

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

KATEDRA TĚLESNÉ A SPORTOVNÍ VÝCHOVY

**VYUŽITÍ MODERNÍCH MONITOROVACÍCH PROSTŘEDKŮ A
JEJICH KOMPARACE PŘI EVIDENCI SPORTOVNÍHO TRÉNINKU**
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Jan Matas

Učitelství pro 2. stupeň ZŠ, obor Výchova ke zdraví - Tělesná výchova

Vedoucí práce: Mgr. Luboš Charvát

Plzeň, 2017

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni, 18. dubna 2017

.....
vlastnoruční podpis

Rád bych touto cestou co nejsrdečněji poděkoval vedoucímu práce, Mgr. Luboši Charvátovi za jeho odborné vedení, cenné rady, věcné připomínky a čas věnovaný při konzultacích. Současné poděkování si zaslouží celá má rodina za jejich nekonečnou podporu během celého mého studia.

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta pedagogická
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan MATAS**
Osobní číslo: **P15N0126P**
Studijní program: **N7503 Učitelství pro základní školy**
Studijní obory: **Učitelství tělesné výchovy pro základní školy
Učitelství výchovy ke zdraví pro základní školy**
Název tématu: **Využití moderních monitorovacích prostředků a jejich
komparace při evidenci sportovního tréninku**
Zadávající katedra: **Katedra tělesné a sportovní výchovy**

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

1. prosinec 2015: zadání diplomové práce a zpracování postupu jejího vypracování
2. leden - březen 2016: studium odborné literatury, zpracování projektu diplomové práce
3. duben - červen 2016: zpracování teoretické části diplomové práce
4. červenec - prosinec 2016: komparace zařízení, sběr a vyhodnocení dat
5. leden - květen 2017: zpracování praktické části diplomové práce
6. 30.června 2017: odevzdání diplomové práce

Rozsah grafických prací: 10 stran
Rozsah kvalifikační práce: 40-60 stran textu A4
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

1. BRKLOVÁ, D., HERCIG, S. Diplomová práce studujících učitelství tělesné výchovy. 1. vyd. Plzeň: PEF ZČU, 1994, 34 s. ISBN 80-7043-112-1.
2. HRUBOŠOVÁ, Noemi a Tomáš VESPALEC. Využití akcelerometrických měření pro monitoring pohybové aktivity. Brno, 2015. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Fakulta sportovních studií. Katedra kineziologie.
3. MICHALÍK, P., ROUB, Z. Zpracování diplomové a bakalářské práce na počítači. Plzeň: Západočeská univerzita 2009 ISBN 978-80-7043-828-2.
4. ŠRUTKA, Petr a Jan CACEK. Využití mobilních telefonních zařízení a sporttestrů pro evidenci sportovního tréninku. Brno, 2012. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Fakulta sportovních studií. Katedra atletiky, plavání a sportů v přírodě.

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Luboš Charvát

Datum zadání diplomové práce: 9. prosince 2015

Termín odevzdání diplomové práce: 30. června 2017


RNDr. Miroslav Randa, Ph.D.
děkan




Doc. PaedDr. Jaromír Štělba, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 11. ledna 2016

OBSAH

| | |
|---|----|
| ÚVOD | 2 |
| 1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA | 5 |
| 1.1 AKCELEROMETRY | 6 |
| 1.1.1 Actigraph GT3X | 9 |
| 1.1.2 Actitrainer | 10 |
| 1.2 PEDOMETRY (KROKOMĚRY) | 12 |
| 1.2.1 Yamax Digiwalker SW-700 | 14 |
| 1.3 GLOBÁLNÍ NAVIGAČNÍ SATELITNÍ SYSTÉMY (GNSS) | 16 |
| 1.3.1 Sporttestery | 28 |
| 1.3.2 SPT GPS | 32 |
| 1.4 FITNESS TRACKERY A FITNESS NÁRAMKY | 35 |
| 1.4.1 Fitbit Charge HR | 38 |
| 1.4.2 Polar Loop 2 | 39 |
| 1.4.3 Xiaomi MiBand 1s | 40 |
| 1.5 KOMBINOVANÉ A DALŠÍ PŘÍSTROJE | 42 |
| 1.5.1 miCoach | 42 |
| 1.5.2 Nike+ | 44 |
| 1.5.3 Aplikace do mobilních telefonů | 45 |
| 1.5.4 Chytré hodinky | 47 |
| 2 CÍL, ÚKOLY | 48 |
| 2.1 CÍL | 48 |
| 2.2 ÚKOLY | 48 |
| 3 HYPOTÉZY, VÝZKUMNÉ OTÁZKY | 49 |
| 3.1 VĚDECKÉ HYPOTÉZY PRÁCE | 49 |
| 3.2 VÝZKUMNÉ OTÁZKY | 50 |
| 4 METODIKA | 51 |
| 4.1 POPIS TESTU | 51 |
| 4.2 POPIS TESTOVANÝCH MONITOROVACÍCH PROSTŘEDKŮ | 53 |
| 4.2.1 Garmin Forerunner 210 HR | 53 |
| 4.2.2 Garmin vívosmart optic | 54 |
| 4.2.3 Srovnání funkcí a parametrů testovaných monitorovacích prostředků | 55 |
| 4.3 POUŽITÉ PŘÍSTROJE PRO NAHRÁNÍ DAT DO GARMIN CONNECT | 55 |
| 4.4 POUŽITÉ STATISTICKÉ METODY | 56 |
| 4.5 VÝZKUMNÝ SOUBOR | 56 |
| 5 VÝSLEDKY | 57 |
| 6 DISKUZE | 64 |
| ZÁVĚR | 68 |
| RESUMÉ | 70 |
| SUMMARY | 71 |
| SEZNAM LITERATURY | 72 |
| SEZNAM ZKRATEK | 77 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 78 |
| SEZNAM TABULEK | 79 |
| SEZNAM GRAFŮ | 80 |
| PŘÍLOHY | I |

Úvod

Moderní monitorovací prostředky jsou nedílnou součástí současného sportovního odvětví. Profesionální týmy a sportovci využívají přístroje, jako například akcelerometry, pedometry, monitory srdeční frekvence, GPS zařízení apod. Tyto přístroje využívají k monitorování a evidenci sportovního tréninku. Nutno podotknout, že i tyto moderní zařízení stále více „zdobí“ ruce amatérských a rekreačních sportovců. Vznikají nové, jako například tzv. fitness náramky.

I další autoři se zabývají ve svých zajímavých pracích moderními monitorovacími prostředky. Například Pelzlová (2008) ve své bakalářské práci ověřovala funkce měření počtu kroků u komplexního monitorovacího přístroje Actitrainer.

Empirickým sledováním přesnosti měření monitorovacích zařízení se již také věnoval Petr Šrutka (2012), ve své diplomové práci porovnával přístroje: sporttester od Garminu Forerunner 405 CX a sporttester Polar RS800 a mobilní telefonní zařízení iPhone 4S.

Noemi Hrubošová (2015) ve své diplomové práci se zabývala využitím akcelerometrických měření pro monitoring pohybové aktivity. Pro tuto práci využila akcelerometrické přístroje ActiGraph wGT3X-BT a software ActiLife.

Velice přínosná je také bakalářská práce Petra Špicara (2011), který se zaměřil na využití moderních technologií v orientačních sportech. Tato práce má za cíl seznámit širokou veřejnost s využívanými moderními technologiemi, jejich funkcemi a využití v praxi.

Lukáš Grečmal (2015) ve své práci také zkoumal využití přenosných elektronických zařízení ve výuce tělesné výchovy. Teoreticky představuje, analyzuje a ověřuje možnosti výuky za pomoci přenosných elektronických zařízení se zaměřením na dotyková zařízení. Jeho práce spojuje několik různých tematických celků, které tvoří komplexní obraz k dané problematice.

Možnostmi využití akcelerometrických měření na úrovni fitnesscentra se zabývá Lukáš Špunar (2016) ve své práci. Zaměřil se na moderní měřící zařízení a systémy jako například na sporttestery, krokoměry, fitness náramky a akcelerometry.

Předmětem diplomové práce Veroniky Haluzové (2014) je využití sporttesteru v triatlonu. Cílem práce bylo na základě výzkumného šetření určit benefity využití sporttesteru v tréninku a v závodě včetně otázky správného používání, aby byl trénink efektivní.

Jak je patrné, moderní monitorovací prostředky jsou na pořadu dne, a proto vzniká i velké množství různých prací, studií a výzkumů. O tuto problematiku jsem se již zajímal ve své bakalářské práci, která nese název: „*Využití moderních počítačových a technologických prostředků pro sledování tréninkového procesu*“. V této bakalářské práci, která byla publikována v roce 2013, byl nastíněn průřez přístrojů, které se v současné době využívají pro sledování tréninkového procesu, ať už v profesionálním, výkonovém či amatérském sportovním prostředí. V teoretické části bakalářské práce byly přiblíženy moderní počítačové prostředky, více známé jako různé sporttestery, konkrétně sporttester Forerunner 210 HR. Dále byly přiblíženy i méně známé technologie, například přístroj Nike+. V praktické části bakalářské práce byl testován a porovnáván v přesnosti měření tradiční sporttester Forerunner 210 HR s celkem netradičním a méně známým přístrojem miCoach.

Bylo by namístě navázat na výše zmíněnou, celkem úspěšnou bakalářskou práci a zaměřit se v této diplomové práci na rozšíření teoretické části o další méně či více známé přístroje. Obzvláště se zaměřit na současnou celkem velkou záplavu chytrých módních náramků neboli fitness náramků. V rámci této diplomové práce byla možnost vyzkoušet a testovat tyto fitness náramky: Fitbit Charge HR, Polar loop 2, Garmin vívosmart optic a Xiaomi MiBand 1s. Dále byla možnost vyzkoušet GPS zařízení SPT GPS, tímto bych chtěl poděkovat Mgr. Václavu Uzlíkovi za zapůjčení tohoto přístroje k vyzkoušení a testování. Musím říci, že každý tento přístroj má své pro a proti a detailnější rozbor jednotlivých přístrojů je dále v práci v kapitole 1.4 Fitness trackery a fitness náramky a přístroj SPT GPS v kapitole 1.3 Globální navigační satelitní systémy (gnss) detailněji v podkapitole 1.3.2 SPT GPS.

Na základě funkcí jednotlivých zkoušených fitness náramků, jejich parametrů a příjemnějšího uživatelského prostředí byl vybrán fitness náramek Garmin vívosmart optic k podrobnějšímu porovnávání. Přístroj Garmin vívosmart optic byl porovnáván se sporttesterem Garmin Forerunner 210 HR z hlediska přesnosti měření, a to u veličin

vzdálenosti a průměrné rychlosti. Toto podrobnější porovnávání fitness náramku a sporttesteru je obsahem praktické části počínaje kapitolou 2 Cíl, Úkoly a dále.

Impulesem, proč vznikla tato práce, je můj enormní zájem o moderní technologie, které mohou sloužit ke zkvalitnění sportovního tréninku. Sám využívám tyto technologie k evidenci a porovnávání svých fotbalových tréninků a zápasů mezi sebou v rámci svého fyzického zatížení. Jedním z dalších důvodů bylo, že jsem mohl navázat na svou bakalářskou práci, kterou jsem zmiňoval výše, a mohl prohloubit své znalosti v problematice moderních technologických prostředků, které jsou používány ve sportovním tréninku.

Diplomová práce samozřejmě poslouží sportovcům, trenérům a lidem, kteří se pohybují v profesionálním světě sportu. Nicméně i široká veřejnost či výkonnostní a amatérští nadšenci, jež mají zájem o tyto přístroje, si určitě přijdou na své.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

V úvodní kapitole předložené diplomové práce se pokusíme shrnout teoretická východiska monitorovacích prostředků sloužící k měření PA, které jsou v současné době dostupné na trhu. Dnešní pokroková doba udává vražedné tempo, co se týče moderních technologií. Nové technologie a prostředky vznikají takřka ze dne na den. Zaměříme se na moderní prostředky, které dnes určují směr, a to konkrétně na akcelerometry, pedometry, GPS, fitness náramky, kombinované a další přístroje. Snažíme se o rozdělení přístrojů dle jejich typů a vlastností. Popisujeme obecně princip fungování jednotlivých technologií, dále konkrétní příklady jednotlivých přístrojů, jejich popis, parametry a možné využití v době tvorby této diplomové práce.

Vznikají i přístroje, které kombinují různé technologie, jako například sporttester, do kterého je integrován GPS přijímač. Vznikají tedy tzv. multifunkční přístroje jako například miCoach a Nike+. Takovéto multifunkční přístroje jsou schopny zaznamenávat větší množství dat než ostatní jednoduché přístroje. Existují další zařízení, která spojují další technologie dohromady, jako třeba sporttester s krokoměrem, sporttester s akcelerometrem, atd. Samozřejmě je v této práci poukázáno na tuto jednotlivou propojenost, kompatibilitu a spolupráci jednotlivých technologií a zařízení mezi sebou.

S fitness náramky nebo chcete-li chytrými náramky se v posledních pár letech roztrhl pytel. Jsou to nové přístroje, které opět kombinují několik technologií dohromady, jako třeba krokoměry s měřením tepové frekvence a akcelerometry. Výrobci pojali fitness náramky jednak jako funkční přístroje k měření PA, a za druhé také jako módní doplněk, proto můžeme na trhu vidět nejen méně funkčně vydařené přístroje, ale naopak i velice elegantní. Tyto přístroje se perfektně hodí na zaznamenávání PA během dny. Novější přístroje dokážou dokonce zaznamenat i noční aktivity, jako je kvalita spánku. Zařízení se zaměřují jak na širokou veřejnost, tak i na náročné sportovce, kteří vyžadují od těchto přístrojů více funkcí a kvalitnější zpracování, proto je na trhu velká škála těchto přístrojů. Tento současný trend je i jedním z hnacích motorů této práce.

Obrovské množství dat, které poskytují výše zmíněné přístroje, mohou pomoci uživatelům ke zlepšení svých výsledků. Záleží na uživatelích těchto přístrojů, jestli se dokážou orientovat na trhu v nabízených přístrojích a datech, které jednotlivé přístroje

zaznamenávají. Dále záleží na tom, jak jsou uživatelé schopni jednotlivá data zpracovat a interpretovat ve svůj prospěch. Data poslouží určitě profesionálním sportovcům, ale i široké veřejnosti, která může tímto způsobem podpořit svojí PA, a tím i zdravý styl života.

1.1 AKCELEROMETRY

Akcelerometry jsou podle Chena (2014) přístroje měřící zrychlení, které jsou většinou malé, lehké a některé z nich cenově dostupné.

Podle Bajorka (2011) akcelerometry detekují PA a měří energetický výdej uživatele. Na rozdíl od dalších technologií měření PA, jako jsou snímače TF a krokoměry, poskytují akcelerometry nejpřesnější odhad tělesné aktivity. Přístroj funguje na bázi tzv. piezoelektrických krystalů. Tyto krystaly se sami deformují a generují elektrický náboj neboli impulzy, které lze přepočítat na výdej energie [kcal]. Přepočet na výdej energie závisí na individuálních somatických charakteristikách uživatelů. Součástí přístroje akcelerometru je i seizmická hmota, která deformuje piezoelektrický materiál. Tato deformace je dána působením zrychlení buď tlakem, nebo ohybem a je velká jako zrychlení v daném směru, což znamená, že zde platí přímá úměra.

„Aktivní energetický výdej organismu je dán statickou a dynamickou svalovou prací. Dynamická svalová práce vede k přesunu organismu nebo jeho částí v gravitačním poli a je spojena s akcelerometrem detekovatelným zrychlením.“ (Bajorek, 2011, s. 27)

Při dynamické činnosti organismu platí opět přímá úměra. Tato úměra závisí na aktivním energetickém výdeji uživatele a na celkovém součtu všech detekovaných zrychlení, které jsou v různých směrech. Vypočítaný energetický výdej je relativní k tělesné hmotnosti vyšetřované osoby a detekovanému zrychlení. Nevýhodou piezoelektrického akcelerometru je nerozpoznání statické činnosti organismu, tzn. že akcelerometr nedetekuje silové složky organismu. Přístroj dále nedokáže detekovat zrychlení, konkrétně zrychlení ve směru nebo proti směru gravitace. Naštěstí tento problém se dá řešit, a to doplněním akcelerometru novějšími technologiemi, které již dokážou detekovat statické neboli silové složky organismu. Tyto nové technologie umí zahrnout do výpočtu energetický výdej i polohu těla. (Bajorek, 2011)

Togowa (1998) ve své publikaci toto úskalí potvrzuje a doplňuje, že většina akcelerometrů není schopna detekovat právě tyto statické složky zrychlení, jako jsou

například sezení a stání. Nicméně pokroky v technologii umožnily měření právě tohoto statického zrychlení. Nyní je již možné poskytnout informace o poloze těla.

U akcelerometrů existuje několik různých principů zaznamenávání zrychlení, obecně však lze říci, že se jde o měření intenzity a počtu změn elektrických impulzů. Akcelerometry se skládají z mikro-elektro-mechanických systémů zkráceně MEMS. (Špunar, 2016)

Technologie MEMS je zkratka z anglického „Micro-Electro-Mechanical Systems“. Tato technologie výroby akcelerometrů přispěla v posledních letech k velkému rozmachu těchto senzorů. Akcelerometry využívají k měření zrychlení různé principy a každý tento princip je vhodný pro jiné použití. (Blažek, 2015)

V této práci jsme si blíže specifikovali princip piezoelektrický, jelikož tento princip měření je právě zastoupen v přístrojích, které měří PA. Ovšem nesmíme zapomenout právě ani na další principy měření, a proto jsou krátce zmíněny níže.

