.<br>Skóre podávající strany je <b>sudé</b> . | A podává na C.<br>A a C jsou počáteční podávající a přijímající. | A a B        |
| A a B získávají bod. A a B si vyměňují poloviny. A podává z levé poloviny kurtu. C a D zůstávají na svých polovinách.               | 1 : 0<br>C D<br>A B | <b>Levá</b> polovina.<br>Skóre podávající strany je <b>liché</b> . | A podává na D.   | C a D        |
| C a D získávají bod a též právo podávat. Nikdo nestřídá poloviny kurtu.   | 1 : 1<br>C D<br>A B | <b>Levá</b> polovina.<br>Skóre podávající strany je <b>liché</b> . | D podává na A.   | A a B        |
| A a B získávají bod a též právo podávat. Nikdo nestřídá poloviny kurtu.   | 2 : 1<br>C D<br>A B | <b>Pravá</b> polovina.<br>Skóre podávající strany je <b>sudé</b> . | B podává na C.   | C a D        |
| C a D získávají bod a též právo podávat. Nikdo nestřídá poloviny kurtu.   | 2 : 2<br>C D<br>A B | <b>Pravá</b> polovina.<br>Skóre podávající strany je <b>sudé</b> . | C podává na B.   | C a D        |
| C a D získávají bod. C a D si střídají poloviny kurtu. C podává z levé poloviny kurtu. A a B zůstávají na svých polovinách.         | 3 : 2<br>D C<br>A B | <b>Levá</b> polovina.<br>Skóre podávající strany je <b>liché</b> . | C podává na A.   | A a B        |
| A a B získávají bod a též právo podávat. Nikdo nestřídá poloviny kurtu.   | 3 : 3<br>D C<br>A B | <b>Levá</b> polovina.<br>Skóre podávající strany je <b>liché</b> . | A podává na C.   | A a B        |
| A a B získávají bod. A a B si vystřídají poloviny kurtu. A podává opět z pravé poloviny kurtu. C a D zůstávají na svých polovinách. | 4 : 3<br>D C<br>B A | <b>Pravá</b> polovina.<br>Skóre podávající strany je <b>sudé</b> . | A podává na D.   | C a D        |

Zdroj: Mendrek, Novotná (2007)

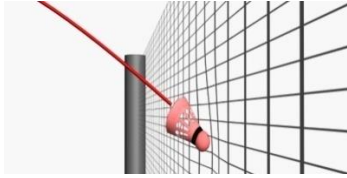
### Chyby s míčem

Na obr. 5 – 9 jsou znázorněny jednotlivé chyby při hraní včetně stručného popisu.



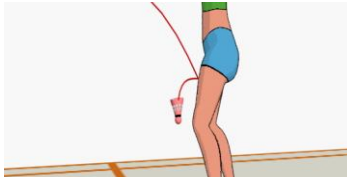
**Obrázek 5: Míč projde sítí nebo pod sítí**

Zdroj: Bernaciková (2009)



**Obrázek 6: Míč letí do sítě**

Zdroj: Bernaciková (2009)



**Obrázek 7: Míč se dotkne těla hráče**

Zdroj: Bernaciková (2009)



**Obrázek 8: Míč je udeřen na soupeřově straně**

Zdroj: Bernaciková (2009)



**Obrázek 9: Hráč se dotkne sítě tělem nebo raketou**

Zdroj: Bernaciková (2009)

K časté chybě dochází v případě, že míč letí mimo hřiště – aut. Za chybu se považuje také, když se hráč dotkne míče dvakrát za sebou (Bernaciková, 2009).

### **1.1.3 Výuka a trénink v badmintonu**

#### **Základní principy tréninku**

Jedním ze základních principů dobré sportovní přípravy je respektování individuality sportovce. Odlišně mohou být vybírány tréninkové prostředky, intenzita nebo délka tréninku. Důraz má být kladen na všeobecný rozvoj konkrétního sportovce. U začátečníků převládá z 90 % obecná příprava, kdežto vrcholový sportovec trénuje z 90 % speciálně. Trénink by měl být systematicky veden a postupně by mělo docházet k zvyšování zatížení. Tréninkové jednotky badmintonistů se uzavírají do tzv. cyklů. Největší je roční tréninkový cyklus (makrocycklus), který se dělí na čtyři tréninková období: přípravné, předzávodní, závodní a přechodné. Toto dělení není náhodné, ale mělo by vycházet z termínové listiny na danou sezónu (Krajča et al., 2014).

#### **Výuka dětí a mládeže v badmintonu**

S badmintonovou přípravou u dětí se začíná přibližně kolem 6. – 8. roku dítěte a končí v 19 letech juniorskou kategorií, následuje přechod do kategorie dospělých. Tato příprava trvá 11 – 13 let. Ať už se jedná o tréninkovou přípravu dětí ve sportovních klubech nebo o zařazení badmintonové výuky ve školách, vždy je zapotřebí přizpůsobit badminton věku dítěte a jeho individuálním potřebám, které se mohou z hlediska vývojové úrovně lišit. Zde jsou stručně uvedeny vývojové charakteristiky třech základních věkových skupin (mladší školní věk, starší školní věk a dorostový věk) a z toho vyplývající doporučení pro výuku badmintonu (Mendrek, Novotná, 2007).

Mladším školním věkem se označuje období 6 – 11 let (případně až 12 let). Po anatomické stránce se dítě nachází v období plynulého růstu všech orgánů, zvyšuje se celková odolnost dětského organismu. Nutno upozornit, že kostra ještě není zdaleka vyvinutá, včetně zakřivení páteře a s tím související správné držení těla. Z hlediska osobnosti a chování bývá dítě v tomto věku impulzivní, typická je problémovost s dlouhodobým soustředěním. Se vstupem do školy přicházejí nové kamarádké vztahy, vyvíjení smyslu pro čest, plynulé přibývání nových vědomostí. K abstraktnímu vnímání dochází až na konci tohoto období. Dítě by však mělo být psychicky i fyzicky dostatečně vyvinuto pro osvojování pohybových dovedností různého druhu (obratnost, rychlost), hovoří se o tzv. zlatém období, tj. nej příznivějších učebních letech. Pohyb působí dítěti

radost, je v tomto období velmi hravé a soutěživé. Trenér (učitel) je pro děti velkou autoritou. Dítě snadno přijímá názory druhých, lze ho vhodně usměrňovat a postupně přivádět od spontánního pohybu k pravidelné sportovní přípravě. Důraz je nutno klást na herní princip. Děti je třeba nadchnout a zaujmout za pomoci pestrých a nestereotypních činností. Děti se postupně učí základní techniky úderů, tzn. držení rakety, střehové postavení. Učí se práci (pohybu) nohou, základním taktickým zásadám a badmintonovým pravidlům. Polovina tréninku či výuky by se měla věnovat badmintonové hře, druhá polovina by měla být vyhrazena ostatním sportovním aktivitám vedoucím k celkovému rozvoji. Výkon by v žádném případě neměl být hlavním záměrem, je to pouze perspektivní a vzdálený cíl. V tomto období je nejdůležitější vypěstování kladného vztahu k tréninku a sportu vůbec. V oblasti tělesné přípravy se pracuje na aerobním vytrvalostním tréninku, ale pouze v mírné intenzitě. Anaerobní trénink v tomto věku není vhodný (Mendrek, Novotná, 2007).

Starší školní věk nastává v rozmezí 11 – 15 let dítěte. Jedná se o období puberty, vyznačující se četnými nerovnoměrnými biologickými změnami. Mění se hmotnost a výška těla. Tyto změny souvisí s menšími problémy koordinace (klátivost, neohrabanost). Avšak dochází k vzestupu výkonnosti, zvětšují se rozdíly mezi chlapci a děvčaty. Po rozumové stránce se u dítěte rozvíjí logické a abstraktní myšlení, paměť, rozumové zdůvodňování. Soustředit se jedinec vydrží déle. Typická je však pro toto období náladovost, usilování o samostatnost, zaujímání vlastního názorového postoje, orientace na sebe, kritičnost vůči okolí, prohlubuje se citový život. V tomto období je zapotřebí, aby byl přístup pedagoga či trenéra taktí a diskrétní. Rozhodně by z jejich strany nemělo docházet k přehlížení nebo vytýkání nedostatků před veřejností. Pedagog by měl být příkladem, místo přílišné autoritativnosti by měl zaujímat role „staršího zkušenějšího přítele“ charakteristický svoji otevřeností a pochopením. Vytváří se vztah ke sportu nejen jako ke hře, ale i jako k povinnosti, chce-li hráč výkonnostně něčeho dosáhnout. V tomto období hraje důležitou roli v badmintonu správná práce a korekce náviku úderové techniky. Mimořádná pozornost se věnuje z hlediska sportovní přípravy například „herní inteligenci“ (taktické zásady), dítě se vede k vlastní zodpovědnosti za dodržování tréninkových zásad (sami se rozcvičit). K tomuto období již patří začátek anaerobního vytrvalostního tréninku (rychlostní vytrvalost) i počátek posilovacího cvičení s možným mírným závažím. Zhruba v druhé polovině tohoto období se již přechází ze základní etapy do specializovaného tréninku. Upevňuje se technika i ve



složitějších situacích. Zvyšuje se objem i intenzita tréninku. Všestrannost by však z tréninku neměla vymizet (Mendrek, Novotná, 2007).

Za dorostový věk se považuje období přibližně 15 – 18 let. Dochází k vyrovnání pubertálních nesrovnalostí, dokončování růstu a vývoje a k plnému rozvoji a výkonnosti všech orgánů na konci období. Jedinec již disponuje vysokou úrovní abstraktního myšlení a logického usuzování. Měl by být schopen chápat nejsložitější pojmy. Zájmy a potřeby se v tomto věku ustalují, dřívější nestálost a vznětlivost se vytrácí. Koncem dorostového věku, v období maximální trénovanosti, dochází k rozvoji veškerých pohybových schopností. V tomto období se pokračuje k trvalému vedení svěřence k samostatnosti a současně odpovědnosti za jednání, důležitý je vliv kolektivu. Z hlediska badmintonu se zaměřuje pozornost na učení „pokročilých“ úderů neboli vyšší školy techniky (například klamavé údery). Učí se novým taktickým dovednostem (například ve smíšené čtyřhře čtení hry soupeře). Sportovní trénink je zaměřen na speciální aerobní a anaerobní trénink, posilovací trénink se závažím, specializaci v úderové technice a v práci pohybu nohou (Mendrek, Novotná, 2007).

## **1.2 Tělesná zdatnost**

Tělesná zdatnost je definována jako schopnost přiměřeně reagovat na vliv zevního prostředí, jako je například tělesná zátěž, teplo, chlad a podobně, v užším slova smyslu znamená adaptaci na tělesnou zátěž. Výkonnost spočívá ve schopnosti podávat měřitelný výkon v určité pohybové oblasti nebo sportovním odvětví (Máček, Radvanský, 2011). Tělesnou zdatnost můžeme rozdělit na zdravotně orientovanou a výkonově orientovanou. Zdravotně orientovaná zdatnost je definována jako zdatnost ovlivňující zdravotní stav působící preventivně na zdravotní problémy spojené s hypokinézou (pohybovou nečinností). Výkonostně orientovaná zdatnost podmiňuje pohybové výkony ve sportovních specializacích. Optimální zdatnost představuje nezbytný předpoklad pro účelné fungování lidského organismu (Bunc, 1995; Suchomel, 2015).

### 1.2.1 Zdravotně orientovaná zdatnost

Pro hodnocení úrovně zdravotně orientované zdatnosti posuzujeme tři základní skupiny faktorů:

Strukturální - složení těla, hmotnost, výška

Funkční - kardiorespirační zdatnost (aerobní zdatnost), svalová zdatnost, flexibilita (pohyblivost v kloubně-svalových jednotkách)

Držení těla v základních posturálních polohách a kvalitu základních pohybových stereotypů (Zítko, 2003).

#### Strukturální faktory tělesné zdatnosti

Do těchto faktorů řadíme tělesnou výšku a hmotnost. Poměr hmotnosti a výšky ukazuje BMI (Body Mass Index, Queteleťev-Kaupův-Gouldův index), což je jeden z nejznámějších z hmotnostně výškových indexů.

$$\text{BMI} = \frac{\text{hmotnost}}{\text{výška}^2}$$

Vypovídá pouze o vztahu tělesné hmotnosti k tělesné výšce, ale nezohledňuje množství svalové nebo tukové hmoty. Je vhodný pro hodnocení optimální tělesné hmotnosti u běžné dospělé populace. Pro hodnocení sportovní populace je vhodnější použít percentilové grafy pro tělesnou výšku a tělesnou hmotnost (Pastucha, 2014). Udržování správného tělesného složení je důležité z hlediska prevence výskytu obezity i lepšího rozvoje tělesné zdatnosti a její složek (Suchomel, 2006).

#### Funkční faktory tělesné zdatnosti

##### Aerobní zdatnost

Aerobní zdatnost neboli kardiopulmonální výkonnost se získává tréninkem zvyšujícím  $\text{VO}_2\text{max}$ , což znamená aerobním tréninkem. V rámci tohoto tréninku se převážná část energie pro svalovou práci získává za přísunu kyslíku. Cílem těchto aktivit je získat specifické adaptační změny organismu. Adaptace na vytrvalostní pohybovou zátěž probíhá na úrovni kardiovaskulárního, dýchacího, pohybového, metabolického

a psychosomatického systému. Soubor těchto mechanismů v praxi nazýváme trénovanost (Zítko, 2003; Máček, Radvanský, 2011).

### Svalová zdatnost

Silové schopnosti jsou definovány jako „schopnost překonávat odpor vnějšího prostředí pomocí svalového úsilí (Měkota, Novodas, 2005). Statická síla vzniká tzv. izometrickou kontrakcí, kdy se nemění vzdálenost mezi počátkem a úponem svalu. Pokud dochází ke změně této vzdálenosti, mluvíme o síle dynamické. Pokud dojde k přiblížení svalových úponů, jedná se o koncentrickou kontrakci, pokud dochází k oddálení, vzniká kontrakce excentrická (Jančík et al., 2006).

### Flexibilita

Flexibilita (kloubní pohyblivost) je motorická schopnost uskutečnit pohyb v patřičném rozsahu, o plné amplitudě. Flexibilitu determinují dědičné dispozice, avšak ve značné míře ji ovlivňuje i pohybová činnost. Kloubní pohyblivost - rozsah pohybu je nejvíce omezen kloubním pouzdrům (47%), dále svalstvem (41%), šlachou (10%), ale i kůží (2%). Pohyblivost se dělí do několika skupin (všeobecná – speciální, aktivní – pasivní, dynamická – statická). Všeobecná pohyblivost se soustřeďuje na pohyblivost ve třech velkých kloubních systémech ramene, kyčlí a páteře. Aktivní pohyblivost lze definovat jako největší možnou amplitudu pohybu v jednom kloubu, může být realizována svalovou kontrakcí vnitřních sil. Oproti aktivní pohyblivosti se pasivní pohyblivost může uskutečnit svalovou kontrakcí vnějších sil (Šteflová, 2014). Dostatečná úroveň flexibility zvyšuje možnost efektivního motorického učení různých motorických dovedností, zajišťuje větší ekonomičnost pohybů a menší riziko postižení či zranění. Celkově vede k bezproblémovému provedení pohybových aktivit v každodenním životě (Suchomel in Šteflová, 2014).

## **Držení těla v základních posturálních polohách a kvalitu základních pohybových stereotypů**

Studujeme-li pohyb či sportovní zátěž, měli bychom hodnotit všechny složky, které se na pohybu a jeho řízení podílejí. Sportovní výkon nepředurčuje pouze svalová síla, ale i další podstatné faktory, mezi zásadní patří i postura sportujícího jedince. Postura je chápána jako aktivní držení pohybových segmentů těla proti působením zevních sil, ze kterých má v běžném životě největší význam síla tíhová. Postura však není synonymem vzpřímeného stoje nebo sedu, ale je součástí jakékoli polohy a především každého pohybu. Rozfázujeme-li si jakkoliv pohyb, dostaneme krátké časové úseky daného pohybu jakési zmrzlé fáze (viz obrázek 10), z kterých je možné odvodit držení. Jde o postavení v kloubech při „poloze nepohybu během pohybu“. Základním rysem ideální postury je takové postavení kloubů, při kterém dochází k rovnoměrnému rozložení biomechanických sil působících na kloubní plochy. Z pohledu globálnějšího je považována za ideální posturu situace, kdy postavení páteře, pánve a hrudníku dovoluje optimální zatížení při fázickém pohybu končetiny. Posturální zátěž při sportovních aktivitách může mít své morfologické důsledky. Tento nálezný v oblasti páteře a celého hybného systému je potřeba posuzovat komplexně i v kontextu zhodnocení funkce svalu. Při funkčním vyšetření nesmí zůstat stranou hodnocení stabilizační funkce svalů, která odráží funkci centrální nervové soustavy.

Optimální pohybový vzor snižuje i pravděpodobnost mikrotraumat a riziko přetížení, struktur typicky problémových pro daný sport. Jednoduché zhodnocení a screening posturální aktivity napoví, jaký možný dopad na morfologii jedince bude mít zátěž, která vzniká při pohybových či sportovních aktivitách. Pomůže také při rozhodnutí, zda-li je pro daného jedince vhodnější sportovní zátěž spíše rekreačního charakteru než vrcholové úrovně. Při složitějších kineziologických analýzách je doporučena interdisciplinární spolupráce tělovýchovného lékaře, fyzioterapeuta a trenéra. Taková spolupráce může zmírnit negativní dopad nadměrné a nevhodné zátěže na vyvíjející se dětský organismus, vhodně přizpůsobit metodiku tréninku a zlepšit sportovní výkon (Kolář et al., 2009; Kolář, Šafářová in. Máček, Radvanský, 2011).



**Obrázek 10: Ukázka zmrzlé fáze pohybu při badmintonové smeči**

Zdroj: Vlastní album autora (hala TUL v Liberci, 20. 4. 2015)

### **1.2.2 Výkonnostně orientovaná tělesná zdatnost**

Výkonnostně orientovaná zdatnost je předpokladem pro podávání maximálního pracovního či sportovního výkonu. Uplatňuje se ve sportovních soutěžích, ve výkonových testech a při pracovních výkonech. Má omezenou souvislost se zdravím (Suchomel, 2006). Sportovní výkonnost znamená dispozici podávat určitý výkon či opakovaně podávat určitý výkon na poměrně stabilní úrovni. Trénink je dlouhodobý proces, který rozvíjí vrozené pohybové schopnosti, získané dovednosti a funkční kapacity jedince. Pohybové schopnosti (síla, rychlost, vytrvalost a obratnost) jsou ovlivněny geneticky (Pastucha, 2014).

Pohyby lze dělit na aktivní a pasivní, při sportovní činnosti převládají pohyby aktivní, které lze rozdělit na statickou činnost a dynamickou činnost – oba tyto druhy tvoří základní charakteristiky pohybových vlastností. Každý sport vyžaduje, aby pohybové vlastnosti tvořily pro ně specificky harmonický komplex. Nesprávná pohybová

aktivita může mít neblahé následky. Základním fyziologickým principem je, že intenzita zátěže je přímo úměrná fyzické zdatnosti (Vilikus et al., 2004).

Cvičení je opakování určitých pohybů, zlepšují funkční schopnosti organismu. Trénink je opakování určitých pohybů s cílem dosažení zvýšené výkonnosti, mění i anatomickou strukturu orgánů, což zpětně působí na další ovlivnění funkcí. Rozdíl mezi cvičením a tréninkem je způsoben odlišnou intenzitou, četností opakování, velikostí dávek pohybové činnosti. Tréninkový proces musí respektovat základní zásady: přiměřenost (musí odpovídat schopnostem jedince podle věku, pohlaví, aktuální zdatnosti a stavu zdraví), postupnost (úměrné zvyšování zatížení), soustavnost (soustavné opakování a zvyšování tréninkových dávek) (Vilikus et al., 2004).

Sportovní trénink je proces systematického rozvoje jednotlivých složek v závislosti na době trvání sportovní přípravy, který směřuje k dosažení maximální výkonnosti ve zvolené sportovní disciplíně. Obsah sportovního tréninku tvoří jednotlivé klíčové oblasti, které představují složky sportovního tréninku. Kondiční složka je obecně zaměřena na rozvoj pohybových schopností. Technická složka se pomocí motorického učení zaměřuje na osvojování pohybových (sportovních dovedností). Taktická složka je zaměřena na osvojení a následný rozvoj způsobů účelného vedení při zápase či závodu. Psychologická složka kultivuje osobnost sportovce (Zahradník, Korvas, 2012).

### **1.3 Srdeční frekvence a využití jejího monitorování při sportu**

#### **1.3.1 Srdeční frekvence**

Srdeční frekvence (tepová frekvence) je počet tepů (stahů) srdce udávaný obvykle za jednu minutu (Vokurka, Hugo, 2009). Jedná se o nejsnáze měřitelný parametr, který nepřímě svědčí o dynamice srdečního výdeje v zátěži. (Kučera et al., 1999). Zjišťuje se několika metodami, například v rámci laboratorního zátěžového vyšetření spiroergometrickými ukazateli - sledováním kardiometru nebo na elektrokardiogramu (EKG). Tepovou frekvenci lze určit i palpačně nebo auskultačně (poslechem), ale s rizikem chyby. Riziko stoupá s vyšší zátěží (zvuky způsobené hyperventilací ruší poslech, pohyby pacienta ruší palpační měření). Hodnotu dosažené tepové frekvence ovlivňuje věk, zdravotní stav, kondice, pozice těla při cvičení a typ

cvičení. Rozlišuje se maximální a klidová tepová frekvence (Pastucha et al., 2014; Vilikus et al., 2004).

### **Maximální srdeční frekvence**

Maximální srdeční frekvence ( $SF_{\max}$ ) je nejvyšší tepová frekvence. Maximální tepová frekvence nezávisí na tělesné zdatnosti. Srdeční frekvence v lehké a střední intenzitě dynamické zátěže je nepřímo úměrná zdatnosti za předpokladu, že maximální tepová frekvence je prokazatelně v pásmu normálních hodnot. V případě nižší zátěže se do ní mohou více promítat i psychogenní vlivy a životní styl. Měří se v okamžiku ukončení zátěže pro subjektivní pocit vyčerpání. Hodnotu maximální tepové frekvence lze zjistit například laboratorním vyšetřením za pomoci elektrokardiogramu (EKG). Pro orientační zjištění se odvozuje ze vzorce, platného pro maximální intenzitu běhu: průměrná hodnota  $SF_{\max} = 220 - \text{věk}$  (Kučera et al., 1999, s. 168).

### **Klidová tepová frekvence**

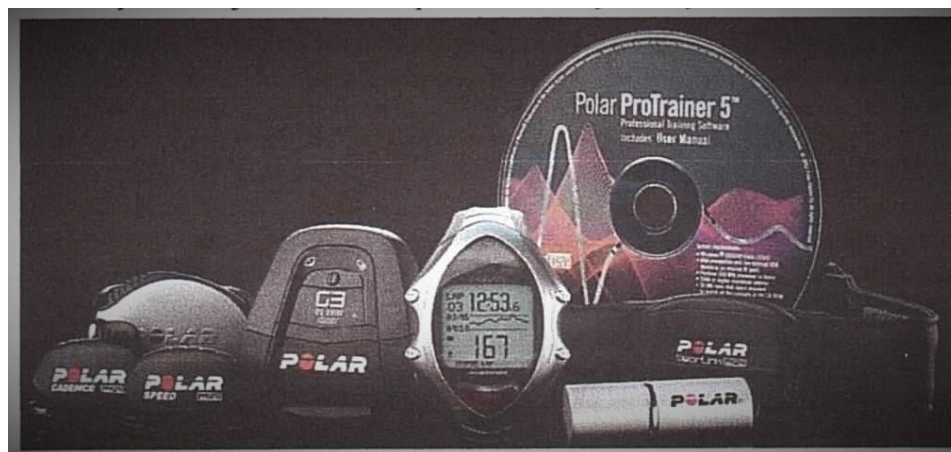
Klidovou srdeční frekvenci ( $SF_{\text{klid}}$ ) lze definovat jako tepovou frekvenci jedince v klidu. Optimální měření nastává ráno po probuzení (Pastucha et al., 2014). Klidová tepová frekvence u dospělého člověka se pohybuje v rozmezí 60 – 90 úderů za minutu. U sportovců bývá nižší – tzv. klidová bradykardie (Vokurka, Hugo, 2009). Jedná se v podstatě o úsporné opatření. Pravidelný trénink mění rovnováhu mezi sympatickým a parasympatickým vegetativním systémem tak, že se nejprve zvyšuje aktivita parasympatiky a klesá sympatika (Máček, Radvanský, 2011).

#### **1.3.2 Monitoring srdeční frekvence**

K monitorování srdeční frekvence dobře poslouží sporttester v našem případě Sporttester Polar RS800CX. Jedná se o zařízení, které měří srdeční frekvenci. Snímá měnící se napětí srdečního svalu prostřednictvím elektrod, které jsou umístěny v hrudním pásu a bezdrátově ho přenáší do záznamového zařízení nejčastěji v podobě hodinek. Data naměřená z přijímače se dají přes interface přenést infračerveným paprskem do počítače.

Ve speciálním programu je můžeme statisticky a graficky zpracovat a sledovat kvalitu jednotlivých tréninkových jednotek. Celý systém se skládá ze tří částí: Hrudní pás s baterií (vysílač), záznamové a zobrazovací zařízení (přijímač ve formě hodinek), software a uživatelské programování v PC (viz obrázek 11).

Existuje na trhu mnoho výrobců a značek. Jednotlivé přístroje se od sebe liší nespočetnými funkcemi od pouhého zobrazení tepové frekvence přes volitelné alarmy při tepové frekvenci mimo tréninkové rozmezí, informacemi o časech strávených v jednotlivých tréninkových intenzitách, až po dlouhodobý tepový profil. Sporttester může komunikovat s měřičem silového výkonu powermeter a s GPS (Global Positioning System). Hlavní funkcí sporttesteru je řízení tréninkového procesu a diagnostika výkonu. Ve sporttesteru lze nastavit hraniční hodnoty srdeční frekvence pro různé fáze tréninku. Z hlediska využití sporttesteru při sledování zatížení patří právě srdeční frekvence mezi základní parametry. Srdeční frekvence je reprezentativní veličinou pro posouzení zatížení oběhového systému. Srdeční frekvence reaguje na změny, které souvisejí s aktuálním zatížením organismu. Ve sportu se monitory tepové frekvence uplatňují při systematickém náročném tréninku v terénu nejvíce u aktivit dynamického charakteru (Vilikus et al., 2004; Máček, Radvanský, 2011; Hřebíčková, 2014; Neumann in Hřebíčková, 2014).



**Obrázek 11: Sporttester Polar RS800CX**

Zdroj: Svoboda (2012)



### 1.3.3 Zóny intenzity tělesného zatížení

Intenzitu zatížení vlivem jakékoliv pohybové aktivity či sportovního výkonu lze monitorovat pomocí tepové frekvence. Na základě tohoto poznatku se běžně pracuje s tzv. zónami zatížení (či pracovní pásma). Odlišnost jednotlivých zón spočívá v rozdílnosti zapojení orgánů do krytí zvýšených energetických potřeb, a to se odráží do rozdílných hodnot tepové frekvence. Pro tuto diplomovou práci byl vybrán systém pěti zón. Toto rozdělení zátěžových zón nabízí přímo nastavení „sport zones“, u zařízení typu sporttester Polar RS800CX, na kterém se zrealizovala jednotlivá měření pro praktickou část. Pro každé pásmo je specifická jak hodnota tepové frekvence, tak i intenzita dané činnosti. Základem pro výpočet těchto hodnot srdeční frekvence je hodnota maximální tepové frekvence, která představuje 100 % (Dýrová, Lepková, 2008; Svoboda, 2012).

**Zde jsou uvedeny stručné charakteristiky jednotlivých zátěžových zón:**

#### **Zóna maximální intenzity (Z1)**

Zóna maximální intenzity je hojně využívána zdatnými a velmi dobře trénovanými osobami. Jedná se o pásmo „závodní“, kde se dosahuje téměř nebo zcela maximální tepové frekvence, tj. 90 – 100 %. Sportovec přesahuje svoji úroveň anaerobního prahu. Z hlediska tréninkového efektu dochází k tonizaci nervosvalového systému. Lze dospět ke zvyšování maximálních rychlostních dispozic (Dýrová, Lepková, 2008; Svoboda, 2012).

#### **Zóna vysoké intenzity (Z2)**

V Pásmu pro „zvyšování kondice“ se dosahuje tepové frekvence 80 – 89 %. Z hlediska tréninkového efektu je charakteristická vyšší odolnost vůči anaerobním stavům. Dosahuje se lepší úrovně zejména rychlostní vytrvalosti. Toto pásmo se často využívá například pro intervalový trénink, jehož cílem je rozvoj schopnosti rychlého zotavení organismu po předešlé zátěži. Tepová frekvence se v intervalu odpočinku pohybuje kolem 65 % maximální tepové frekvence, při zátěži se jedná o hodnotu až 90 %  $SF_{max}$ . Dále se v zóně vysoké intenzity pracuje v tělesné zátěži pohybující se na úrovni anaerobního prahu. Využívá se v ní rovnováhy mezi tvorbou a odbouráváním

laktátu, tudíž je velmi důležitá práce s tepovou frekvencí (s diferencí 5 tepů), aby nedošlo k zakyselení organismu (Dýrová, Lepková, 2008; Svoboda, 2012).

### **Zóna střední intenzity (Z3)**

Tepové frekvence se v zóně střední intenzity (pásmu „udržení kondice“) dosahuje od 70 % do 79 % z  $SF_{max}$ . Pohybová činnost v tomto pásmu již zvyšuje aerobní výkonnost a zlepšuje krevní oběh. Při této tepové frekvenci dochází k optimálnímu zatěžování srdce. Toto pásmo se nedoporučuje pro redukci hmotnosti, jelikož jsou v něm spalovány hlavně zásoby glykogenu (jaterní či svalový polysacharid, ve kterém je uložena glukóza) (Dýrová, Lepková, 2008; Svoboda, 2012).

### **Zóna lehké intenzity (Z4)**

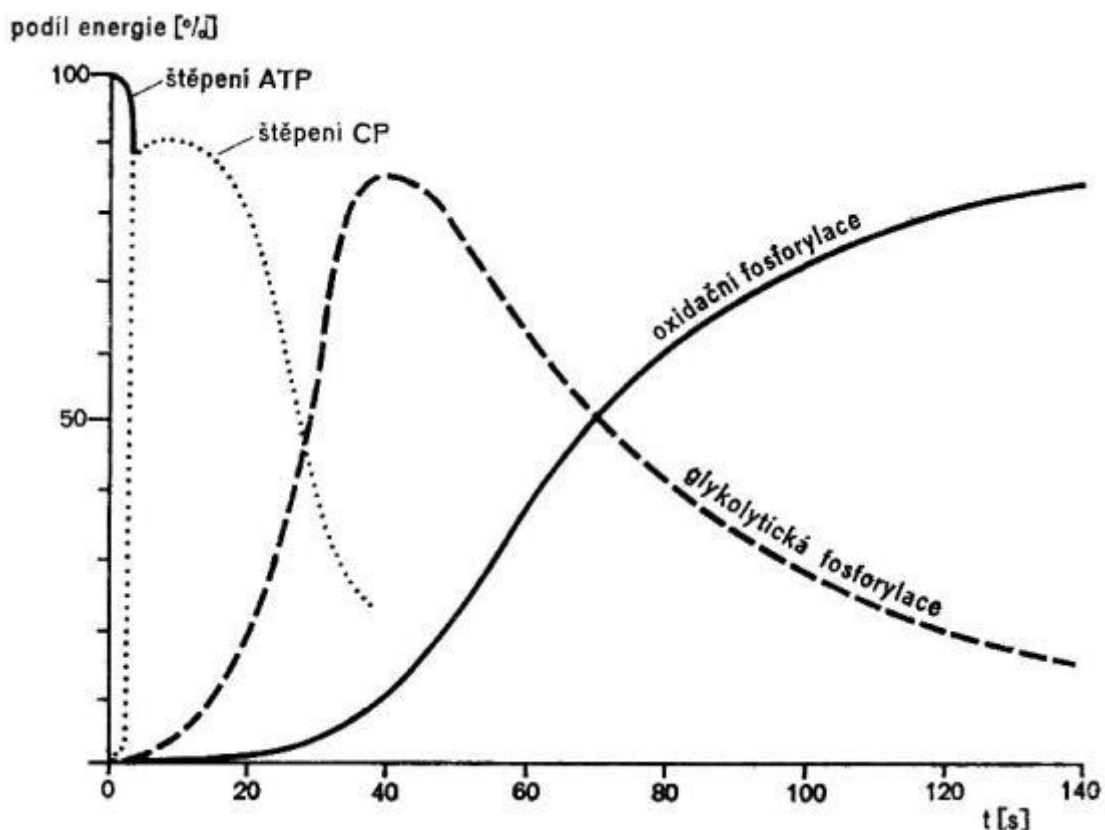
Tepová frekvence lehké intenzity se nachází v rozmezí 60 – 69 % z maximální tepové frekvence. Toto pásmo se v současné době hodně využívá, jelikož je považováno za pásmo „redukce hmotnosti“. Zlepšuje látkovou výměnu, zefektivňuje zapojení energetických systémů, protože při intenzitě tohoto cvičení dochází k uvolňování energie z tukových zásob. Podobně jako pásmo velmi lehké intenzity zátěže (Z5) umožňuje cvičit po dlouhou dobu bez nepříjemných pocitů s projevy abnormální únavy. Zároveň funguje jako příprava organismu na vyšší zátěž (Dýrová, Lepková, 2008; Svoboda, 2012).

### **Zóna velmi lehké intenzity (Z5)**

Hodnota tepové frekvence se pohybuje v rozmezí 50 – 59 % z maximální tepové frekvence. Cvičení v tomto pásmu má charakter pohybu s nízkou intenzitou, kdy je ještě prokazatelný pozitivní přínos pro zdraví, proto je nazýváno jako pásmo „pohybu pro zdraví“. Dovoluje jedinci pohyb provádět po dlouhou dobu. Zóna se doporučuje osobám, které delší dobu necvičily či pro návrat postupného získání ztracené zdatnosti. Zónu nízké intenzity běžně zařazují i výkonnostní sportovci, jelikož přispívá k urychlení regenerace po předcházejícím náročném zatížení organismu, jakým je například závod či náročný trénink (Dýrová, Lepková, 2008; Svoboda, 2012).

## 1.4 Aerobní a anaerobní zatížení

Energie potřebná pro funkci svalových vláken vzniká štěpením adenosintrifosfátů (ATP). Energie k resyntéze (ATP) se získává buď oxidativní nebo glykolytickou fosforylací substrátu, který tvoří především volné mastné kyseliny nebo glukózu. Glykolytický způsob uvolňování energie (nazývaný též anaerobní) je velmi rychlý, a uplatňuje se proto při krátkých intenzivních zátěžích zhruba do 1 – 2 minut. Meziproduktem tohoto způsobu je tvorba laktátu. Oxidativní fosforylace (aerobní) probíhá pomaleji. Tento způsob se uplatňuje při dlouhodobějších vytrvalostních výkonech. Jeho vyšší výkonost je limitována časovou schopností transportního systému (oběhu a dýchání) dodat co nejekonomičtější formou co největší množství kyslíku. Schematicky ukazuje obr. 12 (Máček, Vávra, 1988; Máček, Radvanský, 2011).



**Obrázek 12: Schéma časového uplatnění energetických zdrojů na začátku zátěže**  
V prvních sekundách se štěpí zásoby ATP a CP, současně pak na krátkou dobu asi 60 s nastupuje glykolytická fosforylace a současně se postupně rozvíjí oxidativní fosforylace, přesný čas ovlivňuje intenzita a trénovanost.  
Zdroj: Máček, Radvanský (2011)

Anaerobní nebo laktátový (AP) je takový stupeň zátěže, kdy je v rovnováze odbourávání a tvorba laktátu. V laboratoři se spíše stanovuje ventilační anaerobní práh, kdy vlivem vzrůstající acidózy nelineárně vzrůstá minutová plicní ventilace ku spotřebě kyslíku. Ventilační anaerobní práh lze určit ze stoupající zátěže, kdy jsou kontinuálně sledovány ventilační parametry. Hodnotu anaerobního prahu je třeba vždy přenést do použitelné podoby, tedy nejlépe do hodnoty srdeční frekvence. Trénink v oblasti anaerobního prahu přináší největší rozvoj aerobních schopností. Překročením intenzitou zátěže anaerobního prahu dojde k ochranné fyziologické únavě během desítek sekund až několika minut, zatímco při intenzitách zátěže pod anaerobní práh nastává únava podstatně později (Máček, Radvanský, 2011).

Anaerobní trénink vede ke zvýšení adaptace pro krátké výkony, které trvají do 60 s, dochází ke zvýšení zásob a rychlosti regenerace ATP. Jedná se o krátké a rychlé intenzivní zátěže v trvání 5-10 s, mezi které jsou vkládány přestávky v délce 30-60 s (regenerace ATP), jedná se o intervalový trénink. Při něm roste obratnost, flexibilita dochází ke zvýšení svalové síly, zvyšuje se enzymatická kapacita rychlých svalových vláken, která hypertrofují, stoupá schopnost odolávat vyšší kumulaci laktátu. Po několika měsících tohoto tréninku je pozorován vzestup ATP ve svalu o 100 % (Pastucha, 2014).

Aerobní trénink zvyšuje objem mitochondrií a enzymatickou kapacitu aerobních enzymů při oxidativní fosforylaci o 100 %, zvyšuje se spotřeba kyslíku, kterou je enzymatické uvolňování energie schopno využít, stoupá využití oxidativní fosforylace až na 80 – 90 %  $VO_2max$ , zvyšuje se obsah myoglobinu ve svalových vláknech. Dále se zvyšuje schopnost svalů při dlouhodobé zátěži mobilizovat a oxidovat tuk. Spalování tuků začíná u trénovaných dříve a probíhá i při vyšších intenzitách zátěže než u netrénovaných. Zvyšuje se počet tzv. pomalých svalových vláken. Existují různé formy tohoto tréninku například intervalový s dlouhými úseky zátěže nebo kontinuální rovnoměrným tempem v intenzitě 60 – 80 %  $VO_2max$  nebo jejich kombinace (Pastucha, 2014).