Podle Blažka (2015) jsou další principy měření a to kapacitní, tepelné a piezorezistivní.

Kapacitní senzory jsou v současné době nejrozšířenější, jelikož mají velmi nízké výrobní náklady a velký měřicí rozsah. Jejich přesnost měření se neustále zvyšuje. Tyto senzory pracují na principu kapacitního děliče napětí. Využívají se v aplikacích, kde není kladen velký důraz na dynamické vlastnosti a přesnost měření.

Tepelné akcelerometry mají velkou výhodou v tom, že nemají mechanické pohyblivé části. Tyto akcelerometry jsou založeny na principu konvekce vyhříváných molekul plynu. Tento plyn se nachází v uzavřené dutině, kde se může pohybovat. Dalšími výhodami těchto přístrojů jsou bezpochyby vysoká přesnost měření a odolnost vůči elektromagnetickým polím. Nevýhodami tepelných akcelerometrů je vyšší spotřeba energie oproti kapacitním, dále malý frekvenční rozsah, který je od 0 do jednotek až desítek Hz, a relativně malý měřicí rozsah, který je v řádech jednotek až desítek g.

Piezorezistivní akcelerometry neboli tenzometrické nepracují na principu deformace vnějším tlakem, nýbrž jsou závislé na setrvačné síle působící na uchycenou hmotu vystavenou zrychlení. Mezi výhody patří velký měřicí rozsah, který může být v závislosti na tuhosti pružného elementu v jednotkách až v tisících g.

Akcelerometry jsou velice využívány v různých oblastech jako například ve spotřební elektronice, automobilu nebo průmyslu. Ve spotřební elektronice jsou akcelerometry většinou dostupné v chytrých mobilních telefonech, tabletech, hračkách, herních zařízeních, fotoaparátech, videokamerách, atd. (Blažek, 2015)

Akcelerometry reagují na zrychlení pohybu těla v prostoru. Můžeme je rozdělit na jednodušší, které snímají pohyb dopředu a vzhůru tzv. jednoosé a dvojosé akcelerometry. Složitější přístroje již reagují i na pohyby do stran a nazývají se tzv. trojosé. Využívají se především k měření PA (nízké - submaximální intenzity). (Chen, 2014)

Rozdělení podle Chena (2004) je tedy na jednoosé, dvouosé a tříosé.

Dělení akcelerometrů podle autorů Sigmunda a Sigmundové (2011) je z uživatelského hlediska rozděleno na dva druhy přístrojů, a to na jednoosé neboli lineární a trojosé neboli prostorové akcelerometry. Lineární přístroje jsou charakterizovány svojí jednoduchostí a měří zrychlení pouze v jedné rovině. Velice důležité je jejich umístění, aby byla zaručena přesnost měření. Toto umístění většinou bývá v pase uživatele. Mezi jednoosé akcelerometry řadí například Actigraph GT1M nebo Caltrac. Prostorové akcelerometry umí měřit zrychlení ve třech rovinách, konkrétně v rovině horizontální (X), vertikální (Y) a transverzální (Z). Měření tří os je dáno tím, že mají v sobě zabudované větší množství piezoelektrických jednotek než zařízení jednoosé. Umístění prostorových zařízení není tak důležité jako v případě jednoosých zařízení. Mezi prostorové akcelerometry řadíme přístroje Actical, Actigraf GT3X, Actiwatch, Mini-Motionlogger, Activtracer, RT3, Tritrac-R3D a další.

Dále rozděluje Sigmund a Sigmundová (2011) akcelerometrické přístroje podle rozsahu výsledku na souhrnné i průběžné nebo jen na souhrnné. Přístroje, které mají i průběžné hodnocení či sledování PA v každém okamžiku poskytují lepší a detailnější rozbor PA. Je zde i možnost porovnat jednotlivé části měření, což má významný přínos.

Další rozdělení je dle obsluhy a nastavování přístrojů, které je buď manuální nebo pomocí počítače. (Sigmund, Sigmundová, 2011)

Jedním z posledních rozdělení akcelerometrů je podle zobrazení výsledků. Zobrazení výsledků může být okamžité a zpětné. Pro okamžité zobrazení musí být přítomný displej na snímači. Snímač s displejem je o něco větší, nicméně přidanou

hodnotou zařízení je poskytování okamžité zpětné vazby výsledků monitorování PA. Na základě této zpětné vazby může uživatel měnit vstupní proměnné. Umístění přístroje je doporučováno na pravý nebo levý bok pasu. (Sigmund, Sigmundová, 2011)

Dále by se nemělo zapomínat na přístroje tzv. **multisenzorové** a přístroje **kombinované**. Mezi multisenzorové přístroje řadíme například akcelerometr IDEEA, který obsahuje celkem pět senzorů. Principem multisenzorových zařízení je vícenásobné měření na rozdílných segmentech těla. Mezi kombinované zařízení patří například Actiheart (Mini Mitter), SenseWear ArmBand, Nike Triax a Actitrainer. Kombinované akcelerometry, jak název napovídá, se kombinují s dalšími fyziologickými měřicími zařízeními. Akcelerometry se konkrétně kombinují s přístroji, které měří EKG (např. přístroj Actiheart), teplotu pokožky a okolí (např. SenseWear ArmBand), tepovou frekvenci (např. Nike Triax) a energetický výdej. Multifunkční přístroj Actitrainer je představen v podkapitole 1.1.2 Actitrainer. (Hrubošová, 2015)

Nyní se celosvětově nejvíce využívají přístroje trojosé, které dokážou určovat souhrnný i aktuální energetický výdej energie. Například se využívá zařízení Actigraph GT3X, který je popsán v podkapitole 1.1.1 Actigraph GT3X. (Sigmund, Sigmundová, 2011)

„Výstupy, které byly získány měřením pomocí akcelerometrů, jsou ukládány do vnitřní paměti přístroje, které jsou dále stáhnuty do počítače, kde se s daty nadále pracuje.“ (Hrubošová, 2015, s. 15)

1.1.1 ACTIGRAPH GT3X

Actigraph GT3X (viz Obrázek 1) je trojosý akcelerometr, který umožňuje zaznamenávat souhrnný i aktuální energetický výdej. Jeho rozměry jsou 3,8 x 3,7 x 1,8 cm a váží 27 gramů. (Sigmund, Sigmundová, 2011)

Actigraph GT3X se řadí mezi starší zařízení. Modely, které přímo navazují a vylepšují tento přístroj jsou GT3X+, wGT3X+ a wGT3X-BT. Blíže si popíšeme nejnovější variantu zařízení, a to Actigraph wGT3X-BT (viz Obrázek 2), který monitoruje PA a spánkovou aktivitu. Jako předešlý model se jedná o trojosé zařízení. Tento nový model je už i kompatibilní s hrudním snímačem, který dokáže zaznamenat tepovou frekvenci a můžeme ho tak zařadit do kombinovaných akcelerometrů. Přístroj zaznamenává do své paměti data o energetických výdejích, intenzitě PA, metabolické náročnosti pohybu,

počtu ušlých kroků a dokonce celkové době spánku atd. Akcelerometr je velký jako náramkové hodinky, je ovšem o něco vyšší. Váží pouhých 19 gramů a na jedno nabití vydrží při standardním měření maximálně 25 dní. Zařízení je vodotěsné. K přenosu dat z vnitřní paměti akcelerometru slouží rozhraní USB. Tento nový model již disponuje technologií Bluetooth. Díky upínacím popruhům či páskům je možné přístroj připevnit na zápěstí, pas, stehno nebo kotník. (Špunar, 2016)

Pro vyhodnocení přístrojem naměřených dat se používá software ActiLife od stejné společnosti. Tento software umožňuje pracovat s daty, které byly naměřeny z mnoha stejných zařízení současně. V aplikaci lze podle potřeby například filtrovat data dle věku, pohlaví, času, atd. Podrobnou analýzu naměřených dat lze vytvořit v samotném softwaru nebo lze analýzu provádět v jiných programech např. v MS Excel. (Špunar, 2016)

Obrázek 1 - Actigraph GT3X



Zdroj: Actigraph 1, 2017

Obrázek 2 - Actigraph wGT3X-BT



Zdroj: Actigraph 2, 2017

1.1.2 ACTITRAINER

Přístroj Actitrainer (viz Obrázek 1) slouží jako multifunkční nástroj k monitorování pohybové aktivity. (Neuls, 2008)

Sigmund a Sigmundová (2011) uvádějí, že přístroj je malý, lehký a jeho rozměry jsou 8,6 x 3,3 x 1,5 cm. Váží 53 gramů. Actitrainer, jak již bylo řečeno, je multifunkční neboli kombinovaný přístroj, který se skládá ze snímače tepové frekvence, sklonoměru, elektronického pedometru, světlo-citlivého čidla a trojrozměrného snímajícího

akcelerometru. K snímání srdeční frekvence je zapotřebí použít hrudní pás, který je součástí přístroje. Dále přístroj obsahuje displej, na kterém lze vidět TF, počet kroků, překonanou vzdálenost, stav baterie a výdej energie (udávaný v jednotkách MET). Výdrž dobíjecí baterie přístroje závisí na zapnutém či vypnutém displeji. V případě zapnutého displeje je zařízení schopno zaznamenávat data po dobu 7 dnů, v případě vypnutého displeje je tato výdrž prodloužena na dvojnásobek čili přístroj může zaznamenávat až 14 dní. Actitrainer je dodáván spolu s USB konektorem, který slouží k rychlému nabíjení přístroje, rychlému přenosu dat do počítačového softwaru a nastavování individuálních charakteristik uživatele.

Pro zaznamenávaná data je v přístroji vyčleněna paměť s velikostí 4 MB. Přístroj dokáže data uložit až na 198 dní. Akcelerometr Actitraineru snímá celkový a aktivní výdej energie, který je vyjádřen v kalorických jednotkách přepočtem dle individuálních somatických charakteristik uživatelů přístroje. Mezi individuální somatické charakteristiky je zařazován kalendářní věk, pohlaví, tělesná hmotnost a výška. (Halasová, 2013)

Obrázek 3 - Přístroj Actitrainer s popisem ovládacích prvků



Zdroj: Sigmund, Sigmundová, 2011, s. 36

1.2 PEDOMETRY (KROKOMĚRY)

„Používání krokoměrů (pedometrů) je historicky nejstarším a v současnosti nejrozšířenějším způsobem přístrojového sledování terénní pohybové aktivity.“ (Sigmund, Sigmundová & Šnoblová, 2011)

Už i ve starověkém Římě se využívaly pomůcky pro měření vzdálenosti pro válečné i civilní účely. Přístroje ovšem neměřily počet kroků jako dnešní pedometry, ale pouze vzdálenost. Úplně prvním tvůrcem dnešní podoby pedometru byl nejspíše Leonardo da Vinci. Vymyslel koncept přístroje, který obsahoval kyvadélko s raménkem. Toto raménko se pohybovalo z jedné strany na druhou a na této bázi přístroj zaznamenával houpání dolní končetin při chůzi. (Matas, 2013)

„Objev pedometru jakožto přístroje na měření PA je také přisuzován Thomasu Jeffersonovi. V roce 1964 se v souvislosti s letní olympiádou v Japonsku objevily první moderní pedometry, jaké známe dnes, a staly se zdárným motivačním přístrojem pro zlepšení zdraví mnoha lidí.“ (Matas, 2013, s. 5)

V dnešní době se nejvíce využívají k měření PA pedometry a sporttestery, jelikož jsou cenově dostupné pro širokou veřejnost. Tyto přístroje se především využívají k celodennímu monitorování terénní lokomoční PA. Pedometry neboli krokoměry jsou nejčastěji vyráběny jako malé a lehké elektronické přístroje měřící vertikální oscilace. (Sigmund, Sigmundová, 2011)

Starší typy krokoměrů se skládaly z elektrického obvodu a odpruženého ramene kyvadélka. Přístroje fungují tak, že při chůzi vznikají oscilace, které vertikálně rozpohybují odpružené rameno kyvadélka. Toto odpružené rameno kyvadélka zapíná a vypíná elektrický obvod. Přístroje započítávají vertikální oscilace, kde jeden krok je tedy roven jedné vertikální oscilaci. Ovšem aby se krok započítal, musí být oscilace větší než je práh citlivosti přístroje. Například u pedometru Yamax Digiwalker je citlivost přístroje 0,35 g. Novější typy krokoměrů pracují na bázi piezoelektrického jevu. Obecně platí, že pedometry jsou nejpřesnější při snímání počtu kroků. Menší přesnost je u určování překonané vzdálenosti a nejmenší přesnost pedometrů je při vypočítávání energetického výdeje. Pedometry ukazují nejvyšší přesnost při určování počtu kroků, proto se

doporučuje při zpracování a interpretaci naměřených výsledků PA právě tato veličina. (Sigmund, Sigmundová, 2011)

Jak již bylo zmiňováno výše, pedometry jsou schopny zaznamenávat vertikální oscilace, které překonají práh citlivosti daného přístroje. Podle Sigmunda a Sigmundové (2011) pedometry nejsou schopny identifikovat oscilace při jízdě na kole, bruslích či lyžích. Dále nejsou schopny určit zvýšený energetický výdej při nošení předmětů a při chůzi do kopce.

Podle polohového snímače rozdělujeme pedometry na tři kategorie:

Kategorie 1D - tato kategorie obsahuje přístroje, které jsou velice jednoduché. Snímače reagují pouze na jeden směr otřesu, a proto je nutné, aby byly správně připnuty v pase na boku nebo na noze uživatele. Přístroje jsou velice jednoduché a cenově velice dostupné pro širokou veřejnost.

Kategorie 2D - v této kategorii nalezneme snímače, které dokážou eliminovat náhodné pohyby těla. Přístroje tak mohou být umístěny například na krku. Tyto přístroje jsou na rozdíl od kategorie 1D přesnější, a tudíž i o něco málo dražší.

Kategorie 3D - nejpřesnější snímače jsou v kategorii 3D, můžeme je nosit například v kapse nebo batohu. Jsou zabudované v náramkových hodinkách nebo v různých přívěscích či náramcích. Přístroje odfiltrují náhodné pohyby. Měření začínají, je-li pohyb plynulý tj. začínají měřit po šestém plynulém pohybu. Jelikož jsou tyto přístroje nejpřesnější, jsou i nejdražší, avšak pro veřejnost stále cenově dostupné. (Ferra, 2014)

Dle výše popsaných kategorií vyplývá, že přístroje se liší v ceně a přesnosti měření. Tato přesnost měření je velice ovlivněna umístěním daného přístroje. Je velice důležité, aby se uživatel řídil pokyny uvedenými v jednotlivých příručkách či manuálech k daným pedometrům. Obecně platí, že většina pedometrů kategorie 1D a 2D by měly být optimálně umístěny v pase. Například u snímačů kategorie 3D je uvedeno, že je lze nosit v kapsách či batozích, avšak může docházet ke zkreslování dat kvůli tlumenému uložení snímače. Je tedy nezbytné dodržovat výrobcem stanovené umístění, aby byla zachována přesnost měření. (Ferra, 2014)

Jak již bylo zmíněno výše, pedometry především sledují tři základní veličiny: celkový počet kroků, celkovou překonanou vzdálenost v km a množství energetického výdeje v kilokaloriích. (Loudová, 2012)

Dále mohou měřit i jiné údaje jako například efektivní čas chůze, rychlost, pulz atd. Každá značka a typ přístroje má odlišné funkce. Vybavenější a přesnější přístroje bývají zpravidla dražší. (Matas, 2013)

Mezi kladné vlastnosti pedometrů patří určitě jejich malá velikost, proto jsou velice skladné. Dále je zdobí jejich jednoduchost a finanční nenáročnost. Většina dnešních pedometrů má displej, díky kterému máme bezprostřední a srozumitelnou zpětnou vazbu o PA. To může mít za následek větší motivaci k PA. Jak bylo zmíněno výše, pedometry mají i svá úskalí. Patří mezi ně hlavně nesprávné umístění, aby přístroj zaznamenával počet kroků správně bez nadbytečných kroků čili pohybů. Krokoměry proto nelze využívat při jízdě na kole, při bruslení či lyžování. (Sigmund, Sigmundová, 2011)

V následující kapitole 1.2.1 je představen zástupce z řad pedometrů, a to konkrétně přístroj Yamax Digiwalker SW-700, který je hojně využíván při testování monitorování chůze a terénní PA., jelikož se jeví jako velice platný a spolehlivý. Existují další krokoměry, které ovšem jsou již kombinovány s dalšími snímači, a proto jsou uvedeny v dalších kapitolách.