## 1.5 Specifika tělesné zátěže při badmintonu

### Faktory badmintonového výkonu

Na badmintonovém výkonu se podílí mnoho faktorů. Dle Bernacikové et al. (2010) se jedná o kondiční faktory, somatické a technické, dále psychické, taktické a ostatní.

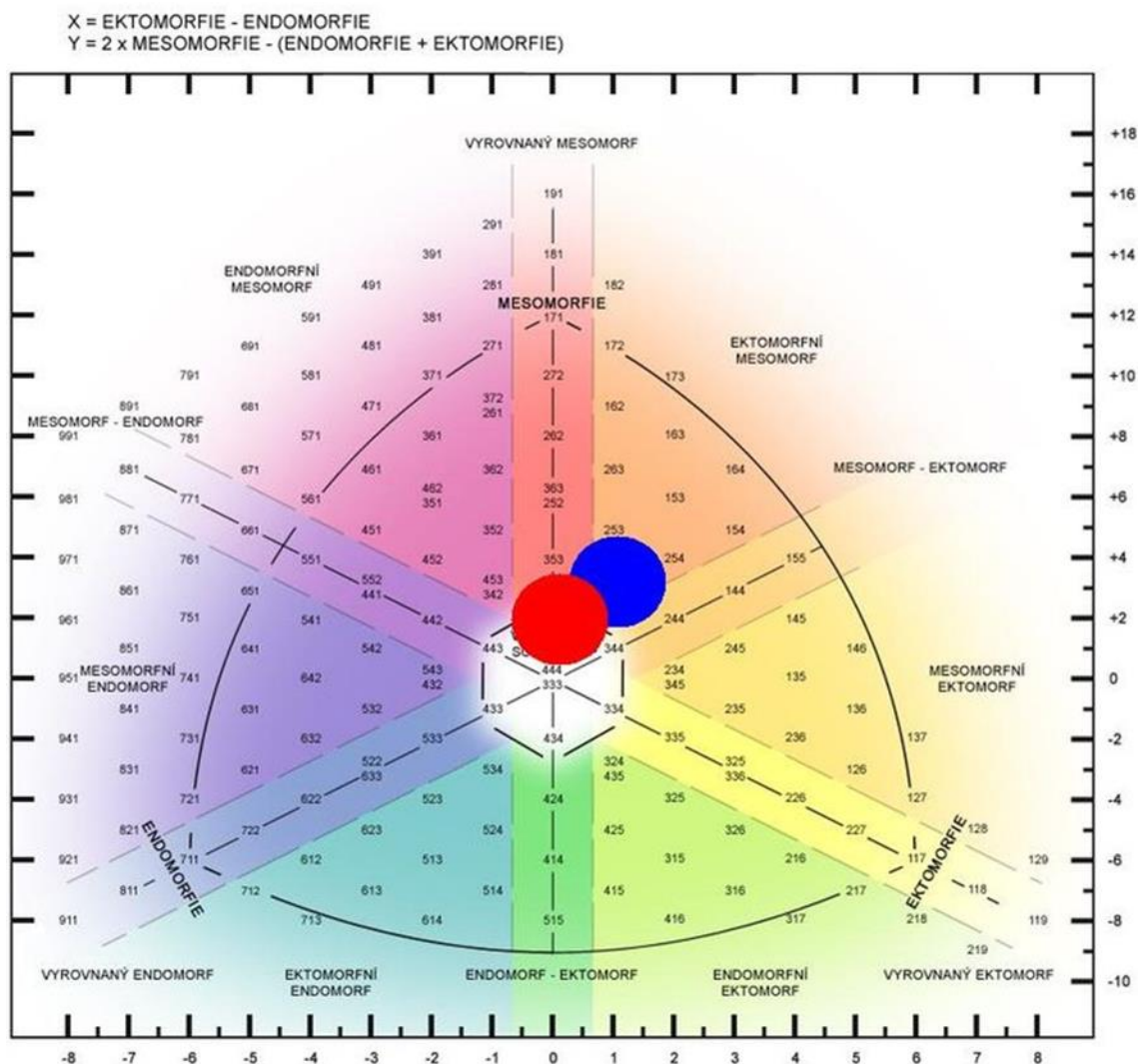
Kondiční faktory zahrnují rychlost (akční, reakční), schopnost vykonávat pohyby s maximální intenzitou v minimálním čase. Dalším kondičním faktorem je síla (explozivní, neboli výbušná), schopnost překonávat vnější odpor svalovým úsilím. Při badmintonové hře je důležitá vytrvalost (aerobní, anaerobní), vykonávání pohybové činnosti delší dobu, aniž by se snížila její intenzita. Důležitou roli hraje koordinace (orientační, diferenciační, synaptická a adaptační) neboli účelné zharmonizování pohybů jednotlivých částí těla. Z hlediska flexibility se nejvíce uplatňuje schopnost vykonávat pohyby kyčelního a ramenního kloubu ve velkém rozsahu (Bernaciková et al., 2010).

Z hlediska somatických faktorů se na badmintonovém výkonu významně podílí mezomorfní složka somatotypu (stupeň rozvoje svalstva a kostry). Byl vytvořen somatograf top dvaceti nejlepších hráčů badmintonu podle světového žebříčku z června roku 2010 (viz tabulka 2 a obrázek 13) (Bernaciková et al., 2010).

**Tabulka 2: Somatická charakteristika top 20 hráčů badmintonu z roku 2010**

| SOMATICKÝ PARAMETR |      | MUŽI       | ŽENY       |
|--------------------|------|------------|------------|
| Tělesná výška      | [cm] | 178<br>180 | 165<br>172 |
| Hmotnost           | [kg] | 74<br>70   | 58<br>60   |
| Procento tuku      | [%]  | pod10      | pod19      |
| Somatotyp          |      | 2-4-3      | 3-4-3      |

Zdroj: Bernaciková et al. (2010)



**Obrázek 13: Somatograf badmintonistů (modře-muži, červeně-ženy)**

Zdroj: Bernaciková et al. (2010)

Technické faktory hrají klíčovou roli z hlediska specifických úderových dovedností, kterými jsou: podání, klír, drob, smeč, kraťas, drajv, obrana, specifický pohyb po kurtu (Bernaciková et al., 2010).

Do psychických faktorů se zařazuje hráčská inteligence, cit pro hru, ale i schopnost soustředění při hře a anticipace (předvídaní reakce protihráče) (Bernaciková et al., 2010).

S technickými a psychickými faktory úzce souvisí i taktické faktory. Hráč badmintonu by měl disponovat co nejlepšími analytickými schopnostmi, vybírat optimální řešení a strategii hry.

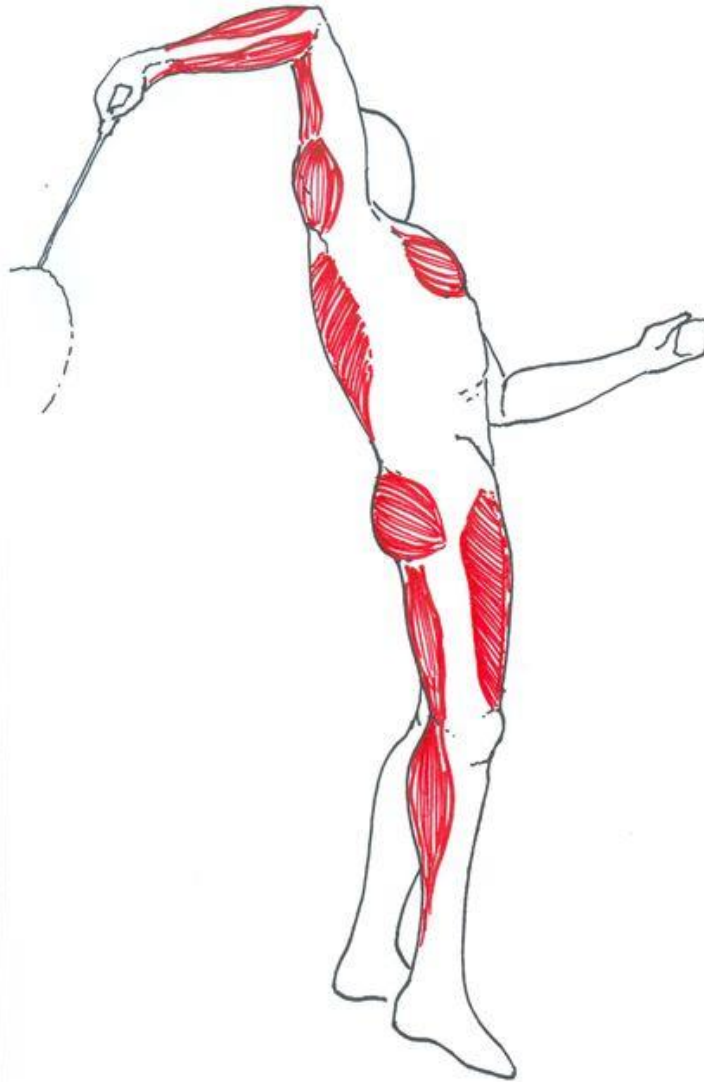
Do ostatních faktorů se řadí regenerace. Jelikož badminton patří mezi sporty s vysokou náročností na celý pohybový aparát. Jak uvádí Mendrek, Novotná (2007, s. 102) „Čím je náplň tréninkové jednotky větší a čím je adaptace na zátěž nižší, a věk naopak vyšší, tím intenzivnější a kvalitnější musí být i regenerace. Mladý jedinec často nepocítuje její bezprostřední potřebu, ale později se každé podcenění této části tréninkového procesu projeví negativně, a to nejen ve výkonnosti, ale velmi často i na zdravotním stavu hráče.“ U badmintonového sportu se využívá jak regenerace ve formě pasivního odpočinku (spánek, koupele, masáže, sauna atd.), tak aktivní odpočinek. Jelikož dochází při badmintonové hře často k jednostrannému přetěžování těla, důležité je zahrnovat různá kompenzační cvičení (Mendrek, Novotná, 2007; Bernaciková et al., 2010).

Badminton je považován za jeden z nejrychlejších raketových sportů. Zátěž probíhá v intervalech se střídáním střední až maximální intenzity zatížení. Výkon trvá v průměru po dobu 30 minut, přičemž délka jedné výměny trvá do 10 vteřin. Odpočinek mezi jednotlivými výměnami probíhá 15 vteřin (Bernaciková et al., 2010). Wornisch et al. (2003) charakterizují hru badmintonu jako vysoce intenzivní intermitentní zátěž v poměru aktivní a klidové fáze 1:2, která přispívá k tréninku kardiovaskulárního systému. Hráči singlového zápasu mají vyšší tepovou frekvenci než hrající deblový zápas (Liddle et al., 1996).

Během jednoho zápasu špičkoví hráči často naběhají až 6 km. Jak již bylo zmíněno u kondičních faktorů, klíčovou roli hraje rychlost. U smeče přesahuje až 300 km/hod. Neoficiální světový rekord z roku 2000 byl zaznamenán u malajského deblového specialisty Tana Boona Heonga, který při testování raket zasměčoval rychlostí 421km/hod. Z hlediska metabolické charakteristiky výkonu se energetický výdej pohybuje okolo 3000 kJ/zápas (Bernaciková et al., 2010).

Mezi sportovní aktivity, které jednostranně zatěžují pohybový aparát člověka, se řadí právě i badminton. Při tomto sportu je opakovaně aktivnější pouze určitá část těla, zejména jedna polovina těla a především hrající horní končetina (Bernaciková et al., 2010). Pravidelné provádění jednostranných pohybů může vést ke svalové dysbalanci, chybným hybným a posturálním stereotypům (Korčáková, 2009). Pro příklad lze uvést kineziologickou analýzu jednoho ze základních úderů a to klíru (viz obrázek 14). Při tomto úderu se zapojuje velké množství svalových skupin. Tento úder můžeme rozdělit

do třech fází a to přípravné, nápřahové a úderové. V přípravné fázi jsou nejvíce zatěžovány tyto svaly: m. deltoideus - pars akromion, m. teres major, m. latissimus dorsi a flexory předloktí. V nápřahové fázi zatěžujeme zejména svaly: m. deltoideus - pars akromion, m. teres major, m. latissimus dorsi, m. biceps brachii a m. supinator, V úderové fázi se uplatní především m. triceps brachii, m. anconeus, m. pronator teres, m. pronator quadratus (Bernaciková, 2009).



**Obrázek 14: Nejvíce zatěžované svaly v badmintonu (při úderu klír)**  
Zdroj: Bernaciková (2009)



## 1.6 Intenzita zatížení ostatních raketových sportů (tenis, stolní tenis, squash)

Raketové sporty z fyziologického hlediska charakterizuje střídání intenzity zatížení. Během hry dochází k rychlým výměnám, ve kterých se hráči pohybují submaximální a maximální intenzitou a ty se střídají s krátkými pauzami mezi jednotlivými výměnami a sety. Jako zdroj energie se během výměn využívá ATP-CP systém (Bernaciková et al., 2010).

**Tabulka 3: Srovnání průměrné tepové frekvence při zápase vybraných raketových sportů (tep.min<sup>-1</sup>)**

| Hráči         | Stolní tenis | Tenis | Squash |
|---------------|--------------|-------|--------|
| Rekreační     | 110          | 139   | 150,2  |
| Nižší soutěže | 144          | 143   | 158,1  |
| Vyšší soutěže | 141          | 133   | 158,1  |

Zdroje: vypracováno podle Noska (2008), Šlitrové (2009) a Kořátka (2015)

Pro vypracování diplomové práce byly uplatněny poznatky z již vypracovaných diplomových prací, které se zabývaly stejným tématem, avšak u jiného druhu raketového sportu. Pro přehled získaných naměřených hodnot byla vypracována tabulka 3. V jednotlivých pracích se nepatrně lišily úrovně měřených souborů, proto do tabulky byl uveden souhrnný název rekreační, nižší a vyšší soutěže. Tyto hodnoty jsou porovnány s naměřenými daty badmintonových hráčů v kapitole 4.4.

## 2 CÍLE PRÁCE, HYPOTÉZY

### Hlavní cíl

Hlavním cílem diplomové práce bylo stanovit na základě měření průběhu srdeční frekvence intenzitu pohybového zatížení při zápasu v badmintonu u mužů hrajících na úrovni rekreační, krajské a ligové.

### Dílčí cíle

- 1) Zjistit průměrnou hodnotu srdeční frekvence hráčů na rekreační, krajské a ligové úrovni při utkání badmintonu hraného na 2 sety do 21 bodů dle pravidel Českého badmintonového svazu.
- 2) Porovnat průměrné hodnoty srdeční frekvence na rekreační, krajské a ligové úrovni v průběhu zápasu.
- 3) Určit procento času stráveného hráči na rekreační, krajské a ligové úrovni v průběhu zápasu v těchto zónách intenzity zatížení:
  - a) v zóně velmi nízké intenzity (50-59 %)
  - b) v zóně nízké intenzity (60-69 %)
  - c) v zóně střední intenzity (70-79 %)
  - d) v zóně vysoké intenzity (80-89 %)
  - e) v zóně maximální intenzity (90-100 %)
- 4) Porovnat procentuální hodnoty časů strávených v zónách zatížení při zápase v rámci tří výkonnostních kategorií mezi sebou.

### Výzkumné otázky

- a) Jaká je průměrná hodnota srdeční frekvence skupiny hráčů hrajících badminton na rekreační, krajské a ligové úrovni během badmintonového zápasu?
- b) Je mezi těmito skupinami rozdílná průměrná srdeční frekvence během badmintonového zápasu?
- c) Kolik procent času stráví hráči jednotlivých úrovní v určených zónách zatížení?

- d) Je mezi těmito skupinami rozdíl v procentech času stráveného v určitých zónách zatížení?
- e) Kolik procent času stráví hráč v aerobním a anaerobním pásmu při badmintonovém zápasu?
- f) Je naměřená průměrná srdeční frekvence všech tří souborů rozdílná v porovnání s hodnotami v jiných publikacích?

**Hypotézy:**

- 1) Na základě publikovaných poznatků předpokládáme, že bude zjištěn významný rozdíl v průměrných hodnotách SF souborů R (hráči hrající badminton na rekreační úrovni), K (hráči hrající badminton na krajské úrovni) a L (hráči hrající na ligové úrovni).
- 2) Na základě publikovaných poznatků a předpokládaného rozdílu ve stavu fyzické kondice a technické úrovně mezi hráči souboru K, L a souborem R se domníváme, že většinu času stráví hráči na úrovni krajské a ligové při zápasu v badmintonu ve vyšších zónách intenzity zatížení než rekreační.

### 3 METODIKA PRÁCE

#### 3.1 Charakteristika souborů

Sledovány byly tři skupiny hráčů badmintonu od 18 do 42 let. Pro měření byli vybráni pouze muži hrající singlový zápas (dvouhra mužů). Skupiny byly rozděleny a označeny R, K, L.

První skupinou (soubor R) byli hráči, kteří se zúčastňují amatérských badmintonových turnajů a hráči, kteří hrají nejnižší soutěže v kraji pořádané Českým badmintonovým svazem. Hráči byli vybráni náhodně z amatérského badmintonového klubu TJ Sokol Malé Svatoňovice a hráčů, kteří se účastní turnajů Montas Hradec Králové a Sotx Ústí nad Labem, většina z nich hraje badminton (1x týdně). Věk hráčů se pohyboval od 23 – 31 let. Průměrný věk skupiny byl 26,83 let (viz tabulka 4).

**Tabulka 4: Charakteristika hráčů badmintonu – soubor R**

| P.Č.      | Jméno | Chronologický věk [rok] | Tělesná výška [cm] | Tělesná hmotnost [kg] | BMI [kg.m <sup>-2</sup> ] |
|-----------|-------|-------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1.        | J.D.  | 31                      | 174                | 70                    | 23,12                     |
| 2.        | K.H.  | 25                      | 187                | 85                    | 24,31                     |
| 3.        | J.A.  | 30                      | 175                | 70                    | 22,85                     |
| 4.        | C.K.  | 25                      | 191                | 85                    | 23,29                     |
| 5.        | M.N.  | 27                      | 172                | 69                    | 23,32                     |
| 6.        | B.H.  | 23                      | 185                | 82                    | 23,95                     |
| $\bar{x}$ |       | <b>26,83</b>            | <b>180,66</b>      | <b>76,83</b>          | <b>23,47</b>              |
| s         |       | <b>3,13</b>             | <b>7,97</b>        | <b>7,94</b>           | <b>0,55</b>               |

Druhou skupinu (soubor K) tvoří hráči registrovaní v Českém badmintonovém svazu, kteří hrají turnaje krajské soutěže až po druholigové soutěže. Pro měření byli

vybrání hráči TJ Slovanu Vesec „B“, Montasu Hradec Králové, SKP Komety Brno a Startu Jihlava. Věk hráčů se pohyboval od 18 do 42 let. Průměrný věk skupiny byl 28,66 let (viz tabulka 5).

**Tabulka 5: Charakteristika hráčů badmintonu – soubor K**

| <b>P.Č.</b> | <b>Jméno</b> | <b>Chronologický věk [rok]</b> | <b>Tělesná výška [cm]</b> | <b>Tělesná hmotnost [kg]</b> | <b>BMI [kg.m<sup>-2</sup>]</b> |
|-------------|--------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 1.          | L.O.         | 24                             | 195                       | 87                           | 22,8                           |
| 2.          | A.P.         | 36                             | 186                       | 73                           | 21,1                           |
| 3.          | M.S.         | 42                             | 186                       | 75                           | 21,68                          |
| 4.          | T.H          | 32                             | 187                       | 80                           | 22,87                          |
| 5.          | J.K.         | 20                             | 172                       | 65                           | 21,97                          |
| 6.          | K.B.         | 18                             | 175                       | 60                           | 19,59                          |
| $\bar{x}$   |              | <b>28,66</b>                   | <b>183,5</b>              | <b>73,33</b>                 | <b>21,67</b>                   |
| s           |              | <b>9,52</b>                    | <b>8,5</b>                | <b>9,81</b>                  | <b>1,22</b>                    |

Třetí skupinu (soubor L) tvoří hráči, kteří hrají 1. ligu a extraligu v Českém badmintonovém svazu. Měření se zúčastnili hráči těchto klubů: TJ Slovan Vesec, Badmintonový klub SK Prosek Praha, TJ Chemička Ústí nad Labem. Věk hráčů se pohyboval od 18 do 31 let. Průměrný věk skupiny byl 25 let (viz tabulka 6).

**Tabulka 6: Charakteristika hráčů badmintonu – soubor L**

| P.Č.      | Jméno | Chronologický věk [rok] | Tělesná výška [cm] | Tělesná hmotnost [kg] | BMI [kg.m <sup>-2</sup> ] |
|-----------|-------|-------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1.        | P.Š.  | 31                      | 183                | 71                    | 21,2                      |
| 2.        | T.K   | 29                      | 171                | 69                    | 23,27                     |
| 3.        | D.S   | 19                      | 185                | 92                    | 26,88                     |
| 4.        | J.K.  | 28                      | 176                | 68                    | 21,95                     |
| 5.        | O.K   | 18                      | 170                | 68                    | 23,52                     |
| 6.        | P.L.  | 25                      | 179                | 74                    | 23,09                     |
| $\bar{x}$ |       | <b>25</b>               | <b>177,33</b>      | <b>73,66</b>          | <b>23,32</b>              |
| s         |       | <b>5,4</b>              | <b>6,15</b>        | <b>9,27</b>           | <b>1,96</b>               |

### 3.2 Způsob měření a pomůcky

Měření bylo zaznamenáno pomocí monitoru srdeční frekvence typu sporttester od firmy Polar. Jednalo se o typ Polar RS800CX a k dispozici bylo celkem 10 sporttesterů. Polar RS800CX se skládá z hrudního pásu a digitálních hodinek s mikročipem. Hodinky byly nastaveny na ukládání aktuální srdeční frekvence v jednosekundovém intervalu po celou dobu měření. Naměřené hodnoty ukládané do hodinek se zanesly do počítačového softwaru Polar ProTrainer 5, který umožňoval dále pracovat s naměřenými daty v počítači.

Měření se uskutečnilo při simulovaných tréninkových zápasech ve dvouhře mužů hrané na dva sety do 21 bodů nebo přímo v průběhu turnajového zápasu. Těsně před samotným zápasem absolvovali všichni hráči, kteří se účastnili měření, rozvečku a rozehrátí. Sběr dat byl proveden v období podzim 2015 až jaro 2016.

Hráči byli předem osloveni a požádáni o uvedení potřebných dat pro nastavení přístrojů. Jednalo se o tyto hodnoty: věk, hmotnost, datum narození, maximální srdeční frekvence a klidová srdeční frekvence. Maximální SF, si každý hráč zjistil ze zprávy svého sportovního lékaře. Pokud hráč neabsolvoval prohlídku u sportovního lékaře, byla maximální srdeční frekvence zjištěna pomocí Legerova testu.

Legerův test (vytrvalostní člunkový test) probíhá tak, že testovaná osoba opakovaně překonává vzdálenost 20 m během od čáry k čáře dle vymezeného časového signálu, který je reprodukován z počítače z nahraného programu. Na každý zvukový signál je nutné dosáhnout na jednu z hraničních čar. Testovaná osoba se snaží vydržet na dráze co nejdéle. Test končí v okamžiku, kdy testovaná osoba není schopna dvakrát po sobě dosáhnout čáry v daném časovém limitu. Každá testovaná osoba měla na sobě sporttester a po skončení testu byly naměřené hodnoty přeneseny do programu PolarTrainer 5, kde byla zjištěna nejvyšší dosažená srdeční frekvence, která byla považována za  $SF_{max}$  testovaného hráče (FTVS, 2015).

$SF_{kli}$  si každý hráč změřil dle zadaných instrukcí. Toto měření bylo prováděno hned po probuzení. Ideálně daný hráč pro měření přizval druhou osobu, která hráči nahmatala tep na vřetení nebo krční tepně. Vlastní měření bylo provedeno dle Kohlíkové (2000). Měření srdeční frekvence se provádí vždy jednu minutu, ale v různých sekundových intervalech. První minutu se počítá srdeční frekvence ve 30 vteřinovém intervalu, další minutu v 15 vteřinovém intervalu, dále v 10 vteřinovém intervalu a poslední v 5 vteřinovém intervalu. Všechny hodnoty byly zapsány do tabulky a v každé minutě sečtením dílčích hodnot se stanovila SF za minutu.

Všechny instrukce, které byly nutné pro nastavení sporttesteru, byly hráčům sděleny a vysvětleny osobně a zároveň jim byly poslány i v písemné podobě prostřednictvím emailu. Některé dotazy byly s hráči řešeny individuálně.

### **3.3 Vyhodnocení naměřených hodnot**

Naměřené hodnoty jsem přenesl do počítačového programu Polar ProTrainer 5, kde byly uloženy a následně zpracovány softwarem Polar Heart RateAnalysis Software (sporttester firmy Polar) a Polar ProTrainer 5 (Polar RS800CX).

V softwaru Polar ProTrainer 5 bylo nastaveno pět zón intenzity zatížení po zadání  $SF_{\max}$  a  $SF_{\text{klid}}$ , z nich pak byla vypočítána doba strávená v jednotlivých zónách.

Výpočet aerobního a anaerobního pásma byl stanoven takto. Aerobní pásmo se pohybuje v rozmezí 60-90 %  $SF_{\max}$ , což odpovídá zónám Z2, Z3, Z4 a anaerobní pásmo je v rozmezí 90-100 %  $SF_{\max}$ , což odpovídá Z1.

Pro statistické zpracování, pro tvorbu grafů a tabulek z naměřených hodnot byl použit program Microsoft Office Excel 2016.

Fyziologický účinek utkání byl vyjádřen procentem času a vlastním časem stráveným v jednotlivých zónách a byly porovnávány tři měřené skupiny.



## 4 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 4.1 Výsledky jednotlivých skupin hráčů

Vysvětlivky k tabulkám 7, 8 a 9

P.Č. – Pořadové číslo

SF<sub>klid</sub> – Klidová srdeční frekvence

SF<sub>max</sub> – Maximální srdeční frekvence

SF<sub>amp</sub> – Srdeční frekvence na úrovni anaerobního prahu (SF<sub>amp</sub> = SF<sub>max</sub> · 0,9)

SF<sub>utk</sub> – Průměrná hodnota srdeční frekvence během utkání

$\bar{x}$  - Aritmetický průměr

SF<sub>klid</sub> – Klidová srdeční frekvence

**Tabulka 7: Hodnoty SF naměřených a vypočítaných u souboru R**

| P.Č.      | Jméno | SF <sub>klid</sub><br>[tep.min <sup>-1</sup> ] | SF <sub>max</sub><br>[tep.min <sup>-1</sup> ] | SF <sub>amp</sub><br>[tep.min <sup>-1</sup> ] | Sf <sub>utk</sub><br>[tep.min <sup>-1</sup> ] |
|-----------|-------|--|---|---|---|
| 1.        | J.D.  | 62   | 192   | 173   | 157   |
| 2.        | K.H.  | 61   | 194   | 175   | 169   |
| 3.        | J.A.  | 56   | 192   | 173   | 148   |
| 4.        | C.K.  | 52   | 194   | 175   | 157   |
| 5.        | M.N.  | 54   | 192   | 173   | 150   |
| 6.        | B.H.  | 55   | 190   | 171   | 146   |
| $\bar{x}$ |       | <b>56,66</b>                                   | <b>192,33</b>                                 | <b>173,33</b>                                 | <b>154,5</b>                                  |
| s         |       | <b>3,98</b>                                    | <b>1,51</b>                                   | <b>1,51</b>                                   | <b>8,46</b>                                   |

**Tabulka 8: Hodnoty SF naměřených a vypočítaných u souboru K**

| P.Č.      | Jméno | SF <sub>klid</sub><br>[tep.min <sup>-1</sup> ] | SF <sub>max</sub><br>[tep.min <sup>-1</sup> ] | SF <sub>anp</sub><br>[tep.min <sup>-1</sup> ] | Sf <sub>utk</sub><br>[tep.min <sup>-1</sup> ] |
|-----------|-------|--|---|---|---|
| 1.        | L.O.  | 63   | 195   | 176   | 176   |
| 2.        | A.P.  | 55   | 182   | 164   | 160   |
| 3.        | M.S.  | 60   | 178   | 160   | 175   |
| 4.        | T.H   | 62   | 192   | 173   | 170   |
| 5.        | J.K.  | 52   | 200   | 180   | 161   |
| 6.        | K.B.  | 53   | 204   | 184   | 169   |
| $\bar{x}$ |       | <b>57,5</b>                                    | <b>191,83</b>                                 | <b>172,83</b>                                 | <b>168,5</b>                                  |
| s         |       | <b>4,76</b>                                    | <b>10,13</b>                                  | <b>9,26</b>                                   | <b>6,77</b>                                   |

**Tabulka 9: Hodnoty SF naměřených a vypočítaných u souboru L**

| P.Č.      | Jméno | SF <sub>klid</sub><br>[tep.min <sup>-1</sup> ] | SF <sub>max</sub><br>[tep.min <sup>-1</sup> ] | SF <sub>anp</sub><br>[tep.min <sup>-1</sup> ] | Sf <sub>utk</sub><br>[tep.min <sup>-1</sup> ] |
|-----------|-------|--|---|---|---|
| 1.        | P.Š.  | 55   | 190   | 171   | 165   |
| 2.        | T.K.  | 55   | 188   | 169   | 153   |
| 3.        | D.S.  | 56   | 197   | 177   | 168   |
| 4.        | J.K   | 52   | 190   | 171   | 164   |
| 5.        | O.K.  | 54   | 200   | 180   | 174   |
| 6.        | P.L.  | 48   | 196   | 176   | 187   |
| $\bar{x}$ |       | <b>53,33</b>                                   | <b>193,5</b>                                  | <b>174</b>                                    | <b>168,5</b>                                  |
| s         |       | <b>2,94</b>                                    | <b>4,81</b>                                   | <b>4,29</b>                                   | <b>11,36</b>                                  |

## Vysvětlivky k tabulkám 10, 11 a 12

P.Č. - Pořadové číslo

Z1 - Zóna vysoké až maximální intenzity (90-100 %)

Z2 - Zóna střední až vysoké intenzity (80-89 %)

Z3 - Zóna nízké až střední intenzity (70-79 %)

Z4 - Zóna nízké intenzity (50-59 %)

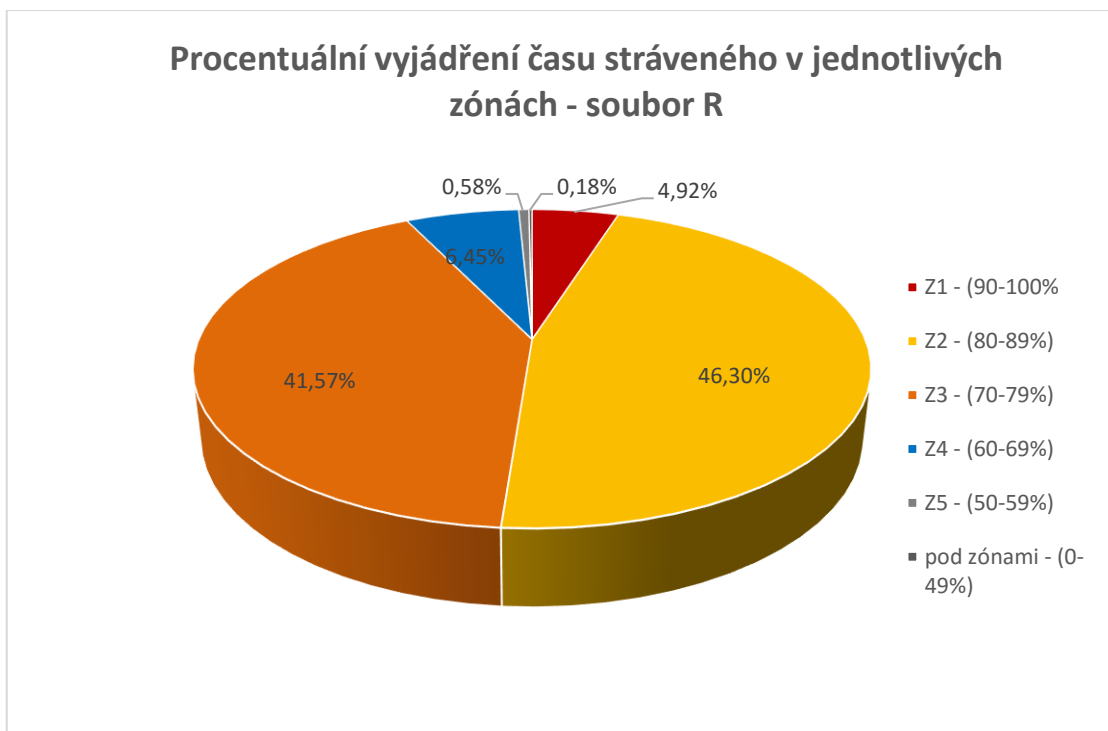
Z5 - Zóna velmi nízké intenzity (0-49 %)

$\bar{x}$  - Aritmetický průměr

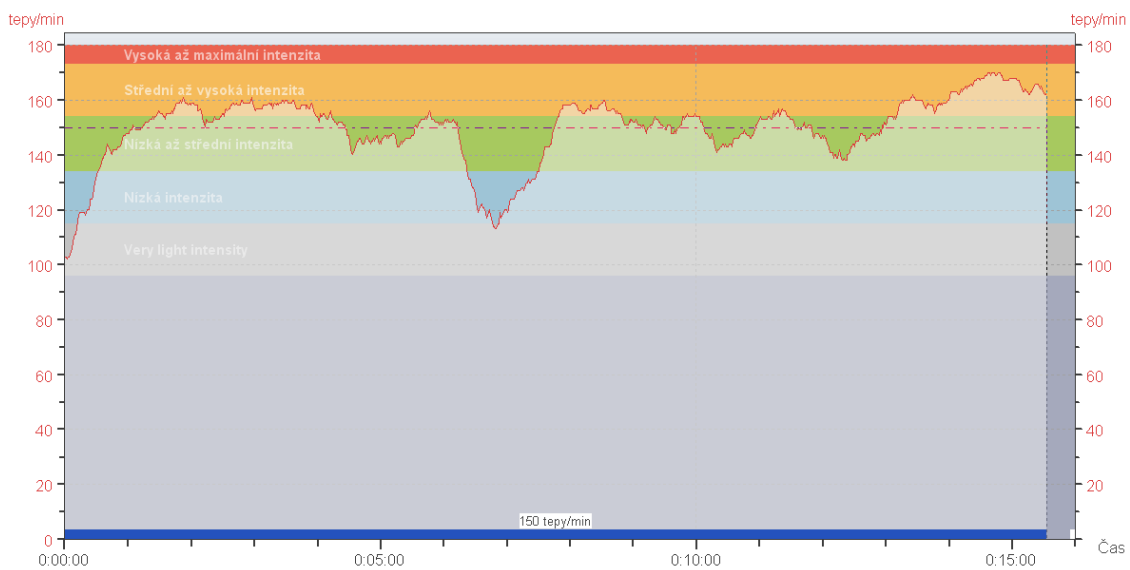
s – Směrodatná odchylka

**Tabulka 10: Procenta času stráveného v určených zónách při zápase v badmintonu u souboru R**

| P.Č. | Jméno     | Celkový čas | Z1    |      | Z2    |      | Z3    |      | Z4    |      | Z5    |      | Pod zónami |       |
|------|-----------|-------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|------------|-------|
|      |           |             | [min] | [%]  | [min] | [%]  | [min] | [%]  | [min] | [%]  | [min] | [%]  | [min]      | [%]   |
| 1    | J.D       | 0:19:22     | 0:00  | 0    | 11:25 | 59   | 6:27  | 33,3 | 1:30  | 7,7  | 0:00  | 0    | 0:00       | 0     |
| 2    | K.H.      | 0:20:36     | 4:18  | 20,9 | 14:27 | 70,1 | 1:49  | 8,8  | 0:02  | 0,2  | 0:00  | 0    | 0:00       | 0     |
| 3    | J.A.      | 0:13:36     | 0:00  | 0    | 4:53  | 35,9 | 7:13  | 53,1 | 1:12  | 8,8  | 0:09  | 1,1  | 0:09       | 1,1   |
| 4    | C.K.      | 0:13:27     | 1:09  | 8,6  | 7:08  | 53   | 4:42  | 34,9 | 0:28  | 3,5  | 0:00  | 0    | 0:00       | 0     |
| 5    | M.N.      | 0:15:33     | 0:00  | 0    | 6:42  | 43,1 | 7:13  | 46,4 | 1:20  | 8,6  | 0:18  | 1,9  | 0:00       | 0     |
| 6    | B.H.      | 0:22:20     | 0:00  | 0    | 3:44  | 16,7 | 16:17 | 72,9 | 2:12  | 9,9  | 0:07  | 0,5  | 0:00       | 0     |
|      | $\bar{x}$ | 0:17:29     | 0:54  | 4,92 | 8:03  | 46,3 | 7:16  | 41,6 | 1:07  | 6,45 | 0:05  | 0,58 | 0:01       | 0,183 |
|      | s         | 0:03:47     | 1:43  | 8,56 | 3:43  | 18,8 | 4:51  | 21,6 | 0:46  | 3,78 | 0:07  | 0,78 | 0:03       | 0,45  |