1.2.1 YAMAX DIGIWALKER SW-700

„Krokoměry japonské společnosti Yamax, kterou založil v roce 1965 Dr. Jiro Kato, jsou opakovaně vyhodnocovány jako nejpřesnější měřící a nejvíce spolehlivé pedometry.“ (Klečka, 2015, s. 33)

Tento přístroj se řadí mezi starší typy. Jak bylo psáno výše tyto starší typy fungují na bázi odpruženého raménka kyvadélka, které zaznamenávají vertikální oscilace. Aby se krok započítal, musí být oscilace větší, než je citlivost přístroje. Citlivost přístroje Yamax Digiwalker SW-700 je 0,35 g. (Sigmund, Sigmundová, 2011)

Pedometr Yamax Digiwalker SW-700 je malé zařízení o rozměrech 50 x 38 X 14 mm a váží pouhých 21 g (viz Obrázek 4). Přístroj zaznamenává počet kroků, překonanou vzdálenost v km a spálené kalorie. Tento přístroj, jak už napovídají rozměry, je velice malý

1.3 GLOBÁLNÍ NAVIGAČNÍ SATELITNÍ SYSTÉMY (GNSS)

Anglická zkratka GNSS označuje Global Navigation Satellite System, což v překladu znamená Globální navigační satelitní systém. Tento systém slouží pro určování polohy pomocí družic, které obíhají na oběžné dráze a jsou schopny zaměřit polohu člověka či objektu na Zemi. Toto samotné zaměření je možné provést s přesností na několik desítek metrů. Jsou i speciální případy, kde je možné určit přesnost polohy dokonce až na několik desítek centimetrů. Tato vysoká přesnost je spíše určena pro vojenský sektor a v několika případech pro speciální aplikace v některých odvětvích civilního sektoru. (Palla, 2012)

Mezi Globální navigační satelitní systémy v současné době řadíme systémy NAVSTAR GPS, GLONASS a GALILEO. NAVSTAR GPS je zkratka pro Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System, který je zkráceně označován jako GPS. GPS je plně funkční americký navigační systém. GLONASS je zkratka pro název Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema. Jedná se také o navigační satelitní systém, který je ovšem funkční jen z části. GLONASS, jak už název napovídá, je provozovaný ruskou armádou. Mezi globální navigační satelitní systémy dále zahrnujeme evropský navigační systém GALILEO. GALILEO je financován Evropskou unií a momentálně není plně funkční. Jeho uvedení do provozuschopnosti bylo původně naplánováno na rok 2010, nicméně dle nových plánů je nejbližší rok spuštění plánován na rok 2018. (Palla, 2012)

V práci jsou popsány tyto systémy blíže, ovšem větší část je zaměřena především na systém GPS, jelikož tento systém přístroje momentálně nejvíce využívají pro evidenci sportovního tréninku. V práci jsou dále zmíněny i navigační systémy, které jsou ovšem regionální a využívají geostacionární družice a nelze je tedy zařadit do Globálních Navigačních Satelitních Systémů.

NAVSTAR GPS, jak již bylo zmíněno výše, je americký globální navigační systém, kterému se česky říká „džípíes“. Původně GPS sloužil pouze k vojenským účelům armády Spojených států amerických. Vojáci systém využívali pravidelně k lokalizaci své polohy na nepřátelském území, k zaměření strategických cílů, atd. Již od roku 1973 se pracuje na vývoji GPS systému, avšak až v roce 1994 dosáhl plné funkčnosti. GPS systém je v současné době k dispozici zdarma a je možné ho využívat po celém světě, čemuž tak ovšem nebylo vždy. Pro civilní účely je GPS k dispozici od začátku 90. let. (Kopecký, 2008)

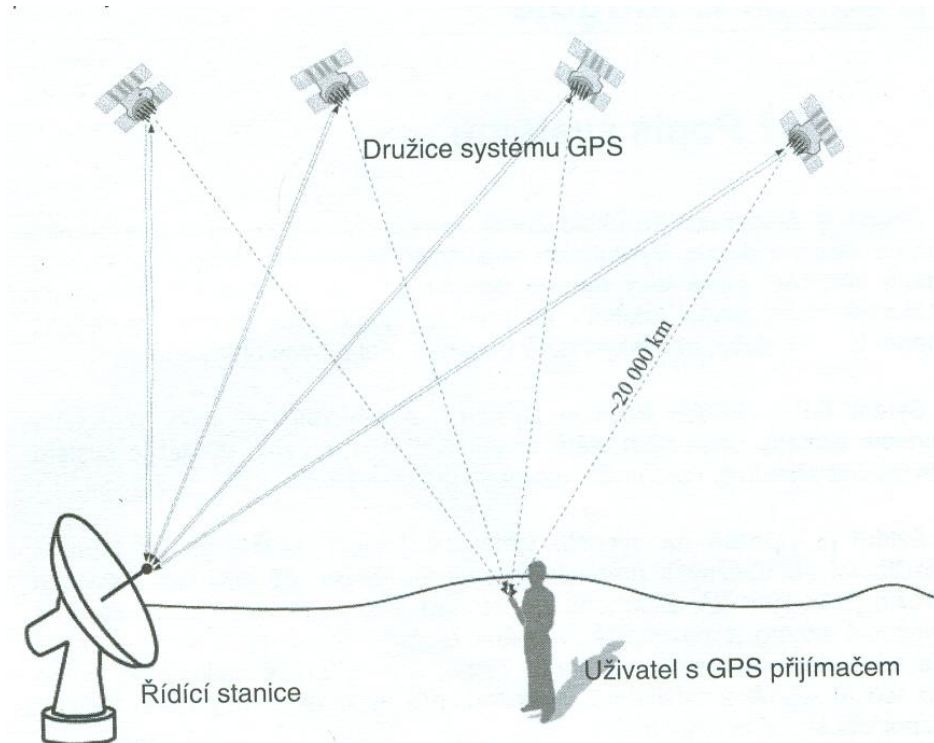
Nicméně až od 1.5.2000 se GPS začal v civilním sektoru používat opravdu na plno a přístroje GPS (přijímače) se dočkaly velkého rozvoje, jelikož došlo ke zrušení umělé chyby (SA). Tato chyba byla vnášena do GPS signálu úmyslně americkou armádou, aby nemohlo dojít ke zneužití tohoto systému. S chybou SA přístroje měřily s přesností cca na 100 m, bez této chyby se přesnost přístrojů zvýšila zhruba na 5 - 10 m kdekoli na světě. (Steiner, Černý, 2004)

NAVSTAR GPS je družicový pasivní rádiový dálkoměrný systém. Co to znamená? Družicový systém se skládá z družic, které obíhají kolem země a vysílají signál. Pasivní systém značí, že GPS přijímač dokáže signál z družice jen přijímat a zpracovávat, nikoliv vysílat. V rádiovém systému se využívají pro měření dané vzdálenosti rádiové vlny. Systém dálkoměrný funguje na principu, kdy se neznámá poloha objektu určuje z již naměřených vzdáleností od bodů se známou polohou. (Kopecký, 2008)

Palla (2012) rozlišuje strukturu systému GPS na tři základní segmenty (Obrázek 5):

- **Kosmický segment** (SS - Space Segment)
- **Pozemní (řídící a kontrolní) segment** (CS - Control segment)
- **Uživatelský segment** (US - User segment)

Obrázek 5 - Schematický obrázek fungování GPS



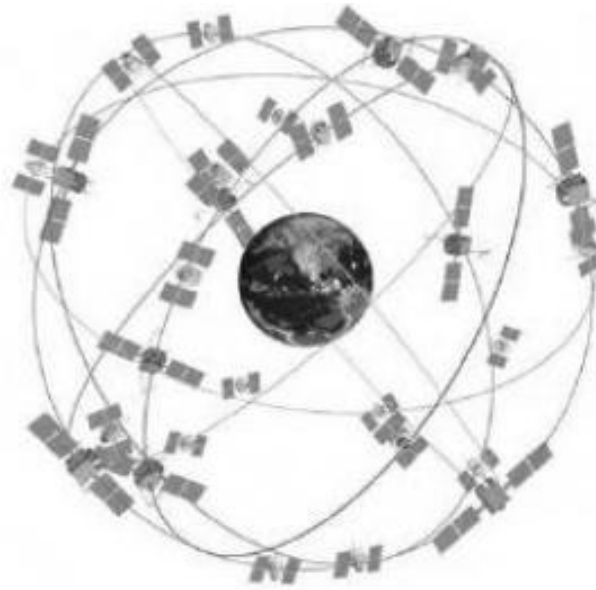
Zdroj: Steiner, Černý, 2004

Kosmický segment systému GPS tvoří družice, které neustále obíhají po kruhových drahách na střední oběžné dráze MEO (Medium Earth Orbit). MEO je oblast prostoru kolem Země v nadmořské výšce asi 2000 km až něco málo přes 35000 km. Družice systému GPS obíhají tedy v tomto prostoru ve vzdálenosti 20200 km od povrchu Země a vysílají nepřetržitě signál zpět na Zem. Oběžných kruhových drah, po kterých obíhají družice, je celkem šest a jsou vzájemně mezi sebou posunuty o 60° se sklonem k rovníku 55° . Projekt byl naplánován pro 24 družic z nichž mělo být 21 aktivních a 3 záložní. Na každé dráze měly být pravidelně rozmístěny 4 družice. V současné době na orbitu obíhá 32 družic, z nichž se naplno využívá 31 a na drahách jsou rozmístěny nepravidelně po 5 až 6 družicích. Každé družici trvá oběhnutí kolem Země 11 hodin a 58 minut. (Palla, 2012)

Z jednoho místa na Zemi nemůžeme vidět všechny družice, jelikož některé se v daný okamžik nachází na protilehlé straně Země. Pro výpočet aktuální polohy je potřeba přijímat signál minimálně ze tří družic. Jestliže chceme s polohou vypočítat i nadmořskou výšku, je potřeba mít k dispozici signál minimálně ze 4 družic. (Kopecký, 2008)

Kosmický segment GPS a oběžné kruhové dráhy družic či satelitů lze přehledně vidět na další straně, viz Obrázek 6.

Obrázek 6 - Kosmický segment GPS



Zdroj: Palla, 2012

Díky měření časovému rozdílu mezi okamžikem vyslání signálu z družice a okamžikem přijetí stejného signálu GPS přijímačem se určí vzdálenost právě mezi družicí a GPS přijímačem. (Steiner, Černý, 2004)

„Se znalostí minimálně tří vzdáleností mezi přijímačem a družicí a s informací o poloze družice v okamžiku vysílání signálu je možné určit polohu přijímače na Zemi.“
(Steiner, Černý, 2004, s. 9)

Jako pseudovzdálenost se nazývá signál, který se přenáší mezi družicí a GPS přijímačem. Vzdálenost mezi družicemi a uživatelem GPS přijímače se určuje díky časovému rozdílu, a proto každá družice nese ve své konstrukci velmi přesné tři až čtyři atomové hodiny, které jsou dvojího typu. Prvním typem jsou atomové hodiny s cesiovým oscilátorem a druhým typem jsou atomové hodiny s rubidiovým oscilátorem, které se montují do novějších družic. (Kopecký, 2008)

Atomové hodiny v družicích jsou velice drahé a objemné, a proto se v GPS přijímačích na Zemi nacházejí jednodušší a mnohem levnější hodinové strojky. Tyto hodinové strojky se automaticky synchronizují s atomovými hodinami v družicích. Je to velice důležité, jelikož kdyby se čas v družicích a GPS přijímačích lišil, znamenalo by to chybu v určování správné polohy na Zemi. Všechny nové GPS přijímače mají v sobě data o

přibližných polohách všech družic na oběžné dráze. I družice obsahují data přibližných poloh o ostatních družicích na oběžné dráze. Pomocí radiového signálu mezi sebou družice a přijímače spolupracují a navzájem si pomáhají k přesnému určení družic a později k přesné poloze na Zemi. Data o ostatních družicích se nazývají almanach. Data, která družice přenáší v signálech o své poloze se jmenují efemeridy. Při spuštění GPS přijímače může docházet k prodlevě ve výpočtu přesné polohy. Je to zapříčiněno tím, že GPS přijímač nejdříve přijímá a ukládá almanach a efemeridy do paměti přístroje a poté počítá teprve polohu přijímače na Zemi. (Steiner, Černý, 2004)

Řídící a kontrolní segment se stará především o družice, které se pohybují na oběžných drahách. Jedná se konkrétně o monitorování družic, kontrolu jejich stavu, jejich údržbu a stahování starých družic či vypouštění nových družic. Dohlíží tedy na kosmický segment a plní funkci řídicí a kontrolní. Mezi další náplň tohoto segmentu také patří úprava atomových hodin a výpočty almanachů a efemeridů, což je velice důležité pro přesné určování polohy. (Kopecký, 2008)

Řídící a kontrolní segment se podle Palla (2012) skládá z velitelství a tří hlavních částí:

- Monitorovací stanice (MS - Monitoring Stations)
- Hlavní řídicí stanice (MCS - Master Control Station)
- Komunikační stanice (GA - Ground Antenna)

Velitelství se nachází v Los Angeles v Californii v USA, kde je letecká základna. Monitorovacích stanic je v současnosti 18 a jsou rovnoměrně rozmístěny podél rovníku po celé Zemi na základnách USAF. Tyto stanice pracují automaticky a jejich úkolem je sledovat dráhy družic a posílat tyto informace do hlavní řídicí stanice, která se nachází na Schrieverově letecké základně USAF v Colorado Springs v USA. Tato hlavní řídicí stanice je v provozu 24 hodin denně a jejím úkolem je řídit pozemní monitorovací stanice a analyzovat jimi zasláná data o drahách družic. Řídící stanice mimo jiné vypočítává nové efemeridy, které jsou spolu s dalšími daty a příkazy odesílány do komunikačních stanic.

Komunikační stanice jsou 4 a také se nacházejí na základnách USAF - Kwajalein, Diego Garcia, Ascension Island a Cape Canaveral. Tyto stanice se starají o komunikaci s družicemi a například jim zasílají příkazy, nové a aktuální efemeridy a provádí korekci atomových hodin. (Zháňal, 2012)

Uživatelský segment tvoří jednotlivé GPS přijímače, které jsou pasivní a vyrábějí se v různých provedeních. Pasivní přijímač znamená, že pouze přijímají signály z družic a díky tomu mohou vypočítat svojí aktuální polohu, nadmořskou výšku a ukázat díky synchronizaci s atomovými hodinami přesný čas. Kdyby byly přijímače aktivní, mělo by to za následek obrovské zatížení systému družic. Díky pasivitě přijímačů mohou družice obsluhovat neomezené množství jednotlivých uživatelů tohoto GPS systému. GPS přijímače obsahují vestavěné procesory, které zpracovávají přijímaný signál o určité frekvenci z družic. Existuje nepřeberné množství přijímačů, které se od sebe liší například svými funkcemi či využitím. Další funkce přístrojů jsou například ukládání dat do interní či externí paměti přístroje nebo odhad rychlosti, atd. (Kopecký, 2008)

Přesnost měření GPS systémem je ovlivněna několika faktory a může tedy docházet i k chybným výpočtům polohy. Kopecký (2008) rozděluje chyby do tří skupin:

- Chyby v kosmickém segmentu
- Chyby v přenosovém kanálu
- Chyby v uživatelském segmentu

Chyby v kosmickém segmentu se týkají obzvláště atomových hodin, dále dat o polohách družic a v neposlední řadě umělé chyby SA, která je záměrně přidávána do GPS systému. Objemné a drahé atomové hodiny v satelitech mohou také ukazovat nepřesně a i malá odchylka způsobí značnou chybu v samotném výpočtu polohy na Zemi. Jak již bylo uvedeno výše, jedním z úkolů řídicího a kontrolního segmentu je korekce atomových hodin, aby nedocházelo právě k těmto chybám. Další chyba v kosmickém segmentu se týká dat o poloze satelitů. Tato chyba vzniká tím, že satelit může být vychýlen ze své dráhy malým meteoritem nebo se data v efemeridách neshodují s polohou dané družice. Nepřesné efemeridy mohou být například staré či chybně spočítané od řídicího segmentu. Umělá chyba SA - Selective availability česky Výběrová dostupnost se přidávala úmyslně, aby nemohlo dojít ke zneužití systému GPS. Chyba SA zhoršovala přesnost měření polohy

uživatelé. V roce 2000 byla chyba odstraněna a v současné době systém GPS dosahuje přesnosti cca 5 - 10 m. (Kopecký, 2008)

Mezi **chyby v přenosovém kanálu** Kopecký (2008) řadí lomy signálů v atmosféře. Jedná se o odlišné šíření signálu například v ionosféře či troposféře. V těchto sférách se signál z družic do GPS přijímačů nešíří po přímkách, proto signál urazí delší vzdálenost, než je vzdálenost skutečná. V ionosféře dochází k více chybám než v troposféře. Další chybou v přenosovém kanálu je vícecestné šíření signálu tzn. že se signál opět nešíří po přímce, ale láme se například o vysoké budovy či další překážky. V tomto případě je signál opožděný. Vícecestné šíření signálu může vznikat například v údolích. Tato chyba lze odstranit číslicovými filtry, vhodnou polarizací antény přijímacího zařízení nebo způsobem zpracování dat.

Chyby v uživatelském segmentu jsou zaznamenávány v GPS přijímačích a to konkrétně ve vlastním výpočtu polohy. Každý přijímač má svůj algoritmus a metodu pro výpočet polohy z naměřených dat. Právě zde může docházet k numerickým chybám. (Kopecký, 2008)

Tabulka 1 - Různé faktory, které ovlivňují naměřenou pseudovzdálenost

| Porucha | Chyba v pseudovzdálenosti |
|-------------------------|---------------------------|
| Ionosféra | ± 5 m |
| Neplatné efemeridy | ± 2,5 m |
| Chyba satelitních hodin | ± 2 m |
| Troposféra | ± 0,5 m |
| Vícecestné šíření | ± 1 m |
| Numerické chyby | ± 1 m |
| GPS přijímač | ± 0,5 m |

Zdroj: Kopecký, 2008

Nejčastěji se uživatelé GPS přijímačů ptají, jaká je přesnost měření přístrojů. Přesnost se u běžných přijímačů pohybuje zhruba kolem 7 - 10 metrů. Přesnost ovlivňuje mimo jiné i dobrý výhled na oblohu a dostatečný počet viditelných družic, které registrují GPS přijímač. Není-li dobrá viditelnost na oblohu, dostatečný počet viditelných družic, či dochází k vícecestnému šíření signálu, například v lese nebo husté zástavbě, klesá přesnost měření přístrojů na 20 - 30 metrů, dokonce i méně. Při používání GPS přijímačů je dobré dodržovat několik zásad, jako například umožnit přijímači co nejlepší výhled na

oblohu. I vlastní tělo uživatele může způsobit stínění signálu. Další zásadou je, že se přístroj nechá po zapnutí ustálit několik málo minut, navíc uživatel může připojit i externí anténu pro lepší příjem signálu. (Steiner, Černý, 2004)

GLONASS, jak již bylo zmíněno na začátku kapitoly, je ruský globální navigační satelitní systém, který je stejně jako americký GPS systém dostupný i civilním uživatelům. Zkratka GLONASS znamená Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema. GLONASS jako projekt existuje již od roku 1976, avšak až v roce 1996 se podařilo systém spustit, což bylo o dva roky později, než Američané spustili systém GPS. Od svého uvedení do provozu v roce 1996 byl navigační systém využíván zřídka a nebyla mu věnována taková pozornost jako GPS systému a GLONASS proto skomíral. V roce 2003 se vše změnilo a Rusko se rozhodlo tento systém uvést znovu do provozuschopnosti. GLONASS se v roce 2010 stal opět plně funkční. Jestliže chcete GLONASS využívat, potřebujete přijímač, který je pro tento systém konstruován a podporován. GLONASS využívá k určování polohy 24 družic, které obíhají ve výšce kolem 19100 kilometrů od povrchu Země na třech kruhových drahách se sklonem 65°. Dráhy jsou vzájemně posunuty o 120°. V současné době je GLONASS rovnocenný systém jako americký GPS. Přístroje, které dokáží přijímat signál jak GPS, tak i GLONASS systémů, mají obrovskou výhodu v přesnosti měření své polohy. Struktura systému GLONASS je takřka totožná jako u systému GPS. Skládá se tedy z kosmického segmentu, řídicího a kontrolního segmentu a uživatelského segmentu. (Garmin A, 2009)

GALILEO také patří do skupiny globálních navigačních satelitních systémů a je podporován Evropskou unií, která je zastoupena Evropskou kosmickou agenturou a Evropskou komisí. Momentálně je systém nefunkční, i když měl být spuštěn již v roce 2010. To se ovšem nepodařilo, a tak byl stanoven pro spuštění systému rok 2018. Systém GALILEO by měl být obdobný jako systém GPS a systém GLONASS, avšak měl by být pouze civilního charakteru, tzn. že oproti konkurenčním systémům je navržen a spravován pouze civilní správou. GPS a GLONASS jsou pod správou amerických potažmo ruských vojáků, a tak není zaručeno, že v případě výjimečných situací budou systémy stále funkční i pro civilní uživatele. Systém GALILEO by měl v plném provozu využívat 30 satelitů, které budou rotovat kolem Země ve výšce 23222 kilometrů od povrchu. Systém GALILEO, jelikož je civilního charakteru, má obrovský potenciál především v dopravě, dále v

energetickém průmyslu, bankovníctví, zemědělství, životním prostředí, stavebnictví, civilní ochraně atd. (Český kosmický portál, 2017)

EGNOS znamená European Geostationary Navigation Overlay Services a stejně jako GALILEO se jedná o evropský projekt, který má poskytovat na území Evropy korekce k GPS systému. EGNOS je považován jako předstupeň pro systém GALILEO a byl spuštěn v roce 2009. (Český kosmický portál, 2017)

BEIDOU/COMPASS je další navigační systém, který pochází z Číny. Tento systém byl nejdříve regionální a měl se jmenovat BEIDOU, později však došlo ke změně plánů, systém se stal globálním, a proto změnil i název na COMPASS. Tento systém se od předešlých systémů (GPS, GLONASS, GALILEO) liší tím, že jeho družice neobíhají kolem Země, ale jsou geostacionární. BEIDOU/COMPASS tak nepotřebuje tolik satelitů jako GPS nebo GLONASS. Satelity BEIDOU/COMPASS neobíhají kolem Země a tak mohou pokrývat pouze jen tu část oblasti, nad kterou se nacházejí. To může být nevýhoda. Systém je v současné době částečně funkční a pokrývá oblast vytyčenou souřadnicemi: 70° - 140° východní délky a 5° - 55° severní šířky. COMPASS má být v blízké budoucnosti také globální systém a měl by se funkcemi vyrovnat konkurenčním programům GPS, GLONASS a GALILEO. (Český kosmický portál, 2017)

IRNSS je zkratka pro Indický Regionální Navigační Satelitní Systém, který je vyvíjen v Indii. Tento projekt byl spuštěn v roce 2006 indickou vládou a měl by pracovat na stejném principu jako systém BEIDOU, čili využívat geostacionárních družic. V současné době se program skládá ze sedmi satelitů, pozemního čili řídicího segmentu a uživatelského segmentu. V dubnu v roce 2016 IRNSS vypustila svůj poslední satelit a o pár dní později se mohl program pyšnit svojí plnou funkcí. IRNSS je čistě národní systém, který využívá armáda zejména námořnictvo a i veřejnost. (Český kosmický portál, 2017)

QZSS neboli Quasi-Zenith Satellite System je japonský třídružicový regionální systém, který je podobný jako EGNOS. Má za úkol doplnit funkci GPS. V březnu roku 2013 japonská vláda rozhodla, že tento projekt rozšíří o jednu družici a to do konce roku 2017. V roce 2018 by už měl být systém plně funkční včetně všech čtyř družic. (Český kosmický portál, 2017)

Typy GPS přijímačů se dělí podle použití do několika hlavních skupin. Situace na trhu se neustále mění a někteří výrobci GPS přijímačů zanikají a jiní vstupují právě na trh. Skupiny GPS přijímačů nejsou natolik vyhraněné, což umožňuje jejich rozmanité využití v různých oblastech. Můžeme například vlastnit námořní GPS přístroj a využít ho v letadle či autě. Většina uživatelů globálních navigačních satelitních systémů si nemůže dovolit na každý obor zájmu vlastnit jiný aparát, proto se dnes vyrábí ve velkém množství malé GPS zařízení které jsou multifunkční, mnohostranné a lze je využívat v mnoha odvětvích. (Steiner, Černý, 2004)

Dle Kuse (2007) lze GPS aparáty rozdělit na možnosti práce s mapou na:

- Mapové GPS přijímače
- Nemapové GPS přijímače

Mapové GPS, jak již název napovídá, dovedou zachytit polohu uživatele a přenést ji na mapu. Mohou být i velice podrobné a je možné je získat zdarma či dokoupit u výrobce přístroje. Tato zařízení s mapami jsou pro vlastníky mnohem pohodlnější a práce s nimi je mnohem rychlejší. Nemapové GPS přístroje pracují bez mapy a polohu uživatele zobrazují na displeji v souřadnicích.

Podle Čábelky (2008) se GPS přijímače dají dělit podle způsobu použití na:

- Geodetické
- Navigační (civilní a vojenské)
- Přijímače pro časovou synchronizaci

Nejpřesnější GPS zařízení, které jsou schopné změřit polohu na milimetry, se používají ve všech odvětvích geodézie. Geodetické přístroje jsou velice drahé a pro určení pseudovzdálenosti používají fázové měření. Mezi známé přístroje geodetických přístrojů řadíme kupříkladu firmy: Astech, Leica, NovAtel/SOKKIA, Trimble a Topcon. (Čábelka, 2008)

Navigační satelitní GPS přístroje podle Steinera a Černého (2004) jsou odlišné v konstrukčním řešení, mají jiné vlastnosti a funkce. To je hlavně dané tím, že jsou

předpokládány různé možnosti využití těchto zařízení. Podle způsobu využití můžeme navigační satelitní přijímače rozřadit do těchto několika skupin:

- Aplikační
- Automobilové a motocyklové
- Letecké
- Námořní
- Ruční
- Vojenské

Tabulka 2 - Typy navigačních GPS přijímačů podle způsobu využití a jejich výrobci

| Způsob využití | Někteří vybraní výrobci |
|--|---|
| Aplikační GPS (tyto přijímače jsou používány s počítači nebo PDA, připojují se pomocí USB kabelu či technologie Blue Tooth.) | Garmin, Magellan, Marconi, Motorola, NovAtel, Trimble, u BLOX, Hicom |
| Automobilové a motocyklové GPS | Actis, Alpine, Becker, Blaupunkt, Garmin, Mio, NAVON, Phillips, Sony, TomTom, VDO |
| Letecké GPS | Garmin, Honeywell, Magellan, Northstar, UPS Aviation Technologies |
| Námořní GPS | Eagle, Garmin, Leica, Lowrance, Navionics, Seiwa, Raymarine, Raytheon |
| Ruční GPS (turistické, sportovní) | Eagle, Garmin, HOLUX, Lowrance, Magellan, POLAR, Rockwell, SUUNTO |
| Vojenské GPS | Rockwell Collins |

Zdroj: Matas, 2013

Jak již bylo zmíněno, GPS přijímače mají různá konstrukční řešení, jiné vlastnosti a funkce. K nejdůležitějším konstrukčním parametrům se určitě řadí rozměry s hmotností a také výdrž baterie. Mezi základní funkce těchto aparátů pak patří v první řadě zaměření polohy, dále nadmořské výšky, změření času, směr a rychlost pohybu (okamžitá,

průměrná a maximální). Je-li zadán cíl trasy do přístroje, pak zařízení vypočítá i vzdálenost a směr do cíle, zbývající čas do cíle a případně odchylku od plánované trasy. (Čábelka, 2008)

Všechny GPS přístroje obsahují interní paměť, kterou je možné někdy ještě rozšířit o paměť externí. Na tyto paměti pak přístroj ukládá změřená a vypočítaná data, která se mohou později přenést pomocí USB kabelů či bezdrátových technologií jako je Bluetooth do PC, tabletu či mobilu k pozdějšímu vyhodnocení. Výrobci většinou k vyhodnocení dat přikládají ke svému výrobku software nebo přímo webové stránky, kde je možné dále s daty pracovat. Například firma Garmin poskytuje svým uživatelům obě dvě tyto varianty. Uživatelé mohou využívat software Garmin Training Center a webové stránky či webový tréninkový server Garmin Connect (viz kapitola 4.2.1). (Matas, 2013)

V současné době je na trhu nepřehledné množství přístrojů, které využívají GPS systém, ale i další systém GLONASS. Těchto přístrojů je tak velké množství, že je můžeme porovnávat a rozdělovat do nekonečna. Rozdělení může být například na základě ceny, konstrukčních parametrů, funkcí, způsobu využití, výrobců atd. Obrázek 7 nabízí pohled na některé vybrané ukázky GPS přijímačů. Zleva je přijímač do auta, outdoor přístroj, dále GPS pro běh, cykloturistiku a námořní aparát.

Obrázek 7 - Ukázky navigačních GPS přijímačů



Zdroj: Čábelka, 2008

Sportovní GPS přijímače jsou na trhu zhruba od roku 2001, kdy firma Casio zabudovala do svých náramkových hodinek GPS přijímač. To vše bylo možné jen díky miniaturizaci elektroniky. V roce 2002 měla firma TIMEX stejný nápad a přišla na trh se svými produkty. Foretrex a Forerunner jsou produkty firmy Garmin, která vstoupila na trh s těmito výrobky v roce 2004. Vize Garminu spočívala v tom, že produkt Foretrex se měl

využívat všude tam, kde je potřeba této elektroniky a zároveň mít volné ruce pro práci. Hodinky Forerunner se zaměřovaly na odvětví sportu a měly především zaznamenávat pohybovou aktivitu uživatelů. Tyto hodinky ukládaly do svojí paměti zdolanou trasu během tréninku, průměrnou, maximální a aktuální rychlost, dále čas tréninku a mnoho dalších hodnot. (Steiner, Černý, 2004)

„Využití sportovních GPS přijímačů jde ruku v ruce se sporttestery. GPS přijímače rozšiřují sporttestery právě o změřené veličiny jako je uražená vzdálenost, aktuální a průměrná rychlost a určení nadmořské výšky. Sporttester, který má v sobě zabudovaný GPS přijímač už splňuje kritéria multifunkčního přístroje.“ (Matas, 2013, s. 19)

1.3.1 SPORTTESTERY

Rok 1979 přinesl první prototypy sporttesterů, které vyrobila finská společnost Polar Electro a nechala si je ihned patentovat. Sporttesterům můžeme také říkat pulsmetry nebo měřiče tepové frekvence. Díky miniaturizaci elektroniky v současné době tyto přístroje vypadají jako standardní náramkové hodinky, avšak zařízení mají další různé funkce. (Hrubý, 2012)

Přestože se trh s technologií měření tepové frekvence neustále dynamicky vyvíjí, společnost Polar Electro je oproti jiným firmám stále vpředu. Psal se rok 1982 a Polar představil na trhu první bezdrátové přístroje, které měřili frekvenci srdce. Zařízení měřilo napětí srdečního svalu při zatížení pomocí elektrod, které byly umístěny na prsou. Data byla dále přes vysílač posílána bezdrátově do přijímače, který byl v náramkových hodinkách. Na displeji poté mohl uživatel vidět svoji aktuální tepovou frekvenci. Celé toto zařízení fungovalo na principu měření srdeční frekvence jako u EKG, avšak elektrokardiograf mohl měřit pouze v laboratoři. (Neumann, Pfützner, Hottenrott, 2005)

„S možností průběžného měření srdeční frekvence v tréninku a závodě se otevřely nové dimenze řízení a kontroly zatížení.“ (Neumann, Pfützner, Hottenrott, 2005, s. 134)

Hrubý (2012) rozděluje měřiče tepové frekvence na dvě kategorie:

- Měření s hrudním pásem (příklad viz kapitola 4.2.1)
- Měření bez hrudního pásu

„Měření tepu pomocí hrudního pásu probíhá pomocí snímače, který je připevněn pásem na hrudi. Tento snímač má dvě elektrody, které snímají aktuální tep. Tato data bezdrátově odesílá do přijímače – hodinek. Na displeji v hodinkách se zobrazují aktuální hodnoty srdeční frekvence. Měření tepu pomocí hrudního pásu patří mezi nejrozšířenější způsoby. Toto měření je velice přesné a většina sporttesterů dosahuje přesnosti EKG.“ (Matas, 2013, s. 21)

EKG je zkratka pro Elektrogardiografii, což je neinvazivní metoda vyšetření elektrické aktivity myokardu. Výstupem vyšetření je elektrogardiogram, kde lze vidět křivku změn elektrického napětí v průběhu času. Metoda EKG se nejčastěji využívá v interní medicíně, jelikož poskytuje mnoho důležitých informací o funkci srdce, je velice levná, rychlá a pro pacienta nenáročná. (Matas, 2013)

Měření tepu bez hrudního pásu není pro náročné uživatele, jelikož měření tepu probíhá pouze po přiložení prstů na speciální plochu hodinek. Délka přiložení prstů je rozdílná, podle toho od jakého výrobce je sporttester. V průměru se délka přiložení prstů na plošky pohybuje od 3 do 10 sekund. Hodinky musejí být připevněné na zápěstí a po přiložení prstů na speciální plochu, ukážou hodinky na displeji aktuální srdeční tep. Tyto sporttestery jsou spíše vhodné pro klidnější aktivity, kdy si uživatel chce jen orientačně změřit svoji tepovou frekvenci. Mezi klidnější aktivity patří například turistika, nordic walking, aj. Velkou výhodou je, že nemusíte nosit na sobě hrudní pás, který nevyhovuje každému. V současné době existují tzv. optické snímače, které se montují přímo do těla sporttesterů, ale i fitness náramků. Tyto snímače dokážou změřit tep na zápěstí uživatele a nepotřebují žádný jiný dodatečný snímač jako je hrudní pás. Nicméně u těchto snímačů TF může docházet k nižší přesnosti měření oproti hrudním pásům. (Hrubý, 2012, Garmin B, 2009)

Řehák (2006) přikládá sporttesterům tyto základní funkce:

- Čas, datum a alarm
- Stopky s možností zobrazování více časů
- Výpočet a zobrazení aktuálních hodnot TF
- Výpočet a zobrazení max. hodnoty TF
- Výpočet a zobrazení průměrných hodnot TF

Podle Řeháka (2006) pulsmetry obsahují tyto běžné funkce:

- Možnost nastavení zón TF
- Měření času v zónách TF
- Akustická či jiná signalizace při překročení zón TF
- Ukládání srdeční frekvence do paměti přístroje a nastavení intervalu ukládání
- Kalorimetrické funkce - aktuální a celková spotřeba PA
- Zobrazení mezičasu a náležejících hodnot TF
- Zobrazení klidové srdeční frekvence

Výrobci sporttesterů dnes umožňují ke svým produktům připojovat další zařízení jako například kroková čidla, GPS senzory a mnohá další příslušenství. U vybraných pulsmetrů můžeme nalézt některé tyto přídatné senzory jako GPS přijímače zabudované přímo v hodinkách. V současné moderní době lze na trhu najít obrovské množství sporttesterů, které mají další možnosti rozšíření o další příslušenství. Do dalšího příslušenství lze zařadit různé cyklosnímače kadence, rychlosti, různé obaly, držáky, ochranné prvky, atd. (Hrubý, 2012)

U sporttesterů, které jsou dražší a mají více funkcí, můžeme využít například barometr (měření nadmořské výšky a barometrický tlak), snímač rychlosti stoupaní a klesání (i výpočet max. a průměrné rychlosti stoupaní či klesání), senzor měření běhu (aktuální a průměrná rychlost běhu, uběhlou vzdálenost), kompas a větší paměť pro ukládání většího množství dat. Dále pulsmetry mohou zaznamenávat aktuální teplotu (i min. a max.), cyklistické funkce a mohou odhadovat i VO₂ (tělesná spotřeba kyslíku). (Matas, 2013)