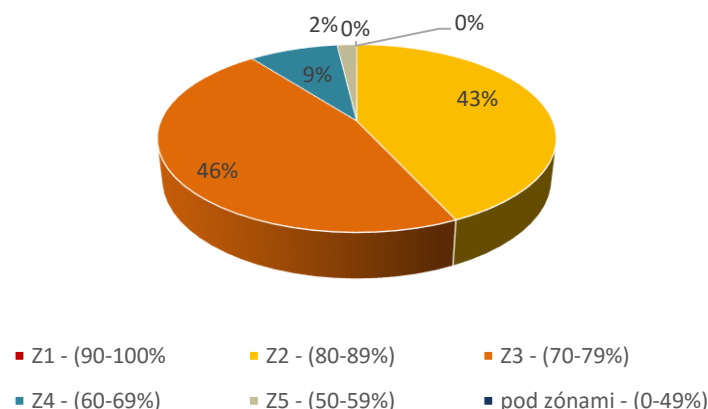


**Graf 1: Grafické zobrazení procenta času stráveného v určených zónách během zápasu – soubor R**



**Obrázek 15: Hráč M.N. – Průběh srdeční frekvence při zápase – soubor R**

## Procentuální vyjádření času stráveného v jednotlivých zónách

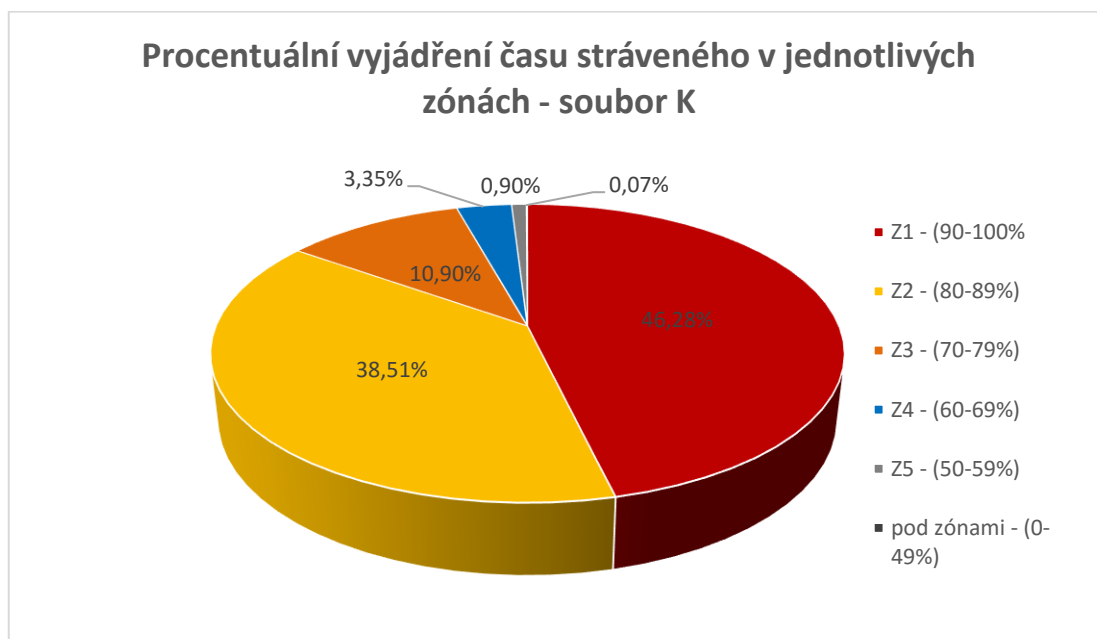


**Graf 2: Hráč M. N. – Grafické zobrazení procenta času stráveného v určených zónách během zápasu – soubor R**

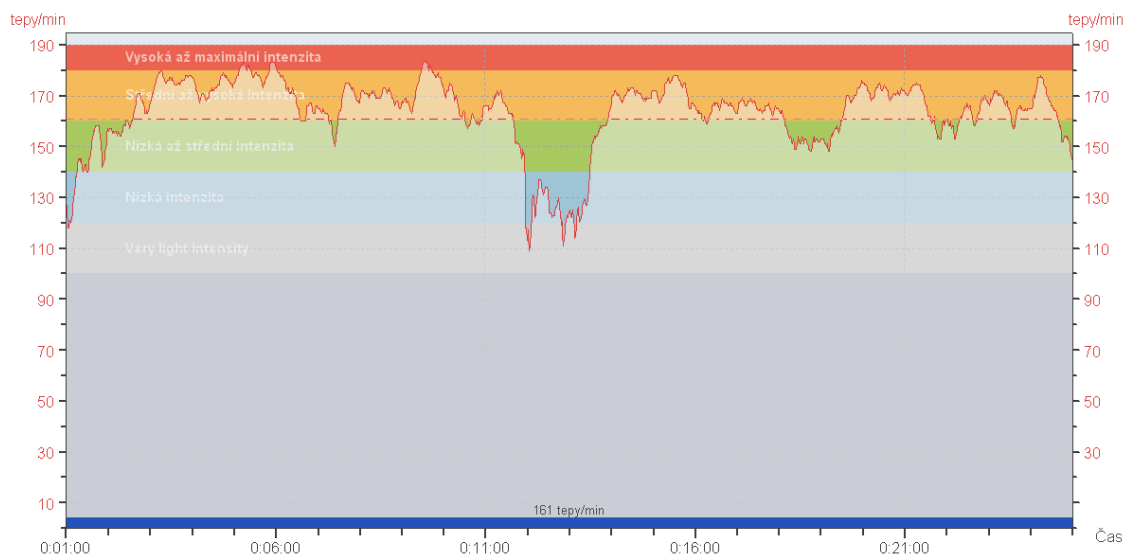
Při zápase v badmintonu byla u rekreačních hráčů naměřena průměrná srdeční frekvence  $154,5 \text{ tep} \cdot \text{min}^{-1}$  při  $s = 8,46$  (viz tabulka 7). Modelový zápas u této skupiny trval v průměru 17:29 min ( $s = 3:47$ ). Tato skupina hráčů se v průměru v první zóně zatížení (Z1) pohybovala 0:54 min ( $s = 1:43$ ), což představuje 4,92 % ( $s = 8,56$ ). V druhé zóně (Z2) se hráči vyskytovali nejdelší dobu, průměrně 8:03 min ( $s = 3:43$ ), tedy 46,3 % ( $s = 18,8$ ) celkového času. Významný čas hráči strávili i ve třetí zóně (Z3) a to 7:16 min ( $s = 4:51$ ), což činí 41,6 % ( $s = 21,6$ ). Ve čtvrté zóně (Z4) se hráči pohybovali 1:07 min ( $s = 0:46$ ), tedy 6,45 % ( $s = 3,78$ ) času. V páté zóně (Z5) se vyskytovali pouze 0:05 min ( $s = 0,07$ ), což představuje 0,58 % ( $s = 0,78$ ). Čas pod zónami je zanedbatelný (viz tabulka 10 a graf 1). Pro názornost obrázek 15 a graf 2 ukazují výsledky jednoho vybraného hráče ze souboru R.

**Tabulka 11: Procenta času stráveného v určených zónách při zápase v badmintonu u souboru K**

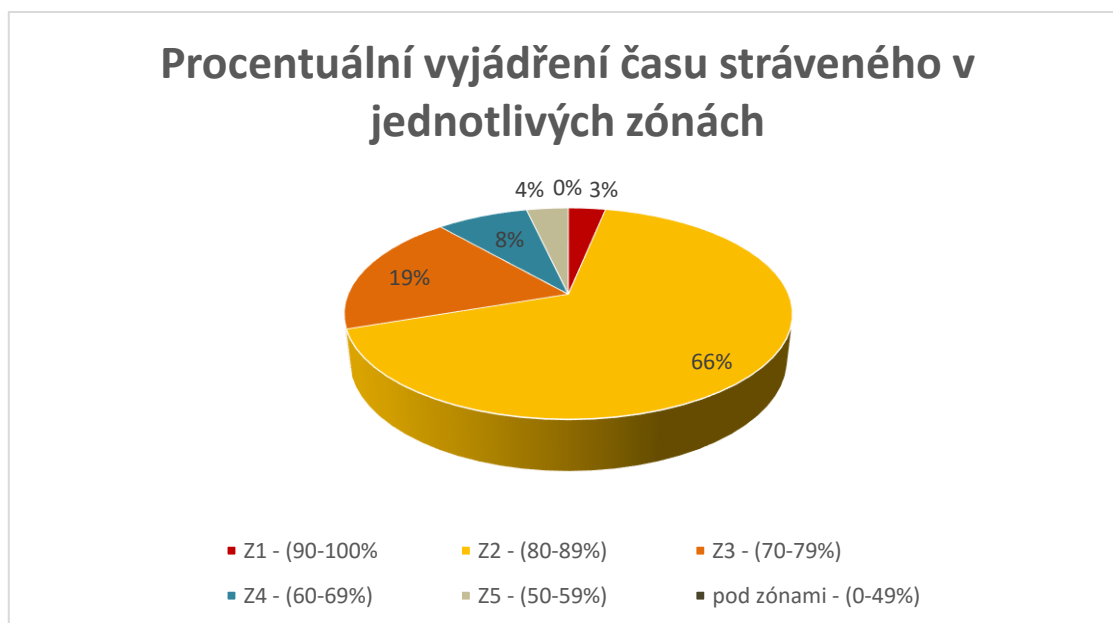
| P.Č.      | Jméno | Celkový čas | Z1    |      | Z2    |      | Z3    |      | Z4    |      | Z5    |      | Pod zónami |       |
|-----------|-------|-------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|------------|-------|
|           |       |             | [min] | [%]  | [min] | [%]  | [min] | [%]  | [min] | [%]  | [min] | [%]  | [min]      | [%]   |
| 1         | L.O.  | 0:19:45     | 12:43 | 64,4 | 5:50  | 29,5 | 1:12  | 6,1  | 0:00  | 0    | 0:00  | 0    | 0:00       | 0     |
| 2         | A.P.  | 0:31:42     | 16:00 | 50,5 | 10:32 | 33,2 | 3:06  | 9,8  | 1:22  | 4,3  | 0:35  | 1,8  | 0:07       | 0,4   |
| 3         | M.S.  | 0:24:01     | 22:45 | 94,7 | 1:13  | 5,1  | 0:03  | 0,2  | 0:00  | 0    | 0:00  | 0    | 0:00       | 0     |
| 4         | T.H.  | 0:15:10     | 8:46  | 57,8 | 4:28  | 29,5 | 1:34  | 10,3 | 0:22  | 2,4  | 0:00  | 0    | 0:00       | 0     |
| 5         | J.K.  | 0:25:10     | 0:49  | 3,2  | 16:45 | 66,6 | 4:43  | 18,7 | 1:59  | 7,9  | 0:54  | 3,6  | 0:00       | 0     |
| 6         | K.B.  | 0:24:05     | 1:42  | 7,1  | 16:11 | 67,2 | 4:53  | 20,3 | 1:19  | 5,5  | 0:00  | 0    | 0:00       | 0     |
| $\bar{x}$ |       | 0:23:19     | 10:27 | 46,3 | 9:09  | 38,5 | 2:41  | 10,9 | 0:50  | 3,35 | 0:14  | 0,9  | 0:01       | 0,067 |
| s         |       | 0:05:33     | 8:28  | 35,3 | 6:24  | 24,2 | 1:48  | 7,59 | 0:49  | 3,15 | 0:23  | 1,51 | 0:02       | 0,16  |



**Graf 3: Grafické zobrazení procenta času stráveného v určených zónách během zápasu – soubor K**



**Obrázek 16: Hráč J.Ko. – Průběh srdeční frekvence při zápase – soubor K**



**Graf 4: Hráč J. Ko. – Grafické zobrazení procenta času stráveného v určených zónách během zápasu – soubor K**

Ve druhé skupině hráčů (soubor K) je hodnota průměrné srdeční frekvence  $168,5 \text{ tep} \cdot \text{min}^{-1}$ ,  $s = 6,77$  (viz tabulka 8). Průměrná délka zápasu této skupiny byla 23:19 min ( $s = 5:33$ ). Soubor K se v průměru v první nejintenzivnější zóně (Z1) vyskytoval nejdelší čas 10:27 min ( $s = 8:28$ ), tedy 46,3 % ( $s = 35,3$ ). Ve druhé zóně (Z2) se hráči pohybovali v průměru 9:09 min ( $s = 6:24$ ), tedy 38,5 % ( $s = 24,2$ ), což je druhá

nejdelší doba celkového času. V třetí zóně (Z3) strávili tito hráči 2:41min (s = 1:48), což činí 10,9 % (s = 7,59). Ve čtvrté zóně (Z4) byl naměřen průměrný čas 0:50 min (s = 0:49), tedy 3,35 % (s = 3,15) času. Tepová frekvence klesla do páté zóny (Z5) pouze dvou hráčům, pod zónami se pohyboval pouze jeden hráč (viz tabulka 11 a graf 3). Pro názornost obrázek 16 a graf 4 ukazují výsledky jednoho vybraného hráče ze souboru K.

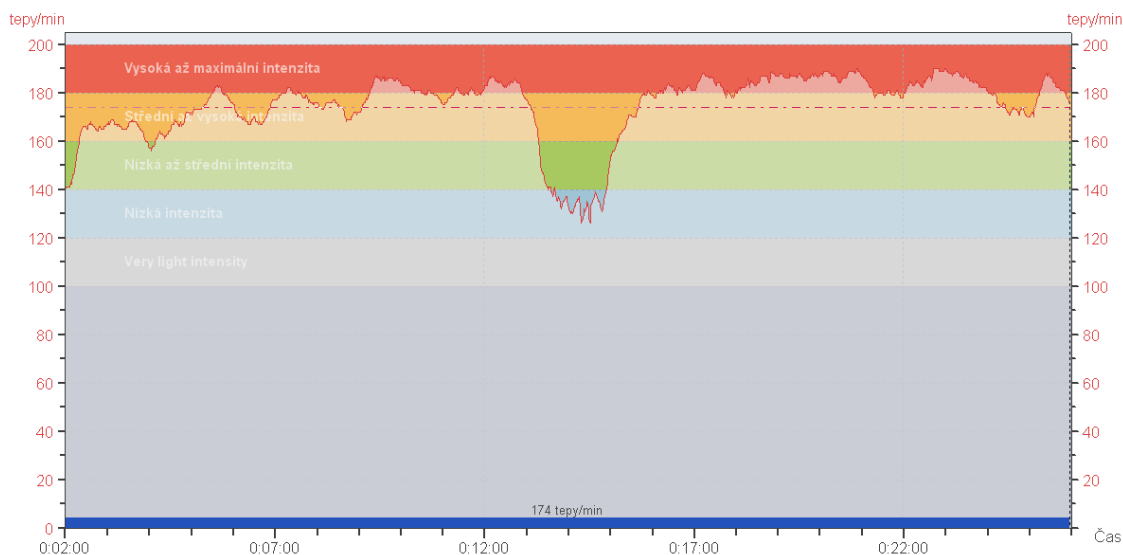
**Tabulka 12: Procenta času stráveného v určených zónách při zápase v badmintonu u souboru L**

| P.Č.      | Jméno | Celkový čas | Z1    |      | Z2    |      | Z3    |      | Z4    |      | Z5    |      | Pod zónami |       |
|-----------|-------|-------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|------------|-------|
|           |       |             | [min] | [%]  | [min] | [%]  | [min] | [%]  | [min] | [%]  | [min] | [%]  | [min]      | [%]   |
| 1         | P.Š.  | 0:17:07     | 6:14  | 36,4 | 9:07  | 53,3 | 1:45  | 10,2 | 0:01  | 0,1  | 0:00  | 0    | 0:00       | 0     |
| 2         | T.K.  | 0:20:10     | 1:54  | 9,4  | 12:03 | 59,8 | 4:28  | 22,1 | 1:12  | 6    | 0:33  | 2,7  | 0:00       | 0     |
| 3         | D.S.  | 0:23:22     | 7:27  | 31,9 | 11:30 | 49,2 | 2:50  | 12,1 | 1:33  | 6,6  | 0:02  | 0,1  | 0:00       | 0     |
| 4         | J.K.  | 0:23:28     | 10:44 | 45,7 | 7:57  | 33,9 | 2:42  | 11,5 | 1:31  | 6,5  | 6:28  | 1,9  | 0:07       | 0,5   |
| 5         | O.K.  | 0:24:31     | 12:06 | 49,4 | 9:30  | 38,7 | 1:06  | 4,5  | 1:49  | 7,4  | 0:00  | 0    | 0:00       | 0     |
| 6         | P.L.  | 0:21:31     | 18:36 | 86,4 | 2:44  | 12,7 | 0:11  | 0,9  | 0:00  | 0    | 0:00  | 0    | 0:00       | 0     |
| $\bar{x}$ |       | 0:21:42     | 9:01  | 43,2 | 8:48  | 41,3 | 2:10  | 10,2 | 1:01  | 4,43 | 1:10  | 0,78 | 0:01       | 0,083 |
| s         |       | 0:02:05     | 5:43  | 25,4 | 3:20  | 16,9 | 1:30  | 7,29 | 0:48  | 3,43 | 2:36  | 1,2  | 0:02       | 0,2   |

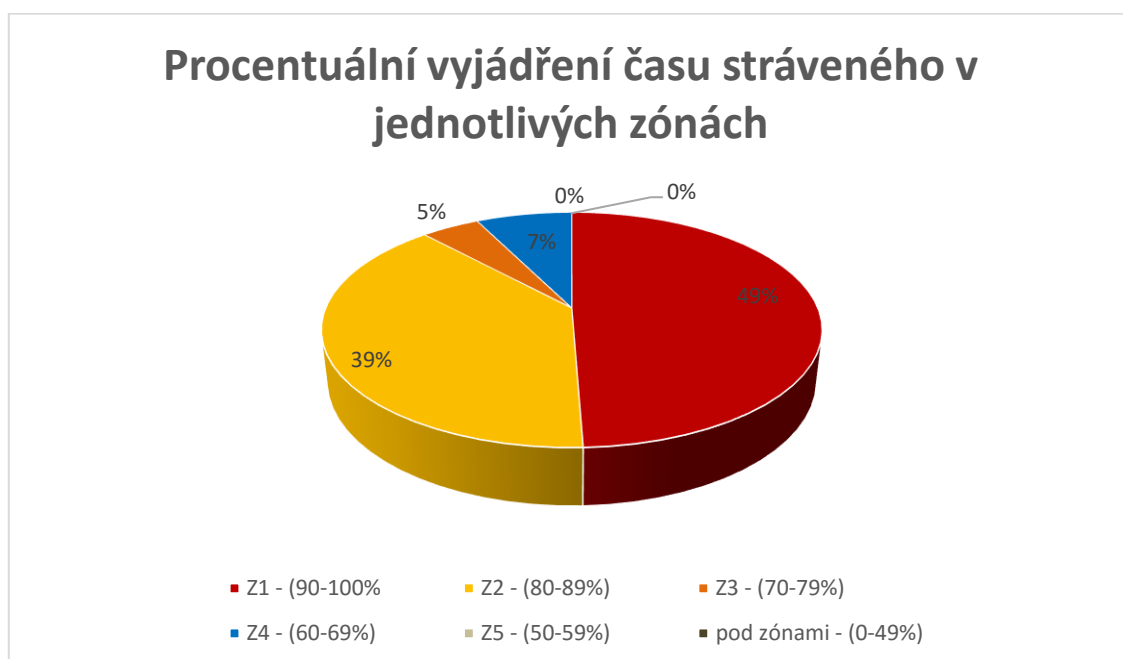


**Graf 5: Grafické zobrazení procenta času stráveného v určených zónách během zápasu – soubor L**





**Obrázek 17: Hráč O.K. – Průběh srdeční frekvence při zápase – soubor L**



**Graf 6: Hráč O. K. – Grafické zobrazení procenta času stráveného v určených zónách během zápasu – soubor L**

Třetí skupina hrající na nejvyšší úrovni (soubor L) měla naměřenou hodnotu průměrné srdeční frekvence při zápase  $168,5 \text{ tep. min}^{-1}$  stejně jako u souboru K, ovšem  $s = 11,36$  (viz tabulka 9). Průměrná délka zápasu této skupiny byla 21:42 min

( $s = 2:05$ ). Hráči se nejvíce vyskytovali v zóně Z1 a v Z2. V první nejintenzivnější zóně (Z1) strávili nejdelší čas 9:01 min ( $s = 5:43$ ), tedy 43,2 % ( $s = 25,4$ ) a v druhé zóně (Z2) 8:48 min ( $s = 3:20$ ), což je 41,3 % ( $s = 16,9$ ). Ve třetí zóně (Z3) byl naměřený průměrný čas 2:10 min ( $s = 1:30$ ), tedy 10,2 % ( $s = 7,29$ ) času. Ve čtvrté zóně (Z4) se pohybovali hráči 1:01 min ( $s = 0:48$ ), což činí 4,43 % ( $s = 3,43$ ). Do páté zóny (Z5) tepová frekvence klesla polovině hráčů této skupiny, což činí průměrně 1:10 min ( $s = 2:36$ ), tedy 0,78 % ( $s = 1,2$ ). Pod zónami se pohyboval pouze jeden hráč (viz tabulka 12 a graf 5). Pro názornost obrázek 17 a graf 6 ukazují výsledky jednoho vybraného hráče ze souboru L.

## 4.2 Porovnání výsledků mezi jednotlivými soubory

Z tabulek 4, 5, 6 lze porovnat jednotlivé soubory. Nejvíce homogenní z hlediska věku je soubor R. Věk se pohybuje v rozmezí 23 - 31 let, průměrně 26,83 let. Největší věkový rozptyl je v souboru K, pohybuje se mezi 18 - 42 let, což je průměrně 28,66 let. Průměrně nejmladší skupinu hráčů představuje soubor L, který dosahuje 25 let. Věk se pohybuje v rozmezí 18 - 31 let. Tabulka 13 shrnuje průměrné hodnoty jednotlivých souborů. Průměrně nejvyšší tělesnou výšku 183,5 cm má soubor K. Průměrná výška 180,66 cm je u hráčů souboru R. Nejmenší průměrná výška hráčů byla naměřena u souboru L 177,33 cm. Průměrná tělesná hmotnost byla největší u hráčů souboru R 76,83 kg a rovněž je u nich největší průměrná hodnota BMI je 23,47  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ . U hráčů souboru L je průměrná hmotnost 73,66 kg a průměrná hodnota BMI je 23,32  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ . U hráčů souboru K je průměrná hmotnost nejnižší, tedy 73,33 kg a průměrná hodnota BMI je také nejnižší ze všech souborů hráčů 21,67  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ .

### Vysvětlivky k tabulce 13:

$\bar{x}$  - Aritmetický průměr

$s$  – Směrodatná odchylka

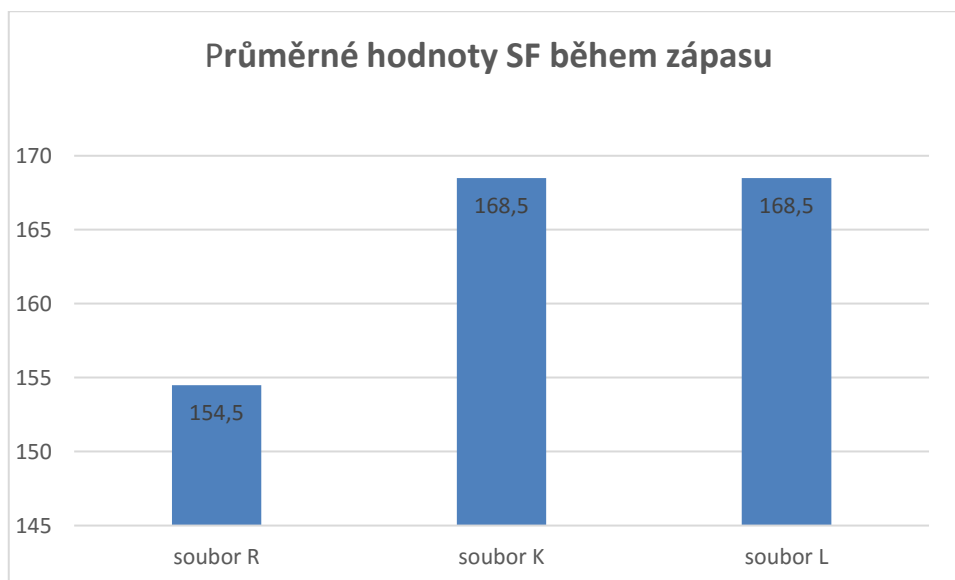
BMI – Body Mass Index

$\text{BMI} = \text{váha (kg)} / \text{výška}^2 \text{ (m)}$

**Tabulka 13: Charakteristika hráčů badmintonu hrající na rekreační (soubor R), krajské (soubor K) a ligové úrovni (soubor L)**

| Soubory  | Počet hráčů | Chronologický věk [rok] |      | Tělesná výška [cm] |      | Tělesná hmotnost [kg] |      | BMI [kg.m <sup>-2</sup> ] |      |
|----------|-------------|-------------------------|------|--------------------|------|-----------------------|------|---------------------------|------|
|          |             | $\bar{x}$               | s    | $\bar{x}$          | s    | $\bar{x}$             | s    | $\bar{x}$                 | s    |
| soubor R | 6           | 26,83                   | 3,13 | 180,66             | 7,97 | 76,83                 | 7,94 | 23,47                     | 0,55 |
| soubor K | 6           | 28,66                   | 9,52 | 183,5              | 8,5  | 73,33                 | 9,81 | 21,67                     | 1,22 |
| soubor L | 6           | 25                      | 5,4  | 177,33             | 6,15 | 73,66                 | 9,27 | 23,32                     | 1,96 |

Bernaciková et al. (2010) uvádí somatotyp 20 nejlepších hráčů badmintonu ze světového žebříčku z roku 2010. V tomto žebříčku je uvedena průměrná tělesná výška mužů 180 cm a hmotnost 74 kg. Dle mého názoru se podařilo vybrat hráče podobného somatotypu. Nebyli měřeni hráči s výraznými odlišnými odchylkami.



**Graf 7: Grafické zobrazení průměrných hodnot srdeční frekvence během zápasu v badmintonu u všech měřených souborů (tep. min<sup>-1</sup>)**

V tabulkách 7, 8, 9 a grafu 7 je uvedena průměrná tepová frekvence hráčů jednotlivých souborů při modelovém zápase v badmintonu. Soubor R má z uvedených

skupin nejnižší průměrnou tepovou frekvenci, její hodnota je  $154,5 \text{ tep. min}^{-1}$ ,  $s = 8,46$ . U tohoto souboru se průměrná hodnota srdeční frekvence pohybuje v rozmezí  $146 - 169 \text{ tep. min}^{-1}$ . Soubor K a L mají shodně průměrnou tepovou frekvenci  $168,5 \text{ tep. min}^{-1}$ , liší se však ve směrodatné odchylce. U souboru K je  $s = 6,77$  a L  $s = 11,36$ . V souboru K se průměrná hodnota srdeční frekvence pohybuje v rozmezí  $160 - 176 \text{ tep. min}^{-1}$ . V souboru L se hodnoty srdeční frekvence pohybují v rozmezí  $153 - 187 \text{ tep. min}^{-1}$ .

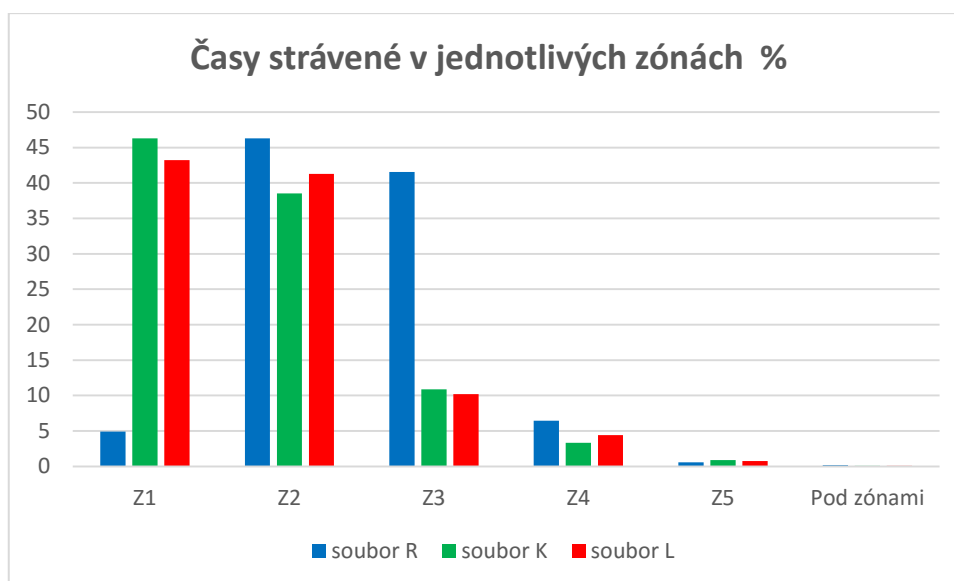
Lze zde najít odpověď na hypotézu číslo 1 (její testování viz kapitola 4.3). Byl zjištěn významný rozdíl v průměrných hodnotách SF souborů R (hráči hrající badminton na rekreační úrovni), oproti ostatním skupinám, avšak není patrný významný rozdíl mezi souborem K (hráči hrající badminton na krajské úrovni) a L (hráči hrající na ligové úrovni).

Tyto hodnoty lze porovnat s údaji, které udávají autoři na badmintonwebu (Krajča et al., 2014). „V průběhu utkání dochází k pravidelnému střídání pohybových činností střední až submaximální intenzity, tepová frekvence dosahuje hodnot  $154 - 188 \text{ tep. min}^{-1}$  s relativním uklidněním při ukončení výměny a přípravě na další míč, kdy jsou hodnoty tepové frekvence  $120 - 150 \text{ tep. min}^{-1}$ “.

Havlíčková (1993) uvádí výsledky měření průměrné tepové frekvence při badmintonu u juniorů. Byla naměřena hodnota  $175 \text{ tep. min}^{-1}$ .

Autoři Cabello, González (2002) ve své studii měřili u skupiny závodních hráčů v průměrném věku 21,8 let maximální tepovou frekvenci při zápase v badmintonu, který trval více než 28 min. Naměřili průměrnou tepovou frekvenci  $173,5 \text{ tep. min}^{-1}$ .

Vzhledem k tomu, že maximální tepová frekvence se s přibývajícím věkem snižuje, tyto výsledky jak Havlíčkové, tak autorů Cabella, González korespondovaly s naším měřením, kde byla naměřena průměrná hodnota u krajských a ligových hráčů  $168,5 \text{ tep. min}^{-1}$ . Věk juniorů je do 17 let a jejich průměrná tepová frekvence byla naměřena vyšší o  $6,5 \text{ tep. min}^{-1}$  než u našeho souboru K a L. Ve druhé studii byla hodnota průměrné srdeční frekvence o  $5 \text{ tep. min}^{-1}$  vyšší než při měření našeho souboru probandů. Hráči v souboru Cabella, González byli mladší o 6,86 let než u našeho souboru krajských hráčů a mladší o 3,2 let, než u našeho souboru hráčů ligových.



**Graf 8: Procentuální vyjádření průměrných časů strávených jednotlivých souborů v určených zónách**

Z tabulek 10, 11, 12 a grafu 8. lze vyčíst časy jednotlivých souborů R, K, L strávených v zónách Z1 – Z5. V první zóně intenzity nejdéle strávil soubor K (46,3 %) a soubor L (43,2 %) s minimálním rozdílem 3,1 %. Překvapivě byl delší čas hráčů souboru K. Významný rozdíl byl s porovnáním se skupinou R, hráči této skupiny strávili v této zóně pouze 4,92 %.

V druhé zóně (Z2) nejvíce času strávil soubor R, konkrétně 46,3 %, podstatnou část zápasu zde strávil soubor K (38,5 %) a soubor L (41,3 %).

Ve třetí zóně (Z3) se výrazně nejvíce pohyboval soubor R, který zde strávil 41,6 % naměřeného času soubor K (10,9 %) a L (10,2 %).

Ve čtvrté zóně (Z4) se všechny tři soubory pohybovaly minimální dobu, z nich nejdéle se zde pohyboval soubor R (6,45 %). Soubor K (3,35 %) a soubor L (4,43 %).

V páté zóně (Z5) a pod zónami se všechny skupiny hráčů pohybovaly pod 1 %.

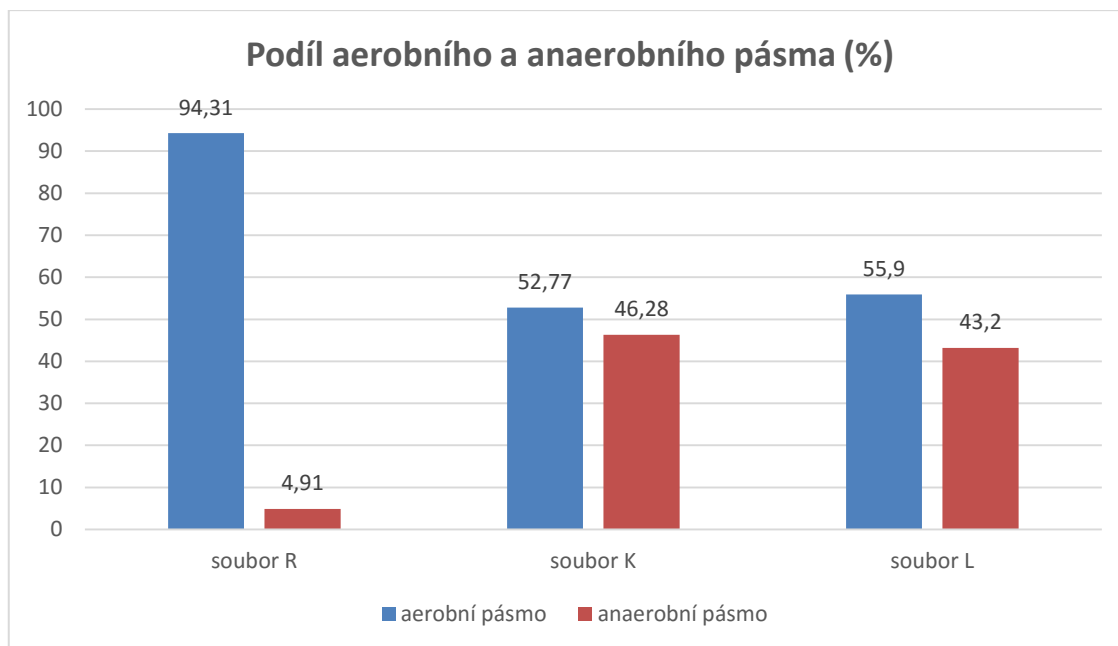
Na základě těchto výsledků lze potvrdit druhou hypotézu. Trénování hráči (soubor K, L) strávili více času ve vyšších zónách intenzity než hráči rekreační (soubor R).

Z uvedených výsledků vyplývá, že soubor R se nejvíce pohyboval v Z2 a Z3 intenzity zatížení, kdežto soubory K a L se nevíce pohybovaly v Z1 a Z2. Dle mého názoru tato skutečnost může být způsobena tím, že hráči na krajské a ligové úrovni mají lépe zvládnutou techniku hry, a proto delší dobu udrží míček ve hře. Také tito hráči dokáží vyvinout větší maximální úsilí než hráči rekreační. Zajímavé je, že se dokonce v tomto testovaném vzorku hráčů, hráči na krajské úrovni pohybují nepatrně více v Z1 než hráči ligové úrovně. Celkově však lze říci, že největší procento času hry se všichni testovaní hráči pohybují v prvních třech zónách zatížení, to znamená nad 70 % tepového rozpětí. Hra probíhá ve střední až vysoké intenzitě zátěže.

Havličková (1993) uvádí, že u velmi dobrých hráčů badmintonu přesahuje oběhová odpověď 80 %  $SF_{max}$ , kdežto u slabších hráčů se pohybuje lehce nad 70 %  $SF_{max}$ .

Docherty in Liddle et al. (1996) uvádí, že u elitních badmintonistů hrajících singlový zápas se tepová frekvence po většinu hry pohybuje v rozmezí od 80-85 % maximální srdeční frekvence.

Při porovnání s naším měřením zóny Z1(90 % - 100 %  $SF_{max}$ ) a Z2 (80 % - 89 %  $SF_{max}$ ) se v těchto dvou nejvyšších zónách pohybovali hráči na krajské úrovni 84,8 % celkového času zápasu a hráči na ligové úrovni 84,5 % celkového času zápasu, zatímco hráči na rekreační úrovni se pohybovali v zóně, která odpovídá Z3 (70 % - 79 %  $SF_{max}$ ) 41,6 % celkového času zápasu, v našem měření se však pohybovali i významnou dobu ve vyšší zóně Z2 a to 46,3 % celkového času zápasu.



**Graf 9: Podíl aerobního a anaerobního pásma jednotlivých souborů během zápasu**

Graf 9 ukazuje rozložení procent času zápasu badmintonu v aerobním a anaerobním pásmu. Významně se zde liší podíl aerobního a anaerobního pásma u hráčů souboru R oproti hráčům souboru K a L. Soubor R se vyskytoval průměrně v aerobním pásmu 94,31 % času a v anaerobním pásmu pouhých 4,91 %. Soubor K strávil průměrně v aerobním pásmu 52,77 % času a v anaerobním 46,28 %. Soubor L hrál průměrně 55,9 % v aerobním pásmu a 43,2 % v anaerobním pásmu.

### 4.3 Testování hypotéz

#### Srovnání SF u hráčů různé úrovně

Testování hypotéz slouží k ověření předpokladů o základním souboru na základě výběrových dat. To následně umožňuje rozhodnout, zda určitou hypotézu zamítneme. Naše první hypotéza je založena na předpokládaném rozdílu průměrných hodnot SF u souborů R, K a L při zápase v badmintonu. Testováním jsme chtěli ověřit, zda jsou hodnoty průměrné srdeční frekvence u rekreačních hráčů odlišné od ostatních. Porovnávali jsme vždy hodnoty dvou souborů mezi sebou, tj. soubor R a K, následně soubor R a L a nakonec soubor K a L.

Protože neznáme hodnoty rozptylů v jednotlivých souborech, provedli jsme testování jejich rovnosti pomocí F-testu. Ve všech třech případech jsme nezamítli rovnost rozptylů, proto jsme mohli zvolit testové kritérium pro ověření středních hodnot s ohledem na podmínky, že rozptyly základních souborů sice neznáme, ale předpokládáme jejich rovnost. Hladina významnosti byla stanovena na 5 %. Velikost souborů je velmi malá, v každém souboru máme pouze 6 hráčů, přesto je možné rozdíly prokázat.