Sporttestery současnosti s lepšími funkcemi obsahují i interní paměť, kterou můžeme někdy rozšířit i o paměť externí. Na tyto paměti pak přístroj ukládá naměřená a vypočítaná data o pohybových aktivitách, které uživatel absolvoval. Z paměti pulsmetru, lze data nahrát do počítače, tabletu nebo mobilu k pozdějšímu vyhodnocení. Samotné přehrání dat z přístroje do dalších médií je buď pomocí USB kabelu nebo bezdrátových technologií jako je třeba Bluetooth. Vyhodnocení samotných dat může probíhat dvojím

způsobem a to buď pomocí programů či softwaru nebo webovými tréninkovými servery. Výrobci poskytují obě varianty vyhodnocení nebo alespoň jednu. (Matas, 2013)

„Měření aktuální a průměrné rychlosti běhu ani uběhnutou vzdálenost samotným sporttesterem nezměříme. Takový sporttester by musel obsahovat buď GPS přijímač, nebo mít možnost připojení krokoměru (footpodu).“ (Matas, 2013, s. 23)

Sporttester s GPS můžeme podle Matase (2013) rozdělit na dva typy:

- Sporttester s integrovaným GPS přijímačem (příklad viz kapitola 4.2.1)
- Sporttester s externím GPS přijímačem

U integrovaného GPS přijímače je velká výhoda v tom, že uživatel či sportovec nemusí s sebou nosit další přídavný snímač (v tomto případě snímače GPS signálu). Jako velkou nevýhodu ovšem musíme zmínit menší výdrž baterie. Externí GPS přijímač naopak uživatele zatěžuje nošením dalšího zařízení na těle, ovšem výhodou je nabíjení pouze externího modulu, takže samotný sporttester lze nadále využívat v měření. Pulsmetry s integrovaným i externím GPS přijímačem lze využít v mnoha sportech, jako například při běhu, jízdě na in-linech bruslích, lyžích, kole, atd. Přístroj při těchto aktivitách neustále monitoruje uraženou vzdálenost, aktuální či průměrnou rychlost, dokonce i samotnou trasu, kterou je možno vidět u některých sporttesterů přímo na displeji nebo později v příslušném vyhodnocovacím systému. Mezi největší úskalí sporttesterů s integrovanými i externími přijímači je jejich nefunkčnost při indoorových sportech a aktivitách. V hale či budově GPS přijímače nemají bohužel signál a tak nemohou měřit výše zmíněné údaje. Dalším záporem jsou chyby v GPS systému, které jsou blíže popsány v kapitole 1.3. Sporttestery s GPS přijímačem se nejčastěji využívají kupříkladu v turistice, při delších bězích, cyklistice, plavání (outdoor), atd. Jestliže uživatel chce po přístroji, aby měřil zdanou vzdálenost, aktuální a průměrnou rychlost i v hale, měl by sporttester doplnit o krokový senzor neboli krokoměr. (Matas, 2013)

Sporttester s krokoměrem, jak již bylo zmíněno, je další varianta, jak změřit vzdálenost a rychlost. Sporttester může mít krokoměr přímo v sobě zabudovaný nebo existuje jako snímač, který se připevní na nohu respektive na botu. Samotný nožní snímač

lze synchronizovat s pulsmetrem, tzn. že posílá a ukládá data do hodinek. Krokoměry byly popisovány již v kapitole Pedometry (Krokoměry) 1.2 a snímají tedy akceleraci a směr pohybu. Mezi velké klady pulsmetrů s krokoměry je jejich přesnost měření a možné využití v halách či hustém lese, kde je špatný či žádný GPS signál. K záporům patří určitě jejich jednoúčelovost. Sporttestery s krokoměry lze využívat především při běhu či chůzi, nicméně při dalších aktivitách, jako je jízda na in-line bruslích, dochází k nepřesnému a zkreslenému monitorování pohybové aktivity. (Ferra, 2014)

Dnes na trhu existuje obrovské množství firem, které svoji výrobu zaměřují na sporttestery a multifunkční přístroje sloužící k měření a zaznamenávání pohybové aktivity. Za nejznámější lze považovat již zmiňovanou firmu s dlouholetou tradicí Polar Electro. Dalšími hráči na současném trhu jsou tyto firmy: Beurer, Casio, FRWD, Garmin, Chung-Shi, inSPORTline, Sigma, Techtrail, Timex a mnoho dalších. (Ferra, 2014)

„V moderním vytrvalostním tréninku zaujímají přenosné měřiče srdeční frekvence – sporttestery – neodmyslitelné místo. Jejich další vývoj se orientuje na potřeby různých cílových skupin a přináší mnoho užitečných funkcí.“ (Neumann, Pfützner, Hottenrott, 2005, s. 134)

1.3.2 SPT GPS

Australská společnost Sports Performance Tracking, která sídlí v Melbourne, vyvinula a představila v lednu 2015 GPS zařízení, které nazývá SPT. Jejím cílem je zaplnit mezeru na trhu v oblasti sportu a poskytnout zařízení pro sportovce napříč všemi výkonnostními úrovněmi včetně amatérské a dorostenecké. Tento přístroj je určený k monitorování sportovního výkonu uživatelů. Jak už název napovídá, zařízení spolupracuje s GPS systémem a pro správné monitorování je určený pro outdoorové sporty. Například ve fotbale na profesionální úrovni existují nástroje a zařízení, která sledují aktivitu sportovce, jeho výkon atd. Nicméně na nižší úrovni těchto nástrojů a zařízení už tolik není, proto bylo vyvinuto toto zařízení. SPT GPS měří kolik sportovec naběhal kilometrů, jeho rychlost (různé zóny) a počet absolvovaných sprintů. Dále přístroj ukazuje, jak v samotném tréninku či zápase sportovec pracoval, v jakých prostorech se pohyboval a v jakých úsecích tréninku či zápasu pracoval nejefektivněji. SPT GPS je levnou alternativou velice drahých technologií, které využívají především profesionální sportovci. Technologie SPT k měření fyzického výkonu je určena především amatérským a mládežnickým týmům

profesionálních klubů. V současné době má platforma SPT zákazníky po celém světě. Přístroj využívají sportovci a kluby v 37 zemích světa a stále přibývají další uživatelé. SPT se využívá ve sportech jako je například fotbal, americký fotbal, nohejbal, rugby, hokej, ultimate frisbee atd. (Sports Performance Tracking, 2016)

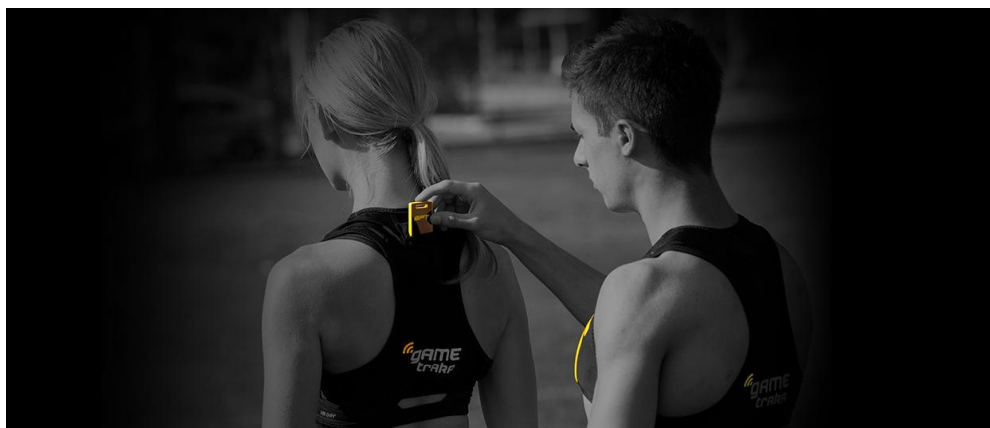
Obrázek 8 - SPT GPS



Zdroj: Sports Performance Tracking, 2016

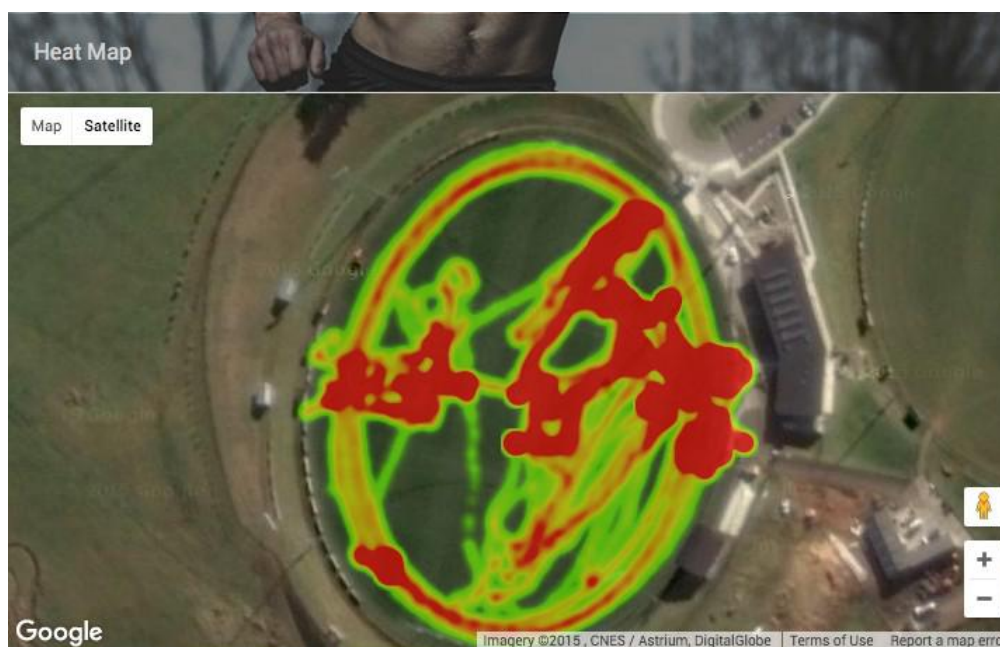
Přístroj SPT GPS je velice malý . Má rozměry 62 mm x 38 mm x 7 mm a váží pouhých 22 gramů. Na přístroji nalezneme jedno tlačítko pro zapnutí a vypnutí a 3 diody. Jedna dioda upozorňuje na aktuální stav baterie, další dioda ukazuje správné zapisování do interní paměti přístroje a poslední dioda signalizuje správné spárování s GPS systémem. Na přístroji je k vidění vstup pro mini USB, který slouží k přehrávání dat z přístroje do počítače. V počítači k přenosu dat musí být nainstalována aplikaci Bridge, která je volně ke stažení na stránkách přístroje. K samotnému vyhodnocení dat poté slouží webová platforma GameTraka, kde lze detailněji vygenerovat rozbor výkonu. Můžeme sledovat intenzitu tréninku či zápasu, dále nejvyšší dosaženou rychlost, mapu běhu, celkovou a dílčí zdolanou vzdálenost, celkový čas, atd. Výsledky lze dále porovnávat mezi jednotlivci či týmy. Se zařízením, aplikací a webovou platformou je velice jednoduchá manipulace, vše je přehledné a intuitivní. Obrázek 8 znázorňuje samotné zařízení SPT, dále podprsenku, která slouží k upevnění zařízení na tělo a krabičku. Zařízení se po zapnutí zastrčí do kapsičky na zadní straně podprsenky - na záda, kde přístroj nepřekáží viz Obrázek 9. Obrázek 10 a Obrázek 11 ukazuje vyhodnocení dat ve webové platformě GameTraka.

Obrázek 9 - SPT GPS - správné umístění zařízení



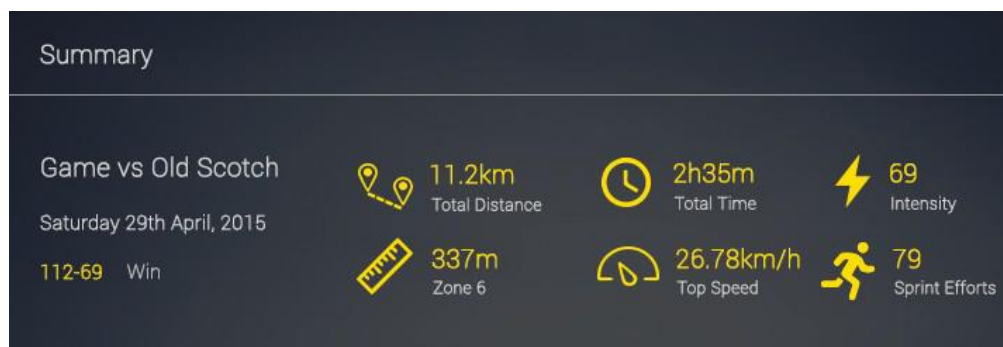
Zdroj: Sports Performance Tracking, 2016

Obrázek 10 - GameTraka - vyhodnocení dat - mapa pohybu



Zdroj: Sports Performance Tracking, 2016

Obrázek 11 - GameTraka - vyhodnocení dat - celkové údaje



Zdroj: Sports Performance Tracking, 2016

1.4 FITNESS TRACKERY A FITNESS NÁRAMKY

Fitness trackery patří do základní nabídky nositelné elektroniky. Tyto přístroje jsou mnohem jednodušší než fitness náramky a jsou velmi kompaktní. Technologie těchto přístrojů pracuje na bázi krokoměřů a akcelerometrů. Nosí se buď v kapse, nebo se pomocí speciálních úchytů připnou na pásek, kapsičku u košile, nebo na baťoh. Výrobci těchto zařízení vymýšlí i sofistikovanější modely, které jsou pohodlné pro nošení. Mohou se například připnout na boty či úplně schovat do bot viz kapitola 1.5.1 miCoach. Některé modely fitness trackerů se dají pořídit již za méně než tisíc korun, samozřejmě najdeme i mnohem dražší modely s více funkcemi a dalším připojitelným příslušenstvím. Mezi základní funkce těchto přístrojů patří snímání počtu kroků, výpočet spálených kalorií, celková ušlá či uběhlá vzdálenost, většinou nechybí ani ukazatel času a stopky. Některé fitness trackery obsahují i displeje, na kterých je možné vidět základní naměřené informace. Lepší modely trackerů se dokážou například spárovat pomocí bezdrátové technologie jako je Bluetooth s chytrým telefonem nebo tabletem, kde pomocí různých aplikací může uživatel vyhodnocovat a analyzovat naměřená data za celou dobu používání. Tyto aplikace mají i rozšířené funkce. Jednou z těchto funkcí bývá možnost nahrát do aplikace informace o svém jídelníčku a pitném režimu a plánovat tak, strategie hubnutí či nabírání hmotnosti. (CZC, 2016)

Ukázky fitness trackerů od firmy Fitbit lze vidět na níže (Obrázek 12).

Obrázek 12 - Fitness trackery - vlevo Fitbit Zip, vpravo Fitbit One



Zdroj: Fitbit, 2017

Fitness náramky v poslední době prožívají velký boom. Tyto zařízení vycházejí z fitness trackerů a fungují na stejném principu. Jejich samotné nošení je ovšem pohodlnější, elegantnější a jsou nošeny nejen kvůli své funkčnosti a praktičnosti, ale i jako módní doplněk. Fitness náramky, které jsou cenově dražší než trackery, dodávají názvu nositelná elektronika teprve ten správný význam. Tato zařízení se nosí na zápěstí. Uživatel nemusí přemýšlet, kam přístroj uchytit nebo schovat a zda ho si ho vůbec nezapomněl vzít. Náramky se jednoduše připevní na zápěstí a nemusí se sundávat, jen v případě nabíjení. Některé modely jsou dokonce vodotěsné, takže se mohou nosit i do sprchy či na plavání. Díky tomu, že má uživatel přístroj neustále na sobě, jsou měřená data podrobnější a skutečně odrážejí hodnoty celého dne dokonce i noci (kvalita spánku). (CZC, 2016)

Fitness náramek, chytrý náramek, nositelná elektronika nebo monitor denních aktivit, všechny tyto podobné názvy vyjadřují moderní přístroje, které se využívají k měření pohybových aktivit, motivují svého uživatele k pohybu a ke zdravému životnímu stylu. Obsahují velké množství senzorů jako například gyroskop, pohybový senzor, světelný senzor, senzor UV záření, atd. Při výběru náramku by si měl sportovec položit tři otázky. Při jakých aktivitách budu aparát využívat? Je velké množství náramků, některé jsou univerzální jiné jsou specializované na některé sporty - cyklistika, běh, turistika, golf, aj. Druhá otázka zní, jaký vybrat operační systém, se kterým je fitness náramek slučitelný? Existují tři mobilní operační systémy - Android, iOS a Windows Phone. Třetí otázka je otázka financí. Cenové rozpětí zařízení je obrovské a pohybuje se od 500Kč do několika desítek tisíc korun. (Trejtnar, 2016)

Modely, které stojí více peněz, mají většinou i další funkce a senzory. Mimo snímání počtu kroků, výpočtu spálených kalorií a ušlé vzdálenosti, mohou také například snímat srdeční tep nebo délku a kvalitu spánku. Další funkce se využívají při pohybových aktivitách jako třeba různé tréninkové funkce - délka kola, průměrná rychlost kola, čas kola, intervalový trénink, atd. Přístroje mohou využívat senzorů GPS. Mezi další vlastnosti dražších a moderních produktů patří různé zadávání cílů a upozornění na ně, smart notifikace (např. SMS, přichozí hovor), různé vibrační upozornění, ovládání hudby v mobilu a tak dále. Možností je opravdu hodně. Většinou náramky existují ve dvou provedeních a to s displejem, nebo bez displeje. V případě displeje poskytuje náramek

okamžitou zpětnou vazbu, ovšem provedení s displejem má kratší výdrž baterie a tyto náramky jsou i o něco větší. Náramky bez displeje jsou spíše více elegantní a slouží velice dobře jako módní doplněk, ovšem není zde okamžitá zpětná vazba. Náramky bez displeje tedy musí využívat synchronizaci s mobilem, kde lze naměřená data vidět. Co se týče vzhledu, záleží vždy na daném modelu fitness náramku. Náramky bývají v silikonovém pouzdře, které se u některých výrobků dá i vyměnit, a tudíž lze kombinovat různé barvy. Synchronizace náramků s počítači, tablety a mobily je opět přes USB kabely či bezdrátové technologie. Fitness trackery vydrží bez nabíjení několik měsíců, dokonce i rok, je to dané tím, že nemají tolik funkcí a mají větší prostor pro baterii. Fitness náramky vydrží maximálně pár měsíců minimálně týden nebo několik dnů, opět záleží na daném modelu fitness náramku. Ovšem zpravidla platí, že náramky vydrží déle než současné tablety a chytré telefony, které většinou uživatel dává na nabíječku každý den. (CZC, 2016)

Některé vybrané fitness náramky, jsou popisovány podrobněji níže v kapitolách (1.4.1 Fitbit Charge HR, 1.4.2 Polar Loop 2, 1.4.3 Xiaomi MiBand 1s a 4.2.2 Garmin vívosmart optic), kde je možné vidět i přiložené obrázky těchto přístrojů. Tyto přístroje byly v rámci praktické části testovány a zkoušeny. Na základě funkcí jednotlivých zkoušených fitness náramků, jejich parametrů a příjemnějšího uživatelského prostředí, byl vybrán fitness náramek Garmin vívosmart optic k podrobnějšímu porovnávání. Přístroj Garmin vívosmart optic byl porovnáván se sporttesterem Garmin Forerunner 210 HR z hlediska přesnosti měření. Výzkum se konkrétně zaměřil na dvě veličiny, vzdálenost a průměrnou rychlost. Toto podrobnější porovnávání fitness náramku a sporttesteru je obsahem praktické části počínaje kapitolou 2 Cíl, Úkoly a dále. Obrázek 13 představuje ukázky různých modelů fitness náramků.

Obrázek 13 - Různé modely fitness náramků od různých výrobců



Zdroj: Kejduš, 2014

1.4.1 FITBIT CHARGE HR

Fitbit Charge HR (viz Obrázek 14) je voděodolný fitness náramek, který vyrobila americká firma Fitbit. Přístroj obsahuje tyto senzory a komponenty: tříosý akcelerometr, vibrační motůrek, technologie Bluetooth 4.0, výškoměr a optický snímač pro snímání tepové frekvence srdce. Je vyroben z elastického materiálu, který je velice odolný a využívá se především u sportovních hodinek. Samotné zařízení je zabudované přímo v pásku, proto není možné měnit pásek za jiný. Přístroje se ovšem vyrábějí v různých barvách, takže je možné vybrat svojí oblíbenou barvu a sladit přístroj například s oblečením. Na náramku nalezneme OLED displej, který zobrazuje počet kroků (měřeno akcelerometrem), čas, vzdálenost, spálené kalorie (vypočítané ze zadané hmotnosti a z fyzické aktivity), vystoupané poschodí. Po synchronizaci s mobilním telefonem, můžeme využít i funkci zobrazení volajícího. Přenášení dat z náramků je zajištěno USB kabelem a Bluetoothem 4.0. Zařízení lze propojit se smartphonem. Je kompatibilní jak s Androidem, tak Windows Phone i iOS. Náramek pracuje s aplikací Fitbit. Baterie zařízení Fitbit Charge vydrží na jedno nabití sedm až deset dní. (Tóth, 2016)

Dle Tótha (2016) přístroj bez propojeného smartphonu zobrazuje tyto funkce:

- čas a datum
- tepovou frekvenci a stadium (pálení tuků, kardio zóna)
- počet spálených kalorií
- počet ušlých kroků

Dle Tótha (2016) přístroj s propojeným smartphonem zobrazuje navíc tyto funkce:

- monitorování spánku
- tiché upozornění (budík, atd.)
- upozornění na příchozí hovory

Samotné nabíjení trvá 1 - 2 hodiny. Náramek se vyrábí v různých barevných provedeních a ve třech velikostech (S, M, L). Náramek se velice dobře přizpůsobuje zápěstí uživatele, jelikož je velice pružný. (CZC Fitbit, 2016)

Obrázek 14 - Fitbit Charge HR



Zdroj: CZC Fitbit, 2016

Obrázek 15 - Polar Loop 2



Zdroj: Polar Electro, 2017

1.4.2 POLAR LOOP 2

Polar Loop 2 (viz Obrázek 15) je fitness náramek, který slouží ke sledování a vyhodnocování pohybové denní aktivity. Přístroj se silikonovým páskem váží 38 gramů, je široký 20 mm a jeho tloušťka je 10,8 mm. V případě pásku TPU váží náramek 36 gramů, šířka je stejná jako silikonový pásek, tedy 20 mm a tloušťka je 10,5 mm. Tento pomocník je vodotěsný a navazuje na model Polar Loop. Oproti předcházejícímu modelu má náramek Loop 2 několik vylepšení, jako například vibrační upozornění na neaktivitu, vibrační notifikace ve spojení s chytrým telefonem. Kapacita akumulátoru je vyšší cca o 30% a v neposlední řadě je novinkou také měkký silikonový řemínek. Přístroj má v sobě tříosý pohybový mechanismus, který monitoruje pohybovou aktivitu uživatele. Náramek dokáže sledovat veškerou aktivitu, doslova každý krok uživatele, jelikož je zapnutý 24 hodin denně, 7 dní v týdnu. Je jedno jestli "jen" jdete, vykonáváte náročnější pohybovou aktivitu, nebo spíte, náramek vše zaznamenává a výsledky si uživatel může přehrát do počítače, telefonu či tabletu a pomocí aplikace vyhodnotit své výsledky. Přístroj měří spálené kalorie, počet ušlých kroků a vzdálenost, kromě toho také sleduje kvalitu spánku, atd. (Polar, 1995 - 2017)

Náramek Loop 2 má funkce tzv. Smart Coaching (chytré koučování). Patří tam tyto funkce: activity guide (průvodce aktivitou), activity benefit (výhody tělesné aktivity), funkce chytré kalorie, ukazatel energie, přínos tréninku a tepová frekvence během tréninku. Funkce průvodce aktivitou pomáhá uživateli zůstat celý den aktivní, tzn.

upozorňuje na dobu, kdy je bez fyzické aktivity a poskytuje praktické pokyny pro dosažení určeného cíle denní aktivity. Funkce výhody tělesné aktivity informuje o denní, týdenní a měsíční pohybové aktivitě a radí jak dosáhnout optimální denní dávky pohybu. Funkce chytré kalorie upozorňuje uživatele na to, kolik přesně vydal kalorií. Dalšími funkcemi jsou ukazatel energie, přínos tréninku a tepová frekvence během běhu. (Polar Electro 2017)

Loop 2 vydrží na jedno nabití integrované baterie zhruba až 8 dní při nepřetržitém sledování aktivity a tréninku (1 hodina denně). Náramek bohužel neobsahuje optický snímač, kterým lze měřit tepovou frekvenci. Nicméně tepovou frekvenci lze měřit po připojení hrudního pásu k přístroji přes bezdrátovou technologii Bluetooth. Náramek Loop 2 využívá USB kabel a Bluetooth verzi 4.0. Přístroj je kompatibilní s mnoha chytrými telefony, tablety, počítači a podporuje opět operační systémy Android, iOS a Windows Phone. Analýza a detailnější statistiky dat probíhají přes aplikaci Polar Flow a synchronizace náramku přes flowsync. (Polar, 1995 - 2017)

Webová služba a aplikace Polar Flow, přes kterou může uživatel či sportovec sledovat svoji aktivitu, pokrok a doporučení k plnění zadaných individuálních cílů, obsahuje tyto další nástroje: Polar Coach (bezplatný webový nástroj pro trenéra nebo poradce pro snadné sledování kroků), MyFitnessPal (databáze pro iOS o jídle a výživě). Jak bylo napsáno výše, je zde i možnost spárování přístroje s hrudním snímačem pro určení tepové frekvence. (Polar Electro, 2017)

1.4.3 XIAOMI MiBAND 1S

Xiaomi MiBand 1s (viz Obrázek 16) je jednoduchý fitness náramek, který je následovníkem Xiaomi MiBand. Xiaomi 1s, na rozdíl od svého předchůdce, měří navíc i srdeční tep pomocí optického snímače. Tato zařízení na trhu způsobila malou revoluci. Oproti konkurenci mají náramky stejné či podobné funkce, nicméně jejich cena je nebývale nízko. (Chroust, 2016)

Rozměry náramku jsou následující: 37 x 13,6 x 9,9 milimetru a váha je pouhých 5,5 gramů. Zařízení je voděodolné a prachuvzdorné (certifikace IP67). Přístroj se vyrábí pouze v černé barvě a skládá se ze silikonového náramku, který slouží k uchycení samotného modulu - měřícího čipu. Samotný modul je plastový a obsahuje tři bílé LED diody. Tyto diody upozorňují na notifikace telefonu. Náramek lze nosit 24 hodin denně, 7 dní v týdnu, díky čemuž sleduje celodenní aktivitu (chůzi, běh, srdeční tep, spánek). Mezi funkce

náramku tedy patří snímání počtu kroků a s tím spojená celková ušlá vzdálenost, celková uběhlá vzdálenost, spálené kalorie a také určení denního cíle kroků. Náramek měří i kvalitu spánku, tzn. hluboký a lehký spánek, dále celkový čas v posteli a přesný čas usnutí a vzbuzení. Dále fitness náramek nabízí budík, který lze nastavit ve spárovaném chytrém telefonu. Náramek také umožňuje upozornění na notifikace aplikací telefonu jako je například příchozí hovor. Jelikož se fitness náramek skládá pouze z měřicího modulu bez displeje, je nezbytné, aby byl připojen pomocí aplikace Mi Fit k chytrému telefonu. V mobilní aplikaci lze vidět statistiky od ušlých kroků až po spánkovou aktivitu. Aplikace Mi Fit je dostupná jak pro Android, tak i Apple iOS. Pro Windows Phone je aplikace také dostupná, ale pouze neoficiální verze, takže nemusí vše fungovat na sto procent. (CZC Xiaomi, 2017)

Obrázek 16 - Xiaomi MiBand 1s



Zdroj: CZC Xiaomi, 2017

*„Li-Pol baterie vydrží až 30 dní ve standby režimu. Chytrý náramek využívá technologii **Bluetooth 4.0** a pro připojení vyžaduje minimálně chytrý telefon s touto verzí Bluetooth a operační systém Android 4.4 a vyšší. U zařízení Apple vyžaduje minimálně iOS 7 a novější. Pokud chcete využít také funkci chytrého odemknutí telefonu, potřebujete buď jeden z podporovaných telefonů Xiaomi běžící na MIUI nebo chytrý telefon Android 5.0 a novější.“* (CZC Xiaomi, 2017)

1.5 KOMBINOVANÉ A DALŠÍ PŘÍSTROJE

Dnešní nabídka elektroniky na trhu je velice široká. To samé platí i o nositelné elektronice, kam můžeme například zařadit fitness náramky, sporttestery, atd. Tato kapitola 1.5 bude obsahovat na trhu zajímavé přístroje miCoach (1.5.1) a Nike+ (1.5.2). Dále je v kapitole 1.5 zmíněna nositelná elektronika, konkrétně chytré hodinky 1.5.4 a v neposlední řadě několik aplikací pro mobilní telefony 1.5.3, které jsou využívány pro měření pohybové aktivity.

Rozdělení přístrojů měřících pohybovou aktivitu se může lišit v závislosti na různých publikacích, článcích a názorech autorů. V této práci jsou zařízení jako miCoach a Nike+ uvedena v kapitole Kombinované a další přístroje. Je to z důvodu toho, že tyto přístroje nejsou zastoupeny v tak velkém množství jako jiné přístroje, a proto si zaslouží své kapitoly.

1.5.1 MI COACH

MiCoach Pacer sada se skládá z řídicí jednotky neboli Paceru, hrudního snímače tepové frekvence a krokového senzoru neboli krokoměru, který se nazývá Speed Cell. Sada miCoach (viz Obrázek 17) od firmy Adidas byla představena v ČR v březnu 2010 na tiskové konferenci. Firma se nezaměřila nejen na sportovce, ale i na širokou veřejnost, která může toto zařízení využívat při monitorování pohybové aktivity. Řídicí jednotka Pacer je nejdůležitější částí celé této sportovní sady a jejím úkolem je zpracovávat naměřená data z přidružených snímačů, konkrétně z hrudního snímače a krokového čidla. Pacer data vyhodnocuje a na jejich základě poskytuje uživateli pomocí jednoho sluchátka pokyny k tréninku, například upozorní uživatele, běží-li v předem zadaných zónách, atd. Dále je k celé sadě možné připojit mp3 přehrávač nebo mobilní zařízení a poslouchat hudbu. Pacer obsahuje také interní paměť, kde jsou ukládána veškerá data o pohybové aktivitě. Z interní paměti se data dají přehrát do počítače pomocí USB kabelu, který slouží také k nabíjení zařízení. Data lze vyhodnocovat na webovém serveru miCoach. Hrudní snímač měří aktuální tepovou frekvenci a veškerá data posílá právě do řídicí jednotky. Krokoměr Speed Cell slouží k zaznamenávání celkového času aktivity, celkovou zdolanou vzdálenost, energetický výdej, tempo s frekvencí kroků a aktuální i průměrnou rychlost. Speed cell se upevňuje na tkaničky pomocí klipsu na jakékoliv boty nebo lze krokoměr

umístit do podrážky obuvi (i kopačky), která je tomu speciálně uzpůsobena. Tuto speciální obuv a kopačky vyrábí pro svoje zařízení také firma Adidas. (Matas, 2013)

Čidlo **miCoach Speed Cell**, lze využívat dokonce samostatně bez celé sady miCoach. Tento krokoměr má obrovskou výhodu, že ho uživatel může použít i v kopačkách od firmy Adidas, a tak může vyhodnotit svojí pohybovou aktivitu, například během fotbalového tréninku či zápasu. Jak již bylo zmíněno výše, přístroj lze umístit i pomocí klipsu na jakoukoliv obuv, je tak vhodný i pro běžce a další sportovce. Přístroj měří celkový čas aktivity, celkovou zdanou vzdálenost, energetický výdej, tempo s frekvencí kroků, aktuální i průměrnou rychlost a i počty sprintů. Rozměry krokoměru jsou 34 x 23 x 8 milimetrů a se svou hmotností 8 gramů se řadí mezi velice malé a skladné přístroje. S klipsem pro připevnění na obuv se přístroj o něco zvětší, nicméně i tak jsou jeho rozměry malé: 45 x 29 x 13 milimetrů a váha 9 gramů. Krokoměr je vodotěsný do jednoho metru a obsahuje lithiovou baterii, která by měla vydržet minimálně 5 měsíců užívání a je možná její výměna. Krokoměr svá data posílá do řídicí jednotky a v případě, že pracuje samostatně, ukládá vše na svojí interní paměť, která pojme až 8 hodin záznamu PA. K přenesení dat ze Speed Cellu slouží bezdrátová technologie Bluetooth pomocí konektoru. Konektor se vyrábí pro iPhone, iPod a druhá varianta je pro PC či MAC. K vyhodnocení dat slouží server www.michoach.com, který je dostupný pouze v angličtině. (Matas, 2013)

Obrázek 17 - Sada miCoach - Pacer, hrudní snímač, Speed Cell



Zdroj: Openport

MiCoach Zone sada se skládá z hrudního pásu pro měření tepové frekvence a hodinek. Samotné hodinky ukazují celkový čas, aktuální tepovou frekvenci a spálené

kalorie. Hodinky obsahují LED diodu, která ukazuje zóny tepové frekvence ve čtyřech barvách (modrá, zelená, žlutá a červená). Modrá barva značí velice lehkou intenzitu zatížení, zelená je pro střední intenzitu zatížení, žlutá pro vysokou intenzitu a červená je maximální intenzita zatížení při pohybové aktivitě. MiCoach Zone slouží pouze k určení zón tepové frekvence, nijak se přístroj nesynchronizuje a pomocí softwaru nevyhodnocuje. MiCoach Zone se používá spíše jako doplněk pro sadu Pacer. (MiCoach Zone, 2010)

1.5.2 NIKE+

Sada **Nike+** obsahuje samotný krokový snímač a zásuvný modul, viz Obrázek 18. Mezi funkce krokoměru patří měření času pohybové aktivity, měření vzdálenosti, spálených kalorií a tempa. Krokoměr je velice malý a lehký, svojí velikostí odpovídá přístroji miCoach Speed Cell. Rozměry krokoměru Nike+ jsou 35 x 24 x 7,6 milimetrů a váží pouhých 6,5 gramů. Umístění tohoto přístroje je opět podobné jako u Speed Cellu. Jedna varianta je umístit ho do podrážky běžecké obuvi. Druhou variantou je jeho upevnění pomocí klipsu nebo kapsičky přímo na tkaničky obuvi, která může být od jakéhokoliv výrobce. V balení se bohužel klips ani taštička nedodávají, a je tedy potřeba si je samostatně dokoupit. Krokoměr obsahuje interní baterii, která se nedá nabíjet ani vyměnit za jinou. To se zdá být jako nevýhoda, nicméně výrobce udává dlouhou životnost této baterie. Baterie by měla vydržet něco okolo 1000 aktivních hodin. Přístroj je možné synchronizovat s iPodem Nano (1. - 6. generace), iPodem Touch a iPhone. U přístrojů iPod Touch a iPhone není nutný zásuvný konektor, jelikož přístroje již mají zabudované přijímače k možnému synchronizování krokoměru. U přístroje iPod Nano je nutný zásuvný modul. Naměřená data je poté možno vyhodnotit ve webovém tréninkovém rozhraní Nike+ (www.nikeplus.com). Přes tento webový tréninkový server je možné porovnávat své pohybové aktivity s ostatními uživateli. (Matas, 2013)

Nutné je podotknout, že tento krokoměr je už na trhu více jak 10 let, nicméně v této práci je uveden, jelikož patří mezi nestandardní přístroje kvůli svému umístění v obuvi či na tkaničkách. V současné době se zařízení jako miCoach a Nike+ spíše nevyužívají a nahradily je jiné přístroje a mobilní aplikace, které se instalují do chytrých telefonů. V kapitole 1.5.4 je představeno několik mobilních aplikací, které jsou nyní hojně využívány u rekreačních sportovců k měření pohybových aktivit. Dále jsou v kapitole 1.5.4 obecně

představeny chytré hodinky, které jsou v poslední době velice oblíbeny u mnoha uživatelů. Chytré hodinky se využívají nejen k měření pohybových aktivit, ale i jako plnohodnotné přístroje, přes které je možné telefonovat, posílat SMSky či surfovat po internetu.