### **Porovnání souboru R a K**

Pro porovnání středních hodnot SF mezi soubory R a K jsme stanovili nulovou hypotézu  $H_0: \mu_1 = \mu_2$  oproti alternativní hypotéze  $H_1: \mu_1 < \mu_2$ , kde  $\mu_1$  je střední hodnota v souboru R a  $\mu_2$  je střední hodnota souboru K. K tomu nám posloužil jednostranný dvouvýběrový t-test a na hladině významnosti 5 % jsme nulovou hypotézu zamítli. Můžeme tedy konstatovat, že rekreační hráči mají statisticky významně nižší SF než hráči krajské úrovně.

### **Porovnání souboru R a L**

Pro porovnání středních hodnot SF mezi soubory R a L jsme stanovili nulovou hypotézu  $H_0: \mu_1 = \mu_3$  oproti alternativní hypotéze  $H_1: \mu_1 < \mu_3$ , kde  $\mu_1$  je střední hodnota v souboru R a  $\mu_3$  je střední hodnota souboru L. K tomu nám posloužil opět jednostranný dvouvýběrový t-test a na hladině významnosti 5 % jsme nulovou hypotézu zamítli. Můžeme tedy konstatovat, že rekreační hráči mají statisticky významně nižší SF než hráči ligové úrovně.

### **Porovnání souboru K a L**

Pro porovnání středních hodnot SF mezi soubory K a L jsme stanovili nulovou hypotézu  $H_0: \mu_2 = \mu_3$  oproti alternativní hypotéze  $H_1: \mu_2 \neq \mu_3$ , kde  $\mu_2$  je střední hodnota v souboru K a  $\mu_3$  je střední hodnota souboru L. Mezi krajskými a ligovými hráči nepředpokládáme významný rozdíl v SF, proto jsme použili oboustranný dvouvýběrový t-test. Na hladině významnosti 5 % jsme nulovou hypotézu nezamítli, můžeme tedy konstatovat, že krajské hráči se od ligových hráčů v hodnotách SF nijak neliší. Průměrné hodnoty v obou souborech vyšly dokonce stejné.



#### 4.4 Porovnání výsledků s vybranými raketovými sporty

**Tabulka 14: Srovnání průměrné tepové frekvence (tep.min-1) jednotlivých skupin hráčů při zápase badmintonu s ostatními vybranými raketovými sporty.**

| Hráči         | Stolní tenis | Tenis | Squash | Badminton |
|---------------|--------------|-------|--------|-----------|
| Rekreační     | 110          | 139   | 150,2  | 154,5     |
| Nižší soutěže | 144          | 143   | 158,1  | 168,5     |
| Vyšší soutěže | 141          | 133   | 158,1  | 168,5     |

Porovnání badmintonu s ostatními raketovými sporty ukazuje tabulka 14. Z tabulky je patrné, že při hře badmintonu je nejvyšší průměrná tepová frekvence ve všech skupinách hráčů. V badmintonu a squashi vychází průměrná tepová frekvence hráčů hrající nižší a vyšší soutěž stejně. Kdežto u tenisu a stolního tenisu vycházejí nejvyšší hodnoty u hráčů hrajících na nižší úrovni. U tenisu vychází dokonce průměrná tepová frekvence při zápasu nejnižší u skupiny hráčů hrajících na vyšší úrovni. Rekreační hráči u všech skupin, kromě tenisu, mají nejnižší hodnoty průměrné tepové frekvence při zápase. Loca in Liddle et al. (1996) dokonce charakterizuje badminton za nejnamáhavější raketový sport na světě.

V následující části lze poukázat na porovnání aerobní a anaerobní zátěže u jednotlivých raketových sportů.

V této práci bylo zjištěno, že se v badmintonu významně liší podíl aerobního a anaerobního pásma v souboru R oproti souboru K a L. Soubor R se vyskytoval průměrně v aerobním pásmu 94,31 % času a v anaerobním pásmu pouhých 4,91 %. Soubor K strávil průměrně v aerobním pásmu 52,77 % času a v anaerobním 46,28 %. Soubor L hrál průměrně 55,9 % v aerobním pásmu a 43,2 % v anaerobním pásmu.

Nosek (2008) ve své diplomové práci uvádí, že energetické krytí v zápase ve stolním tenisu na úrovni rekreační, krajské a ligové probíhá v aerobním pásmu. V modelových zápasech strávili hráči rekreační 100 % celkového času. Hráči nižších soutěží strávili 99,25 % celkového času a hráči vyšších soutěží 96,4 % celkového času.

Koťátko (2015) rovněž uvádí, že energetické krytí v zápase ve squashu na úrovni rekreační až extraligové probíhá především oxidativním způsobem. Rekreační hráči strávili v aerobním pásmu 84,33 %, hráči nižších sportovních soutěží se vyskytovali v aerobním pásmu průměrně 91,47 % a hráči vyšších soutěží strávili v aerobním pásmu 89,35 % celkového zápasu.

Šlitrová (2009) usuzuje, že energetické krytí v zápase v tenisu na všech zkoumaných úrovních probíhá oxidativním způsobem. V modelových utkáních průměrně strávili hráči rekreační úrovně pod hranici anaerobního prahu 94,08 %, hráči nižších soutěží 93,91 % a hráči vyšších soutěží 89,52 % celkového času.

Z toho vyplývá, že u raketových sportů probíhá převážná část hrazení energie oxidativním způsobem, tedy že energetické krytí probíhá v aerobním pásmu. Pouze při zápase v badmintonu na krajské a ligové úrovni probíhá zátěž zhruba stejným procentem času v anaerobním i anaerobním pásmu.

#### **4.5 Zhodnocení průběhu měření**

Dle mého názoru byl vybrán vhodný reprezentativní vzorek hráčů do každé skupiny. To se však neobešlo bez komplikací. Nejprve byli vytipováni hráči pro měření a následně osloveni a to tak, že byl kontaktován sportovní klub, trenér a samotný hráč. Muselo být osloveno několik klubů konkrétně TJ Slovan Vesec, SK Prosek Praha, TJ Sokol Malé Svatoňovice, TJ Chemička Ústí nad Labem, TJ Montas Hradec Králové, Start Jihlava, SKP Kometa Brno. Po vysvětlení důvodů měření jsem se nesetkal s odmítnutím a každý hráč mi vyšel vstříc. Celkem bylo osloveno 30 hráčů. Bylo v plánu do každé skupiny zahrnout 10 probandů. Nicméně při samotném měření se vyskytly problémy. Nejčastěji došlo ke komplikaci v průběhu samotného měření. Častým důvodem bylo špatné snímání tepové frekvence, hráč měl špatně utěsněný hrudní pás. Dalším důvodem, proč se měření nezdařila, byly slabé baterie ve sporttesteru. Největší obtíže nastaly při přenosu dat ze samotných sporttesterů do počítače, protože IR komunikační port pro přenos dat byl nekompatibilní k operačnímu systému Windows 10. Přenos dat proto nemohl být uskutečněn přímo na notebooku při zápase, ale až na počítači se starším operačním systémem. Tato skutečnost mi nejvíce stěžovala práci. Z těchto důvodů se nakonec podařilo naměřit kompletně 6 hráčů do každé skupiny.

Dalším úskalím bylo zjišťování maximální tepové frekvence pro nastavení sporttesterů. V literatuře se uvádí, že nejpřesněji tuto hodnotu lze stanovit v laboratorních podmínkách při zátěžovém vyšetření. Dle mého názoru by bylo ideální, kdyby všichni hráči absolvovali tuto prohlídku několik dní před měřením. Pro získání tohoto údaje jsem preferoval výsledky laboratorních testů u hráčů, kteří ho absolvovali v posledních dvou letech. Toto vyšetření v badmintonových klubech hráči alespoň 1x absolvovali. U rekreačních hráčů byla stanovena maximální srdeční frekvence Legerovým testem, tento test pomáhá odhadnout maximální tepovou frekvenci lépe než vzorec  $220 - \text{věk}$ , avšak je zde menší spolehlivost než v laboratorním vyšetření. Test musel být proveden v jiný den před samotným měřením, a to zvýšilo časovou náročnost sběru dat.

Je třeba zohlednit i fenomén srdeční variability, která je manifestována jak v průběhu jednoho dne, tak mezi jednotlivými dny. I přes kontrolované laboratorní podmínky nalezneme variace SF v rozmezí 2-4 tepy za minutu, pokud probíhá testování stejných probandů v rozmezí několika dnů (Achten in Hnízdl, Havel, 2012).

## 5 ZÁVĚR

Badminton je velice dynamický halový sport a patří k nejrychlejším raketovým sportům, od roku 1992 je součástí olympijských her (Mendrek, Novotná, 2007). Cílem práce bylo stanovit na základě měření intenzity srdeční frekvence pohybové zatížení při singlovém zápase v badmintonu. Měření bylo prováděno ve třech různých výkonnostních skupinách u mužů ve věku od 18 do 42 let. Skupiny byly rozděleny na rekreační hráče (soubor R), hráče hrající na krajské úrovni (soubor K) a hráče nastupující v 1. lize a extralize (soubor L).

Cíle práce byly splněny. Byly zjištěny hodnoty průměrné srdeční frekvence při zápase v badmintonu u jednotlivých souborů. U rekreačních hráčů byla naměřena průměrná hodnota srdeční frekvence  $154,5 \text{ tep. min}^{-1}$  při  $s = 8,46$ , ve druhé skupině hráčů hrajících na krajské úrovni byla naměřena průměrná hodnota  $168,5 \text{ tep. min}^{-1}$ ,  $s = 6,77$ . Třetí skupina hrající na nejvyšší úrovni měla naměřenou průměrnou hodnotu srdeční frekvence  $168,5 \text{ tep. min}^{-1}$ , ovšem  $s = 11,36$ . Byla potvrzena první hypotéza, rekreační hráči mají statisticky významně nižší hodnotu průměrné srdeční frekvence než hráči hrající na krajské a ligové úrovni. Hráči hrající na krajské úrovni se od ligových hráčů v hodnotách průměrné srdeční frekvence nijak neliší, průměrné hodnoty v těchto souborech vyšly dokonce stejné.

Druhá hypotéza byla potvrzena, protože hráči souboru K, L strávili více času ve vyšších zónách intenzity než hráči rekreační (soubor R). Hráči souboru R se nejvíce pohybovali v Z2 a to konkrétně 46,3 % času a v Z3 strávili 41,6 % času, kdežto hráči souboru K a L se nejvíce pohybovali v Z1 a Z2. Hráči na krajské úrovni v Z1 strávili 46,3 % a v Z2 38,5 % celkového času zápasu. Hráči na ligové úrovni se pohybovali v Z1 43,2 % času a v Z2 41,3 % celkového času. Všechny soubory hráčů se pohybovaly při hře v naprosté většině v prvních třech zónách, to znamená nad 70 % tepového rozpětí. Hra badminton probíhá ve střední až vysoké intenzitě zátěže.

Významně se zde liší podíl aerobního a anaerobního pásma v souboru R oproti souboru K a L. Soubor R se vyskytoval průměrně v aerobním pásmu 94,31 % času a v anaerobním pásmu pouhých 4,91 %. Soubor K strávil průměrně v aerobním pásmu 52,77 % času a v anaerobním 46,28 %. Soubor L hrál průměrně 55,9 % v aerobním pásmu a 43,2 % v pásmu anaerobním.

Z porovnání badmintonu s ostatními raketovými sporty vyplývá, že u hráčů je nejvyšší průměrná tepová frekvence ve všech skupinách (hráči hrající rekreační, nižší soutěže a vyšší soutěže) při hraní badmintonu.

## 6 REFERENČNÍ SEZNAM

- BERNACIKOVÁ, M., 2009. Pravidla badmintonu. *Badminton - interaktivní průvodce: Fakulta sportovních studií* [online]. [vid. 2016-07-02]. Dostupné z: [http://is.muni.cz/do/1499/el/estud/fsps/js08/badminton/ed\\_2/pages/pravidla.html](http://is.muni.cz/do/1499/el/estud/fsps/js08/badminton/ed_2/pages/pravidla.html)
- BERNACIKOVÁ, M., KAPOUNKOVÁ, K., NOVOTNÝ, J., et al., 2010. *Fyziologie sportovních disciplín* [online]. Brno: Masarykova univerzita [vid. 2016-07-06]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/ps10/fyziol/web/index.html>
- BUNC, V., 1995. Pojetí tělesné zdatnosti a jejich složek. TVSM 64,5. Praha. UK FTVS.
- CABELLO, D., GONZÁLEZ-BADILLO, J. J., 2003. Analysis of the characteristics of competitive badminton. *British Journal of Sport Medicine* [online]. 37, 62 - 66 [vid. 2016-07-18]. DOI: 10.1136. ISSN 14730480. Dostupné z: <http://bjsm.bmj.com/content/37/1/62.short>
- DÝROVÁ, J., LEPKOVÁ, H., 2008. *Kardiofitness: vytrvalostní aktivity v každém věku*. Praha: Grada. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-2273-3.
- FTVS [FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU]. 2015. *Manuál pro měření antropometrických dat a motorických testů*. Praha: Karlova univerzita. Dostupné také z: <http://www.ftvs.cuni.cz/FTVS-601.html?q=leger+test>
- HAVLÍČKOVÁ, L. a kol., 1993. *Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část - I. Díl*. Praha: Univerzita Karlova
- HNÍZDIL, J., HAVEL, Z., 2012. *Rozvoj a diagnostika vytrvalostních schopností*. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem. ISBN 978-80-7414-476-9.
- HŘEBÍČKOVÁ, S., 2014 *Turistika a sporty v přírodě* [online]. Brno: Masarykova univerzita, [vid. 2016-07-10]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/104/Cover.html>
- JANČÍK, J., ZÁVODNÁ, E., NOVOTNÁ M., 2006. Způsoby získávání energie. In: *Fyziologie tělesné zátěže* [online]. [vid. 2016-07-10]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/1499/el/estud/fsps/js07/fyziol/texty/ch02s02.html>

KOHLÍKOVÁ, E., 2000. Vybraná témata praktických cvičení z fyziologie člověka. 1. vyd. Praha: Karolinum. 83 s. ISBN 80-246-0073-0.

KOLÁŘ, P., et al., 2009. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, ISBN 978-80-7262-657-1.

KORČÁKOVÁ, P., 2009. Jednostranné sportovní aktivity a jejich vliv na posturu sportovce. Bakalářská práce. Brno: Masarykova univerzita

KOŤÁTKO, P., 2015. *Intenzita pohybového zatížení při zápase ve squashu*. Diplomová práce. Liberec: TUL.

KRAJČA, T., RUBÁŠ, J., TURONĚ, M., c2006-2014. Základní fakta o badmintonu.. *Badminton web: Badminton - pravidla, aktuality, recenze, haly* [online]. [vid. 2016-07-06]. Dostupné z: [http://www.badmintonweb.cz/zakladni\\_fakta\\_o\\_badmintonu.htm](http://www.badmintonweb.cz/zakladni_fakta_o_badmintonu.htm)

KUČERA, M., DYLEVSKÝ, I., 1999. *Sportovní medicína*. Praha: Grada. ISBN 80-716-9725-7.

LIDDLE, S. D., M. H. MURPHY a W. BREAKLEY. A, 1996 comparison of the physiological demands of singles and doubles badminton: A heart rate and time/motion analysis. *Journal of Human Movement Studies*. 30, 159 - 176. Dostupné také z: [https://www.researchgate.net/publication/237081096\\_A\\_comparison\\_of\\_the\\_physiological\\_demands\\_of\\_singles\\_and\\_doubles\\_badminton\\_A\\_heart\\_rate\\_](https://www.researchgate.net/publication/237081096_A_comparison_of_the_physiological_demands_of_singles_and_doubles_badminton_A_heart_rate_)

MÁČEK, M., RADVANSKÝ, J., 2011. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-695-3.

MÁČEK, M., VÁVRA, J., 1988. *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže. 2*. Praha: Avicenum. ISBN 08-080-88.

MENDREK, T., NOVOTNÁ, M., 2007. *Badminton: úderová technika, pohyb po kurtu, taktika hry. 2., upr. vyd.* Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2004-3.

MĚKOTA, K., NOVOSAD, J., 2005. *Motorické schopnosti*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 175 s. ISBN 80-244-0981-X.

NOSEK, J., 2008. *Intenzita pohybového zatížení při zápase ve stolním tenise*. [diplomová práce] Liberec: TUL.

PASTUCHA, D., 2014. *Tělovýchovné lékařství: vybrané kapitoly*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4837-5.

STÁDNÍK, F., 2006. Český badmintonový svaz [online]. [vid. 2016-07-02]. Dostupné z: <http://czechbadminton.cz>

SUCHOMEL, A., 2015. *Aktuální přístupy k rozvoji a hodnocení tělesné zdatnosti v rámci školní tělesné výchovy* [online]. Liberec: TUL. [vid. 2016-07-11]. Dostupné z: <https://www.ktv.tul.cz/ke-stazeni/category/9-suchomel#>

SUCHOMEL, A., 2006. Tělesně nezdatné děti školního věku (motorické hodnocení, hlavní činitelé výskytu, kondiční programy). 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 351 s. ISBN 80-7372-140-6.

SVOBODA, P., 2012. *Uživatelská příručka Polar RS 800CX*. Praha.

ŠEFLOVÁ, I., 2014. *Pohyb a zdraví: inovace výuky tělesné výchovy a sportu na fakultách TUL v rámci konceptu aktivního životního stylu*. Liberec: TUL. ISBN 978-80-7494-122-1.

ŠLITROVÁ, P., 2010. *Intenzita pohybového zatížení při zápase v Tenise*. Diplomová práce. Liberec: TUL.

VILIKUS, Z., BRANDEJSKÝ, P., NOVOTNÝ, V. 2004. *Tělovýchovné lékařství*. Karolinum. ISBN 80-246-0821-9.

VOKURKA, M., HUGO, J., 2009. *Velký lékařský slovník*. 9., aktualiz. vyd. Praha: Maxdorf. Jessenius. ISBN 978-80-7345-202-5.