Obrázek 18 - Nike+ iPod Sport Kit (zásuvný modul a krokoměr)



Zdroj: Matas, 2013

1.5.3 APLIKACE DO MOBILNÍCH TELEFONŮ

K novým trendům měření pohybové aktivity v současné době patří mimo jiné mobilní aplikace. Mobilní aplikace neboli mobile app, využívané pro podporu pohybových aktivit a zdravého životního stylu, využívají výhod mobilních telefonů neboli smartphonů. Mezi výhody chytrých telefonů určitě patří přenositelnost, GPS přijímač, integrovaný fotoaparát a masová rozšířenost těchto přístrojů potažmo jejich aplikací. Hodně uživatelů mobilních telefonů nemá zájem kupovat další zařízení jako například sporttester či fitness náramek pro měření PA. Místo toho hledají řešení v podobě aplikací, které se dají nainstalovat do chytrých telefonů a dokážou podat informace o pohybové aktivitě.

Mobilní aplikace pro podporu PA je velice nesnadné rozdělit do kategorií. Komplikované je to z toho důvodu, že je jich na trhu nesmírné množství a jejich vlastnosti a funkce se mezi sebou prolínají. Nicméně Trejtnar (2016) se je pokusil rozdělit do pěti kategorií na: Sledovače, Exergames, Osobní trenéry, Výukové aplikace a Sportovní sociální sítě. Mezi aplikace Sledovačů jsou zařazeny ty, které zaznamenávají data o pohybové aktivitě uživatele. Exergames jsou aplikace na bázi hry a obsahují tzv. pohybovou komponentu. Kategorie Osobních trenérů jsou aplikace, které obsahují velké množství cviků, rad, cvičební plány, přehledů a zápisníky. Výukové aplikace slouží především k pochopení jednotlivých kroků v pohybových dovednostech a pro jejich zlepšení. Poslední kategorií jsou Sportovní sociální sítě, které fungují na bázi zaznamenávání sportovních výkonů a jejich další porovnávání s dalšími uživateli. (Trejtnar, 2016)

Níže jsou představeny a blíže popsány dvě aplikace pro podporu pohybových aktivit a zdravého životního stylu, konkrétně Endomondo a Instat Heart Rate.

Endomondo je jedna z nejznámějších mobilních aplikací pro monitorování pohybové aktivity na světě. Tato aplikace je dostupná pro všechny tři operační systémy (iOS, Android a Windows Phone) a je zcela v českém jazyce. Její využívání je zdarma nebo je možné dokoupit si za měsíční poplatek Premium verzi. Bezplatná varianta aplikace nabízí uživatelům monitoring PA a to konkrétně měření vzdálenosti, rychlosti, času a s pomocí GPS zaznamenává záznam trasy na mapě. Dále dokáže vypočítat spálené kalorie (nutnost zadání tělesné hmotnosti a výšky). Připojí-li se další podporované zařízení, lze měřit i tepovou frekvenci. K využívání této mobilní aplikace je nutné vytvořit si osobní profil na webových stránkách www.endomondo.com. Na těchto stránkách je poté možná analýza a porovnání dat se svými pohybovými aktivitami nebo s aktivitami dalších uživatelů. Na webových stránkách najdeme další různé funkce například historii všech monitorovaných aktivit, možnost vytvoření oblíbených tras, tréninkové statistiky, atd. Aplikace Endomondo podporuje propojitelnost se sociálními sítěmi a tak je také možné sdílet své pohybové aktivity s dalšími lidmi např. na Facebooku, Googlu+, atd. Placená verze Premium má oproti verzi zdarma několik funkcí navíc. Například se v této verzi neobjevují reklamy a lze navíc využívat tvorbu tréninkových plánů, detailnější analýzy dat, záznamy o počasí, aj. (Grečmal, 2015)

Mezi další aplikace podobné Endomondo patří například Runkeeper, Sports Tracker, Runtastic, Nike+, Sportractive, aj.

Instat Heart Rate je aplikace, jejíž pomocí lze změřit tepovou frekvenci. Tato aplikace je dostupná opět pro všechny tři platformy (iOS, Android a Windows Phone) a je zcela zdarma. Instat Heart Rate pracuje s pomocí integrovaného fotoaparátu mobilního telefonu. Měření je orientační, avšak překvapivě přesné. Monitoring probíhá tak, že uživatel přiloží prst na zadní čočku fotoaparátu a nechá ho prosvítit LED diodou. Za 15 sekund aplikace vypočítá na základě změny barvy krve tepovou frekvenci a vše uloží do paměti. V aplikaci nalezneme data k možnému pozdějšímu vyhodnocení či porovnání. K měření tedy není nutný sporttester, fitness náramek ani jiný snímač. Dalšími podobnými aplikacemi jsou například Runtastic Heart Rate Monitor, Heart Rate a další. (Grečmal, 2015)

1.5.4 CHYTRÉ HODINKY

Chytré hodinky neboli Smart Watches se velice podobají fitness náramkům, které mají displeje. Ovšem uživatel se nesmí nechat zmást pouze vizuální stránkou, ale musí se ohlížet i na funkce jednotlivých zařízení a z tohoto hlediska nelze chytré hodinky a fitness náramky s displeji zaměňovat. Chytré hodinky dokážou zastat funkci chytrého telefonu či tabletu, a proto jsou nazývány jako plnohodnotné doplňky. To znamená, že chytré hodinky dokážou i telefonovat, přijímat SMS zprávy a emaily. Dále hodinky samozřejmě obsahují budík, stopky a další funkce digitálních hodinek. Chytré hodinky mají další funkce jako je například ovládání jiných přístrojů a zařízení na dálku. Mohou ovládat telefony, tablety, televize a jiná zařízení. Displeje těchto přístrojů jsou dotykové a umožňují je ovládat a ne pouze zobrazovat informace. U některých modelů chytrých hodinek lze nalézt operační systém a tak je možné instalovat různé aplikace či hry. I chytré hodinky se využívají k měření pohybové aktivity a umí také například monitorovat ušlé kroky, ušlou vzdálenost, spálené kalorie a lepší modely tepovou frekvenci. Svými funkcemi se hodinky dokážou vyrovnat fitness náramkům, dokonce je i předčí. Některé Smart watches jsou také voděodolné a vydrží různé teplotní výkyvy. Výdrž baterií hodinek se pohybují v závislosti na používání. Jelikož je u těchto přístrojů dotykový displej, musí uživatel počítat s častějším dobíjením minimálně podobně jako u mobilních telefonů (jeden až tři dny). Mezi současné a nejznámější výrobce hodinek patří například Apple (Apple Watch), Samsung (Galaxy Gear), Sony (SmartWatch), aj. (CZC, 2016)

Obrázek 19 - Různé modely chytrých hodinek od různých výrobců



Zdroj: Smartwatches

2 CÍL, ÚKOLY

2.1 CÍL

Cílem práce je porovnání přesnosti měření monitorovacích prostředků z hlediska přesnosti měření. Konkrétně se jedná o:

1. Porovnání naměřených vybraných dat monitorovacího prostředku Garmin Forerunner 210 HR a prostředku Garmin vívosmart optic (Garmin vívosmart HR) nošených simultánně.
2. Porovnání naměřených dat dvou monitorovacích prostředků Garmin vívosmart optic (Garmin vívosmart HR) nošených simultánně na pravém a levém zápěstí.
3. Porovnání naměřených dat dvou monitorovacích prostředků Garmin vívosmart optic (nošených simultánně na pravém a levém zápěstí) s nastavením výchozí délky kroku od výrobce a dvou monitorovacích prostředků (nošených simultánně na pravém a levém zápěstí) s vlastním nastavením délky kroku.

2.2 ÚKOLY

1. Rešerše odborné literatury, kvalifikačních prací a důvěryhodných internetových zdrojů.
2. Příprava na testování monitorovacích prostředků - seznámení a manipulace.
3. Samotné testování monitorovacích prostředků.
4. Zpracování a statistické vyhodnocení naměřených dat pomocí softwaru Microsoft Exel.
5. Porovnání testovaných monitorovacích prostředků mezi sebou a vyhodnocení.

3 HYPOTÉZY, VÝZKUMNÉ OTÁZKY

3.1 VĚDECKÉ HYPOTÉZY PRÁCE

Na základě analýzy problematiky, získaných teoretických informací a získaných praktických zkušeností z dřívější studie (Matas, 2013), kde byly porovnávány zařízení Garmin Forerunner 210 HR a miCoach od firmy Adidas, byly formulovány následující pracovní hypotézy:

Hypotéza 1: „Monitorovací prostředky Garmin Forerunner 210 HR a Garmin vívosmart optic (Garmin vívosmart HR) udávají odlišné hodnoty při simultánním monitoringu pohybové aktivity.“

$$H_0: \text{Forerunner} = \text{vívosmart}$$

$$H_1: \text{Forerunner} \neq \text{vívosmart}$$

Hypotéza 2: „Monitorovací prostředek Garmin vívosmart optic (Garmin vívosmart HR) umístěný na levém zápěstí udává stejné hodnoty jako monitorovací prostředek Garmin vívosmart optic (Garmin vívosmart HR) umístěný na pravém zápěstí při simultánním monitoringu pohybové aktivity.“

$$H_0: \text{vívosmart (levé zápěstí)} \neq \text{vívosmart (pravé zápěstí)}$$

$$H_1: \text{vívosmart (levé zápěstí)} = \text{vívosmart (pravé zápěstí)}$$

Hypotéza 3: „Monitorovací prostředky Garmin vívosmart optic (umístěné na levém a pravém zápěstí) s vlastním nastavením délky kroku udávají odlišné hodnoty než monitorovací prostředky Garmin vívosmart optic (umístěné na levém a pravém zápěstí) s výchozím nastavením délky kroku od výrobce.“

$$H_0: \text{vívosmart (vlastní délka kroku)} = \text{vívosmart (délka kroku od výrobce)}$$

$$H_1: \text{vívosmart (vlastní délka kroku)} \neq \text{vívosmart (délka kroku od výrobce)}$$

3.2 VÝZKUMNÉ OTÁZKY

„Mají moderní monitorovací prostředky Garmin Forerunner 210 HR a Garmin vivosmart optic (Garmin vivosmart HR) nošené simultánně odlišnou přesnost měření?“

„Má umístění monitorovacího prostředku Garmin vivosmart optic (Garmin vivosmart HR) na levém nebo pravém zápěstí vliv na přesnost měření?“

„Mají monitorovací prostředky Garmin vivosmart optic (nošených simultánně na pravém a levém zápěstí) s vlastním nastavením délky kroku a monitorovací prostředky Garmin vivosmart optic (nošených simultánně na pravém a levém zápěstí) s nastavením výchozí délky kroku od výrobce odlišnou přesnost měření?“

4 METODIKA

4.1 POPIS TESTU

Proband měl překonat vzdálenost dvou kilometrů na 400 metrovém atletickém ovále. Veškerá měření se prováděla na atletickém ovále atletického klubu Škody Plzeň s tartanovým povrchem. Tempo testu bylo předem zvoleno (běh: $\pm 4:10$ min/km). Délka tratě 2 km byla porovnávána s naměřenými hodnotami jednotlivých zařízení. Viz Graf 1.

Proband měl na sobě celkem tři přístroje. Jeden přístroj Garmin Forerunner 210 HR, který se skládá z hodinek (umístěné na levém zápěstí) a hrudního pásu na měření srdeční frekvence (umístěný na hrudi). Dva přístroje Garmin vívosmart optic (Garmin vívosmart HR), z čehož jeden byl umístěn na levém zápěstí a druhý na pravém zápěstí (umístění dle výrobce).

Proband zařízení zapínal na startu dvoukilometrové tratě v následujícím pořadí: Garmin Forerunner 210, vívosmart optic 1 (umístěný na levém zápěstí) a vívosmart optic 2 (umístěný na pravém zápěstí). Samotné spuštění přístrojů trvalo max. do 2 vteřin, poté proband vyběhl na trať. Po zdolání tratě proband přiběhl do cíle, kde nepokračoval v běhu ani chůzi, a vypnul zařízení opět ve stejném pořadí, jako je zapínal, tj. první vypnul Garmin Forerunner, poté vívosmart 1 a nakonec vívosmart 2.

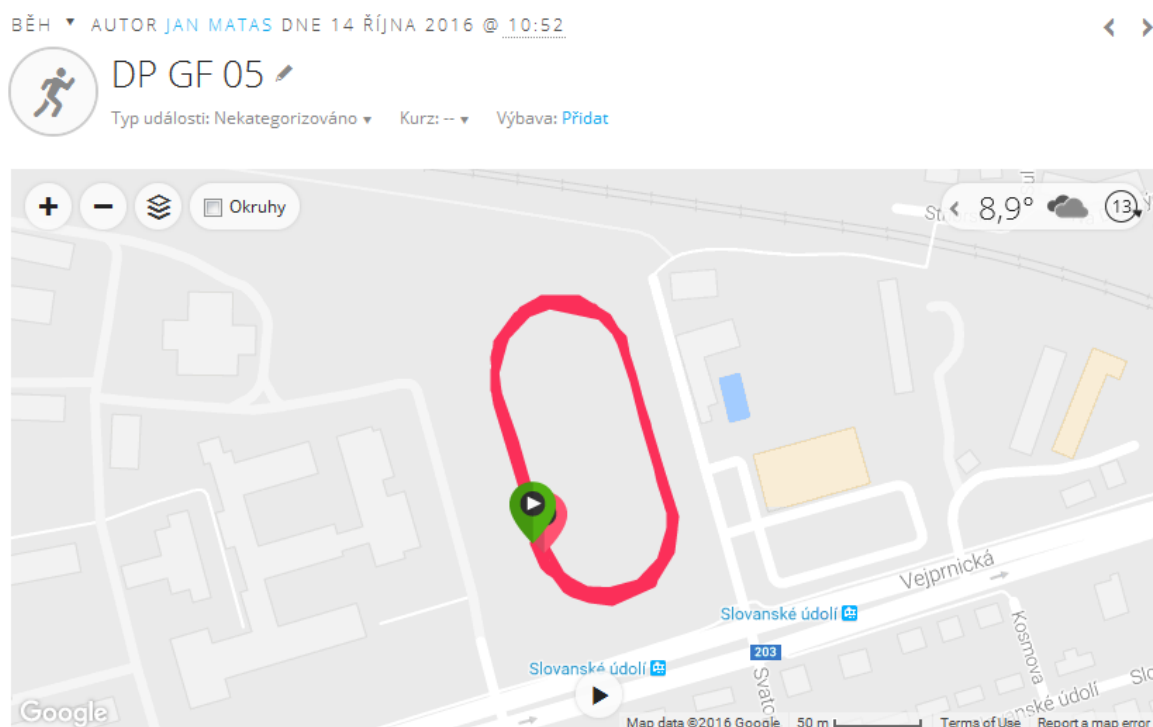
Celkem bylo absolvováno 40 tréninkových jednotek, při kterých bylo probandem uběhnuto celkem 80 kilometrů. Prvních 20 tréninků bylo absolvováno s přístrojem Garmin Forerunner 210 HR a dvěma přístroji Garmin vívosmart optic, u kterých byla nastavena výchozí délka kroku od výrobce. Druhých 20 tréninků bylo absolvováno s přístrojem Garmin Forerunner 210 HR a dvěma přístroji Garmin vívosmart optic, u kterých byla nastavena vlastní délka kroku při chůzi a při běhu.

Nastavení vlastní délky kroku při chůzi a běhu u přístroje Garmin vívosmart optic lze provést v nastavení při připojení zařízení do služby Garmin Connect. Předtím je ovšem nutné zjistit samotnou délku kroku při chůzi a při běhu. Délka kroku při chůzi u probanda byla určena tak, že na trati dlouhé 100 metrů bylo provedeno 10 měření, při kterých proband absolvoval 100 metrů v chůzi, a byly mu počítány kroky, za které tuto trať zdolal. Za těchto 10 měření bylo zjištěno, že proband v průměru na 100 metrech udělal 125 kroků. Z toho vyplývá, že délka kroku je u probanda 80 cm. Dále existuje i orientační

výpočet mezi tělesnou výškou člověka a délkou kroku. Tento výpočet pro průměrnou délku kroku při chůzi je: tělesná výška násobená číslem 0,42 (Délka kroku = 42% tělesné výšky). Proband, který měří 190 cm, měl dle výše zmíněného orientačního výpočtu délku kroku při chůzi 79,8 cm. Tento výpočet je ovšem orientační a záleží na různých dalších faktorech. Vycházelo se proto z výpočtu na 100 metrovém úseku.

Délka kroku při běhu u probanda se měřila na stejném principu jako při chůzi, tedy na 100 metrovém úseku. Proband při absolvování této trati během měl průměrný počet kroků 60 při 10 měřeních. Délka kroku při běhu byla tedy 166 cm. Je nutné podotknout, že proband se snažil běžet stejným tempem jako při testu na dvoukilometrové trati (běh: $\pm 4:10$ min/km). Nicméně je velice obtížné změřit tuto délku kroku, jelikož při různých rychlostech běhu se krok buď prodlužuje, nebo zkracuje.