WONISCH, M., HOFMANN, P., SCHWABERGER, G., VON DUVILLARD, S.P., a KLEIN, W. 2003. Validation of a field test for the non-invasive determination of badminton specific aerobic performance. *British Journal of Sport Medicine* [online]. , 37, 115 - 118 [vid. 2016-07-18]. DOI: 10.1136. ISSN 14730480. Dostupné z: <http://bjsm.bmj.com/content/37/2/115.full>

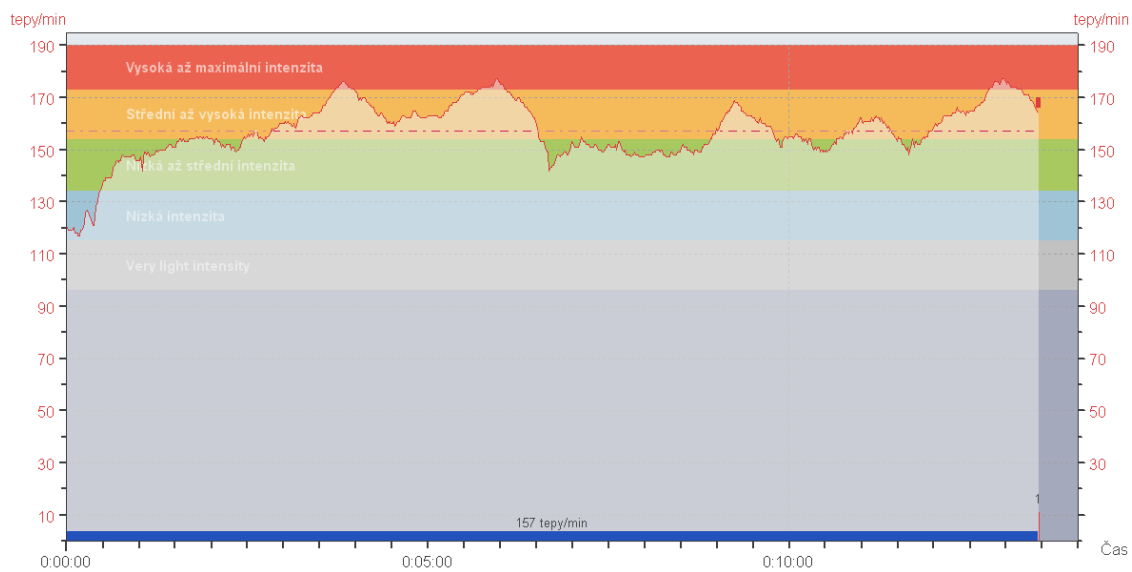


ZAHRADNÍK, D., KORVAS, P., 2012. *Základy sportovního tréninku* [online]. Brno: Masarykova univerzita. [vid. 2016-07-10]. ISBN ISBN 978-80-210-5890-3. Dostupné z: <https://publi.cz/books/51/Cover.html>

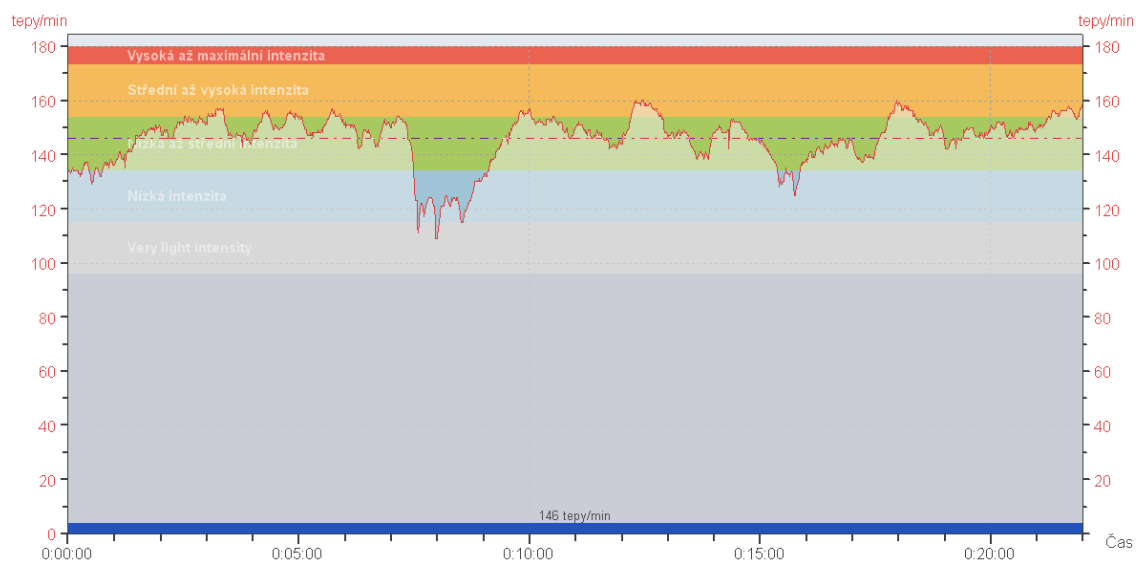
ZÍTKO, M., 2003. Posuzování tělesné zdatnosti. *Pohyb je život* 1/2003, příloha č. 22.

## **7 PŘÍLOHY**

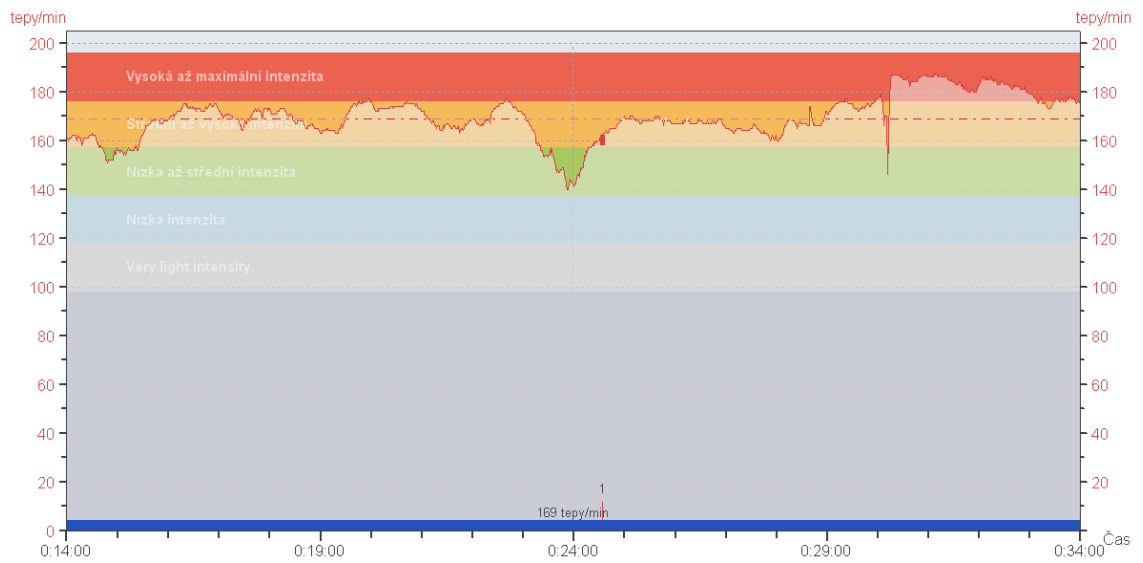
Seznam příloh: Příloha 1: Měření srdeční frekvence během zápasu v badmintonu



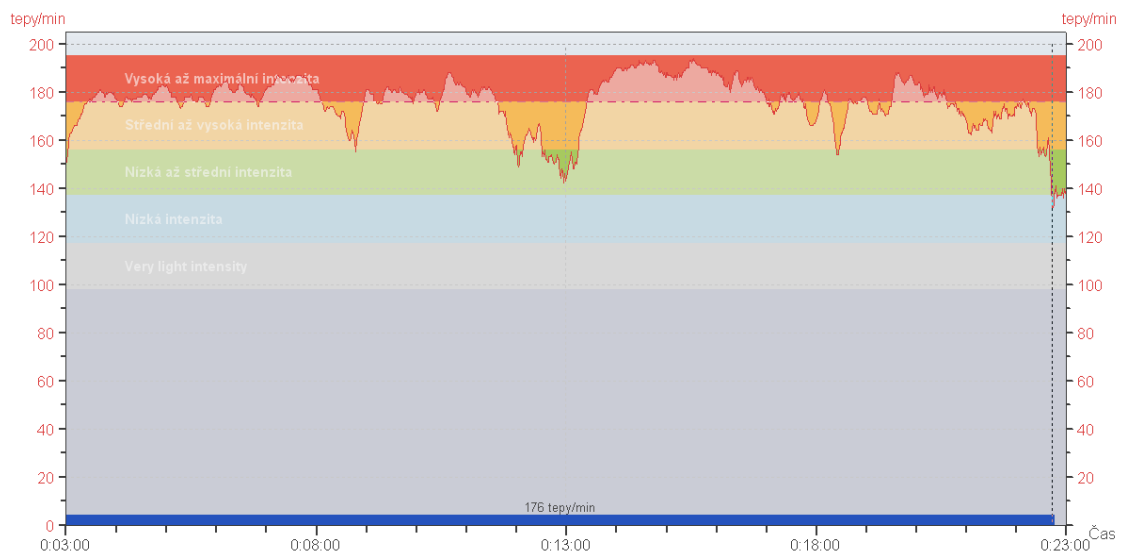
P1 Obrázek 1: Hráč C.K. – Průběh srdeční frekvence při zápase – soubor R



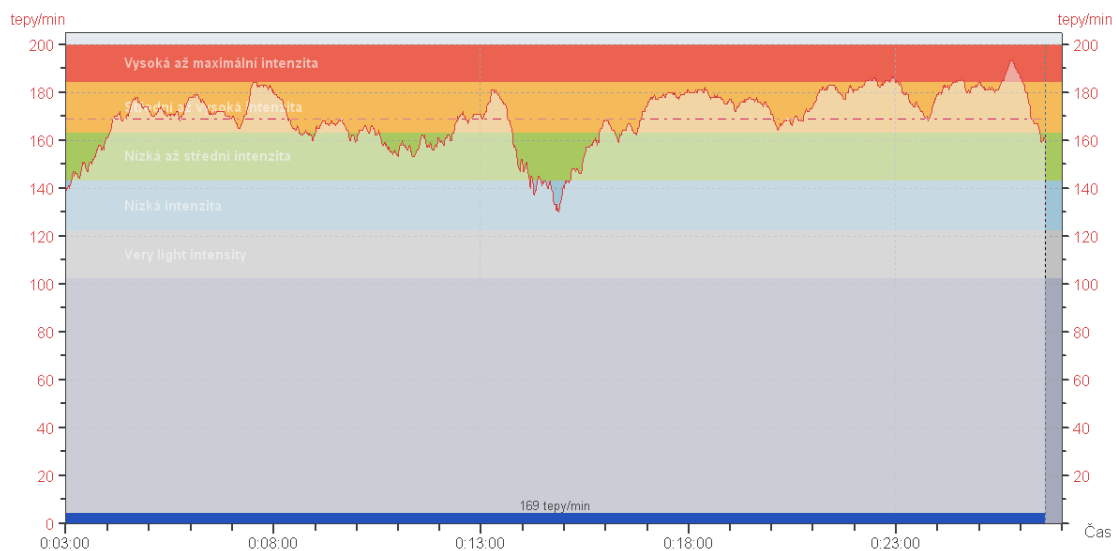
P1 Obrázek 2: Hráč B.H. – Průběh srdeční frekvence při zápase – soubor R



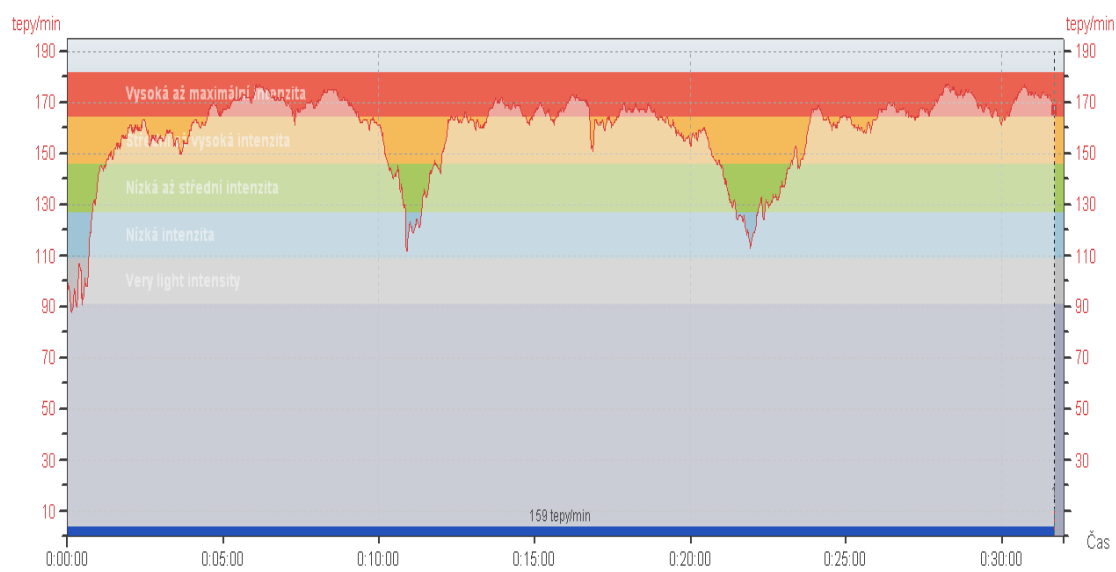
P1 Obrázek 3: Hráč K.H. – Průběh srdeční frekvence při zápase – soubor R



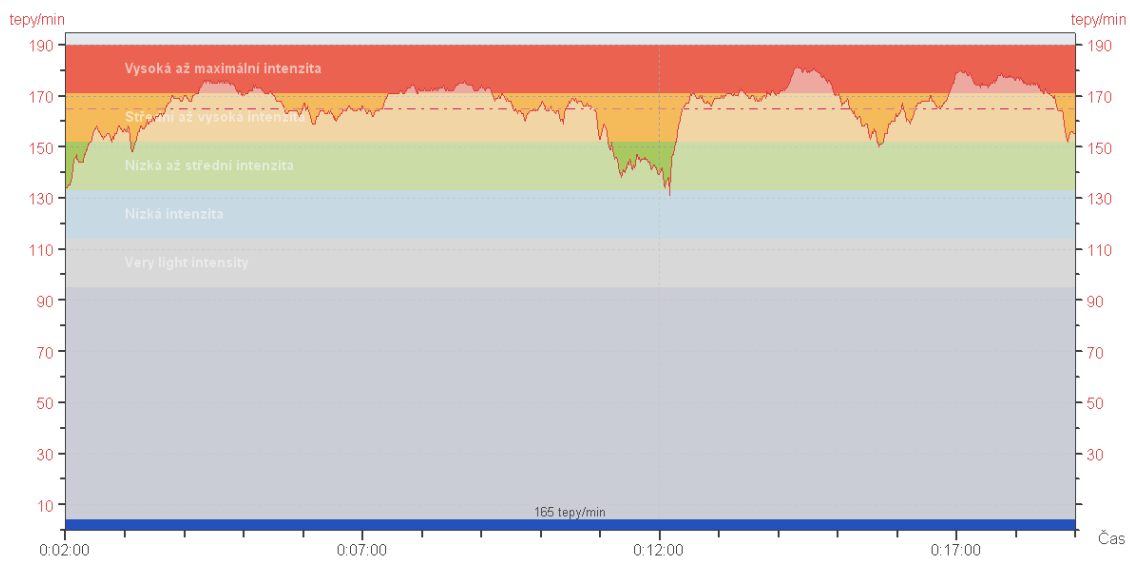
P1 Obrázek 4: Hráč L.O. – Průběh srdeční frekvence při zápase – soubor K



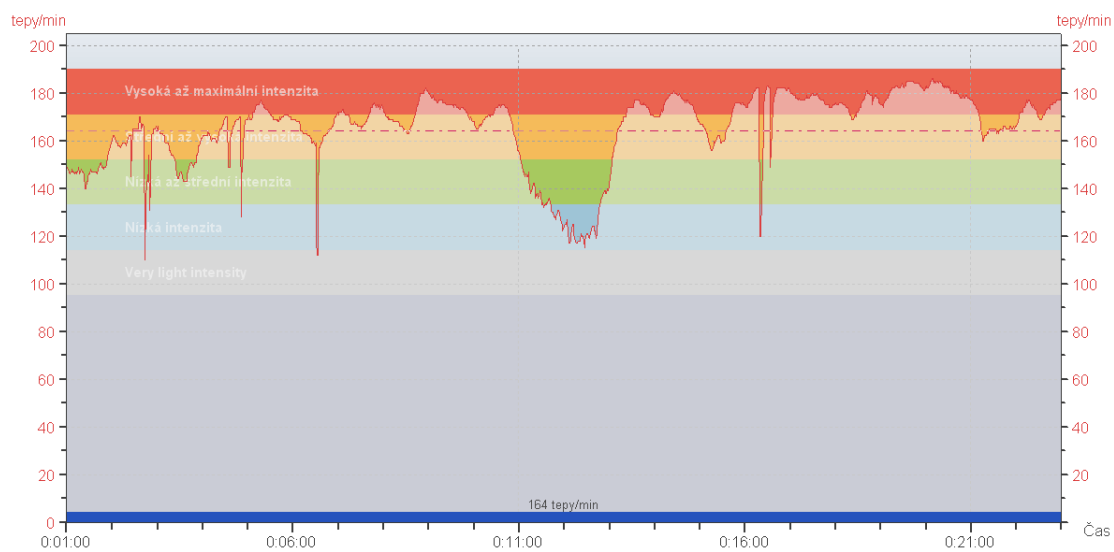
P1 Obrázek 5: Hráč K.B. – Průběh srdeční frekvence při zápase – soubor K



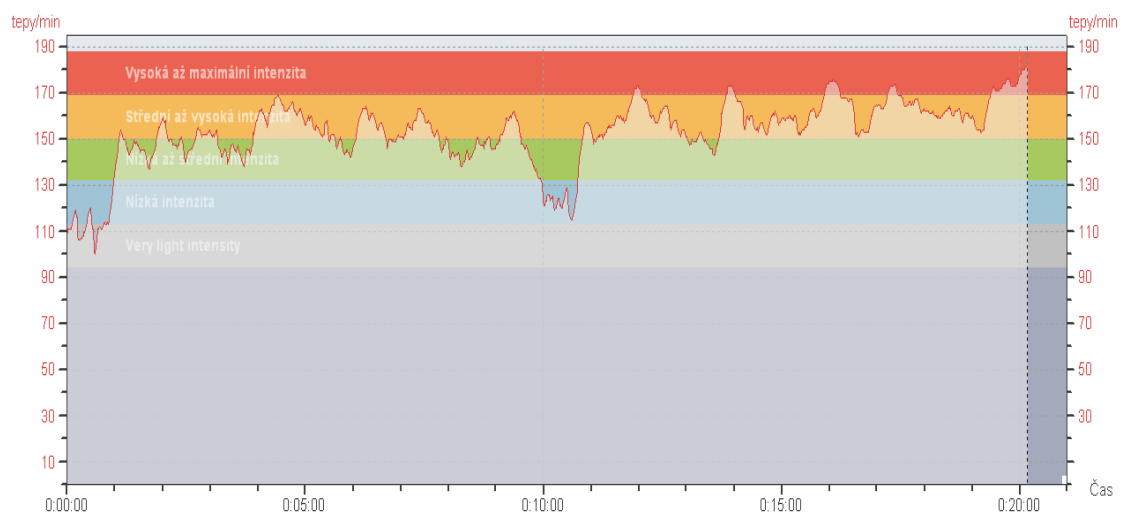
P1 Obrázek 6: Hráč A.P. – Průběh srdeční frekvence při zápase – soubor K



P1 Obrázek 7: Hráč P.Š. – Průběh srdeční frekvence při zápase – soubor L



P2 Obrázek 8: Hráč J.Ka. – Průběh srdeční frekvence při zápase – soubor L



P1 Obrázek 9 : Hráč T.K. - Průběh srdeční frekvence při zápase – soubor L