Obrázek 20 - Záznam zařízení Forerunner v Garmin Connect



Zdroj: Garmin Connect a vlastní tvorba, 2016 - trénink č.5

4.2 POPIS TESTOVANÝCH MONITOROVACÍCH PROSTŘEDKŮ

4.2.1 GARMIN FORERUNNER 210 HR

Sporttester Forerunner 210 HR vyrábí firma Garmin. Garmin má na trhu dlouholetou tradici ve výrobě technologických prostředků, které sledují tréninkový proces. Forerunner 210 HR se momentálně nevyrábí, nahradila jej vyšší řada nazvaná Forerunner 230 HR, která má v sobě zabudované některé nové funkce a největší změnou je větší displej. Pro náš výzkum jsme využili ještě starší řadu 210, jelikož tento přístroj má dobré výsledky v přesnosti měření. Forerunner 210 HR patří do skupiny sporttesterů, které mají integrované vysoce citlivé GPS přijímače. Sporttester se skládá z hrudního pásu (snímače tepové frekvence) a z náramkových hodinek, které mají rozměry 4,5 x 6,9 x 1,4 cm a váží 52 g. Hodinky jsou voděodolné a dají se využít u sportovních aktivit jako je například běh, in-line bruslení, běžecké a sjezdové lyžování, cyklistika a mnoho dalších sportů. Přístroj Forerunner 210 HR pomocí citlivého GPS přijímače dokáže určit průměrnou i aktuální rychlost, zdolanou vzdálenost a zdolaný výškový profil. Dále je přístroj schopen změřit srdeční tep, rozsah srdeční tepové frekvence, množství spálených kalorií a průměrné nebo okamžité tempo běhu. Samozřejmě přístroj zobrazuje čas a datum. Veškerá naměřená data jsou ukládána do interní paměti přístroje s tím, že mohou být přehrána pomocí USB kabelu do PC a vyhodnocena na webovém tréninkovém serveru Garmin Connect (<http://connect.garmin.com/>), další vyhodnocení je možné v chytrém telefonu či tabletu nebo v programu určeném výrobcem, tj. Garmin Training Center. Tento vyhodnocovací program pracuje offline čili nepotřebuje žádné internetové připojení. (Garmin C, 2009)

„Garmin Connect je velmi jednoduchý a je velice snadné a rychlé se v něm naučit orientovat a analyzovat svoje tréninky. K využívání tohoto tréninkového serveru se sportovec potřebuje nejprve zaregistrovat na stránkách <http://connect.garmin.com>. Po přihlášení na vytvořený účet už sportovci nic nebrání k nahrávání jeho tréninkových dat. Tato data může využívat jen pro vlastní potřebu nebo je i sdílet a porovnávat s ostatními uživateli. Sportovec si může najít i u ostatních uživatelů zajímavé tréninky a vyzkoušet si je. Na Garmin Connect se tréninky zobrazují na digitální mapě Google Earth.“ (Matas, 2013)

Obrázek 21 - Garmin Forerunner 210 HR



Zdroj: Garmin C, 2009

Obrázek 22 - Garmin vívosmart optic



Zdroj: Garmin D, 2009

4.2.2 GARMIN VÍVOSMART OPTIC

Garmin vívosmart optic je také produktem firmy Garmin. Tento přístroj se řadí mezi tzv. fitness náramky. Jak výrobce uvádí, tento náramek je určen pro příznivce sportu a fitness. Vívosmart se může stát skvělou pomůckou pro všechny, kteří hledají motivaci ke zvýšení kondice či boje s nadváhou. Tento přístroj je vhodný pro začínající sportovce, jelikož je jednoduchý na ovládání, dá se využít při sportovních aktivitách jako Forerunner 210 HR. Hmotnost zařízení je 29,6 g a rozměry zařízení jsou následující: pro obvod ruky je 180 - 224 mm, šířka je 21 mm a výška zařízení je 12,3 mm. Z těchto rozměrů vyplývá, že zařízení je velice malé. Náramek je voděodolný do hloubky 5 ATM a není nutné si ho sundávat v případě sprchování či plavání. Vívosmart optic má funkce jednoduchého sporttesteru. Přístroj dokáže změřit počet absolvovaných kroků, spálené kalorie, prošlou či uběhlou vzdálenost a díky vestavěnému barometru počet vyšlých pater. Dále přístroj dokáže změřit kvalitu a délku spánku. V neposlední řadě náramek měří tep a to pomocí vestavěného optického snímače na zápěstí ruky. Díky tomuto snímači nepotřebujete žádný dodatečný snímač. Náramek neustále měří vaši aktivitu, je možné jej nosit v průběhu celého dne i během spánku. Při tréninku spustíte na náramku sportovní stopky, pomocí kterých je přístroj schopen změřit a podrobně vyhodnotit libovolnou sportovní aktivitu. Naměřená data se také dají nahrát do tréninkového deníku Garmin Connect (<http://connect.garmin.com/>) a to buď v PC, v chytrém telefonu či tabletu nebo offline programem Garmin Training Center. (Garmin D, 2009)

4.2.3 SROVNÁNÍ FUNKCÍ A PARAMETRŮ TESTOVANÝCH MONITOROVACÍCH PROSTŘEDKŮ

Tabulka 3 ukazuje některé vybrané parametry a funkce zařízení Garmin Forerunner 210 HR a Garmin vívosmart optic a jejich srovnání mezi sebou. Z tohoto srovnání vyplývá, že Garmin Forerunner má větší displej, váží více, obsahuje snímač GPS. Bohužel chybí snímač kadence běhu/chůze a monitoring spánku. Výrobce uvádí, že délka výdrže baterie u Forerunneru se pohybuje bez použití GPS až 21 dní. V praxi je těžké se dostat na tyto hodnoty výdrže baterie. Naproti tomu Garmin vívosmart s výdrží předčí výrobcem udanou délku 5 dnů a vydrží v pohotovosti o pár dní déle.

Tabulka 3 - Srovnání parametrů a funkcí u Garminu Forerunner 210 HR a Garmin vívosmart optic

| | Garmin Forerunner 210 HR | Garmin vívosmart optic |
|---------------------------|---|-------------------------------|
| Rozměry displeje | Průměr 25 mm | 25,3 x 10,7 mm |
| Rozlišení displeje (ŠxV) | 52 x 30 pix. | 160 x 68 pix. |
| Hmotnost | 52 gramů | 29,6 gramů |
| Výdrž baterie | 8 hodin se zapnutým GPS 21 dní bez zapnutého GPS | 5 dní |
| Snímač TF | Monitor HR | WHR optik |
| GPS | ANO | NE |
| Snímač kadence běhu/chůze | NE | ANO |
| Měření vzdálenosti | ANO | ANO |
| Výškový profil | ANO | ANO |
| Určení rychlosti | ANO | ANO |
| Monitoring spánku | NE | ANO |

Zdroj: vlastní tvorba, 2017

4.3 POUŽITÉ PŘÍSTROJE PRO NAHRÁNÍ DAT DO GARMIN CONNECT

Získaná naměřená data byla nahrána do tréninkového deníku Garmin Connect pomocí tabletu Asus Zenpad 8.0 a notebooku HP ProBook 4320s.

4.4 POUŽITÉ STATISTICKÉ METODY

Získaná data byla zpracována pomocí programu Microsoft Office Excel 2007. Pro statistické zpracování získaných dat byly použity tyto metody:

Párový t-test. „Párový t-test porovnává data, která tvoří „spárované variační řady“, tzn. že pocházejí ze subjektů, které byly podrobeny dvěma měřením. Provádíme tedy 2 měření u jednoho výběrového souboru: 1. měření před aplikací pokusného zásahu, 2. po aplikaci pokusného zásahu. Takto získané hodnoty tvoří páry a reprezentují při testování jak kontrolní, tak i pokusnou skupinu porovnávaných dat.“ (T-test, 2016)

Hladina významnosti byla zvolena $\alpha < 0,01$.

Effect Size (ES). „Jako vodítka pro posuzování významnosti výsledků, statisticky nezveličovaných rozsahem analyzovaného souboru, slouží koeficienty velikosti účinku – effect size.“ (Sigmundová, Sigmund, 2012, s. 61)

Jedním z nejčastěji užívaných způsobů vyjádření ES je Cohenovo d (1988), kde $d = 0,2$ je interpretováno jako malý efekt ($0,2 < d < 0,5$), $d = 0,5$ jako střední efekt ($0,5 \leq d < 0,8$) a $d = 0,8$ jako velký efekt ($d \geq 0,8$).

4.5 VÝZKUMNÝ SOUBOR

Pro testování byl vybrán jeden proband z důvodu malého počtu testovaných monitorovacích zařízení (1x Garmin Forerunner 210 HR, 2x Garmin vívosmart optic). Jedním z předpokladů je, že by testované přístroje měly měřit stejně jak při sportovním tréninku, tak i při rekreačním či amatérském sportování. Z tohoto důvodu není důležité a rozhodující profesionální úroveň sportovce, ani jeho věk a pohlaví nehrají důležitou roli.

5 VÝSLEDKY

Hypotéza 1: „Monitorovací prostředky Garmin Forerunner 210 HR a Garmin vívosmart optic (Garmin vívosmart HR) udávají odlišné hodnoty při simultánním monitoringu pohybové aktivity.“

$$H_0: \text{Forerunner} = \text{vívosmart}$$

$$H_1: \text{Forerunner} \neq \text{vívosmart}$$

Výše zmiňované přístroje dovedou změřit několik veličin jako je například ušlá či uběhlá vzdálenost, množství spálených kalorií, průměrné nebo okamžité tempo, rozsah srdeční tepové frekvence. Práce je zaměřená především na veličiny vzdálenosti a průměrné rychlosti. Na základě analýzy problematiky, získaných teoretických informací a získaných praktických zkušeností z dřívější studie (Matas, 2013), kde byly porovnávány zařízení Garmin Forerunner 210 HR a miCoach od firmy Adidas, bylo předpokládáno, že zařízení Forerunner a vívosmart budou udávat odlišné hodnoty při simultánním monitoringu pohybové aktivity, jelikož Forerunner a vívosmart pracují odlišně. Forerunner zaznamenává pomocí GPS snímače, kdežto vívosmart zaznamenává pomocí pohybového senzoru (oscilace).

Tabulka 4 - Výsledky hypotézy 1

| Vzdálenost (km) | | | | |
|------------------------|--------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Zařízení | Průměr | Směrodatná odchylnka SO | t-test ($\alpha < 0,01$) | Effect Size (Cohen's d) |
| Garmin Forerunner vs. | 2,07 | 0,0185 | | |
| Garmin vívosmart 1 | 1,87 | 0,0274 | 7,75E-12 | 1,92 |
| Garmin vívosmart 2 | 1,88 | 0,02 | 1,11E-12 | 1,93 |
| Garmin vívosmart 1 a 2 | 1,88 | 0,0238 | 1,33E-27 | 2,04 |


| Průměrná rychlost (km/h) | | | | |
|--------------------------|--------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Zařízení | Průměr | Směrodatná odchylnka SO | t-test ($\alpha < 0,01$) | Effect Size (Cohen's d) |
| Garmin Forerunner vs. | 15,21 | 0,2735 | | |
| Garmin vívosmart 1 | 13,76 | 0,1218 | 1,00E-11 | 1,92 |
| Garmin vívosmart 2 | 13,78 | 0,1184 | 1,04E-12 | 1,92 |
| Garmin vívosmart 1 a 2 | 13,77 | 0,1205 | 1,71E-13 | 2,04 |

Garmin vívosmart 1 byl umístěn na levém zápěstí a Garmin vívosmart 2 na pravém zápěstí probanda.

Dle naměřených hodnot u veličin vzdálenosti a průměrné rychlosti (viz Tabulka 4) u přístrojů Forerunner a vívosmart je patrné, že u Hypotézy 1 zamítáme H_0 a přijímáme H_1 . Pomocí párového t-testu ($\alpha < 0,01$) bylo zjištěno, že rozdíl u zkoumaných veličin je statisticky vysoce významný. Effect Size ukazuje velký efekt ($d \geq 0,8$) u zkoumaných veličin.

Dle našich předpokladů byl naměřen rozdíl u monitorovacích prostředků. Zkoumané monitorovací prostředky udávají odlišné hodnoty při simultánním monitoringu pohybové aktivity.

Obrázek 23 - Záznam zařízení Forerunner v Garmin Connect;

| |  DP GV01L 06 Říj 14, 2016 09:04 |  DP GV02P 06 Říj 14, 2016 09:04 |  DP GF 06 14 Říj 2016 11:04 |
|-------------------|--|---|--|
| Vzdálenost | 1.87 km | 1.87 km | 2,07 km |
| Doba | 8:12.0 | 8:12.3 | 8:12,1 |
| Průměrná rychlost | 13.7 km/h | 13.7 km/h | 15,1 km/h |
| Průměrné tempo | 4:23 min/km | 4:23 min/km | 3:58 min/km |
| Kalorie (kcal) | 158 Kal. (kCal) | 156 Kal. (kCal) | 121 Kal. (kCal) |

Zdroj: Garmin Connect a vlastní tvorba, 2016

DP GV01L - vívosmart umístěný na levém zápěstí, DP GV02P - vívosmart umístěný na pravém zápěstí, DP GF - Forerunner, číslo 06 značí trénink č. 6

Hypotéza 2: „Monitorovací prostředek Garmin vívosmart optic (Garmin vívosmart HR) umístěný na levém zápěstí udává stejné hodnoty jako monitorovací prostředek Garmin vívosmart optic (Garmin vívosmart HR) umístěný na pravém zápěstí při simultánním monitoringu pohybové aktivity.“

H_0 : vívosmart (levé zápěstí) \neq vívosmart (pravé zápěstí)

H_1 : vívosmart (levé zápěstí) = vívosmart (pravé zápěstí)

Získané zkušenosti z dřívější studie (Matas, 2013) jsme využili i v této hypotéze. Bylo předpokládáno, že zařízení vívosmart umístěný na levém zápěstí bude udávat stejné hodnoty jako zařízení vívosmart umístěné na pravém zápěstí. Garmin udává u svého zařízení vívosmart výběr preferovaného zápěstí. Je možné tedy zařízení využívat na levém i pravém zápěstí a je tomu přizpůsobena orientace obrazovky a nastavení zařízení. Zařízení by měla udávat stejné hodnoty, i když budou na odlišném zápěstí.

Dle naměřených hodnot u veličin vzdálenosti a průměrné rychlosti (viz Tabulka 5) u přístrojů vívosmart 1 (umístěný na levém zápěstí) a vívosmart 2 (umístěným na pravém zápěstí) je patrné, že u Hypotézy 2 zamítáme H_0 a přijímáme H_1 . Pomocí párového t-testu ($\alpha < 0,01$) bylo zjištěno, že rozdíl u zkoumaných veličin je statisticky nevýznamný. Effect Size ukazuje malý efekt ($0,2 < d < 0,5$) u zkoumaných veličin.

Tabulka 5 - Výsledky hypotézy 2

| Vzdálenost (km) | | | | |
|------------------------|--------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Zařízení | Průměr | Směrodatná odchylka SO | t-test ($\alpha < 0,01$) | Effect Size (Cohen's d) |
| Garmin vívosmart 1 vs. | 1,87 | 0,0274 | | |
| Garmin vívosmart 2 | 1,88 | 0,02 | 9,38E-02 | 0,288559765 |

| Průměrná rychlost (km/h) | | | | |
|--------------------------|--------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Zařízení | Průměr | Směrodatná odchylka SO | t-test ($\alpha < 0,01$) | Effect Size (Cohen's d) |
| Garmin vívosmart 1 vs. | 13,76 | 0,1218 | | |
| Garmin vívosmart 2 | 13,78 | 0,1184 | 5,49E-01 | 0,155595046 |

Garmin vívosmart 1 byl umístěn na levém zápěstí a Garmin vívosmart 2 na pravém zápěstí probanda.

Dle předpokladů nebyl naměřen významný rozdíl u monitorovacích prostředků vívosmart 1 (umístěný na levém zápěstí) a vívosmart 2 (umístěným na pravém zápěstí). Zkoumané monitorovací prostředky udávají takřka stejné hodnoty při simultánním monitoringu pohybové aktivity.

Hypotéza 3: „Monitorovací prostředky Garmin vívosmart optic (umístěné na levém a pravém zápěstí) s vlastním nastavením délky kroku udávají odlišné hodnoty než monitorovací prostředky Garmin vívosmart optic (umístěné na levém a pravém zápěstí) s výchozím nastavením délky kroku od výrobce.“

H_0 : vívosmart (vlastní délka kroku) = vívosmart (délka kroku od výrobce)

H_1 : vívosmart (vlastní délka kroku) \neq vívosmart (délka kroku od výrobce)

Bylo předpokládáno, že zařízení vívosmart s vlastním nastavením délky kroku bude udávat odlišné hodnoty (přesnější hodnoty) než zařízení vívosmart s výchozím nastavením délky kroku od výrobce.

Dle naměřených hodnot u veličin vzdálenosti a průměrné rychlosti (viz Tabulka 6) u přístrojů vívosmart (vlastní délka kroku) a vívosmart (výchozí délka kroku) je patrné, že u Hypotézy 3 zamítáme H_0 a přijímáme H_1 . Pomocí párového t-testu ($\alpha < 0,01$) bylo zjištěno, že rozdíl u zkoumaných veličin je statisticky vysoce významný. Effect Size ukazuje velký efekt ($d \geq 0,8$) u zkoumaných veličin.

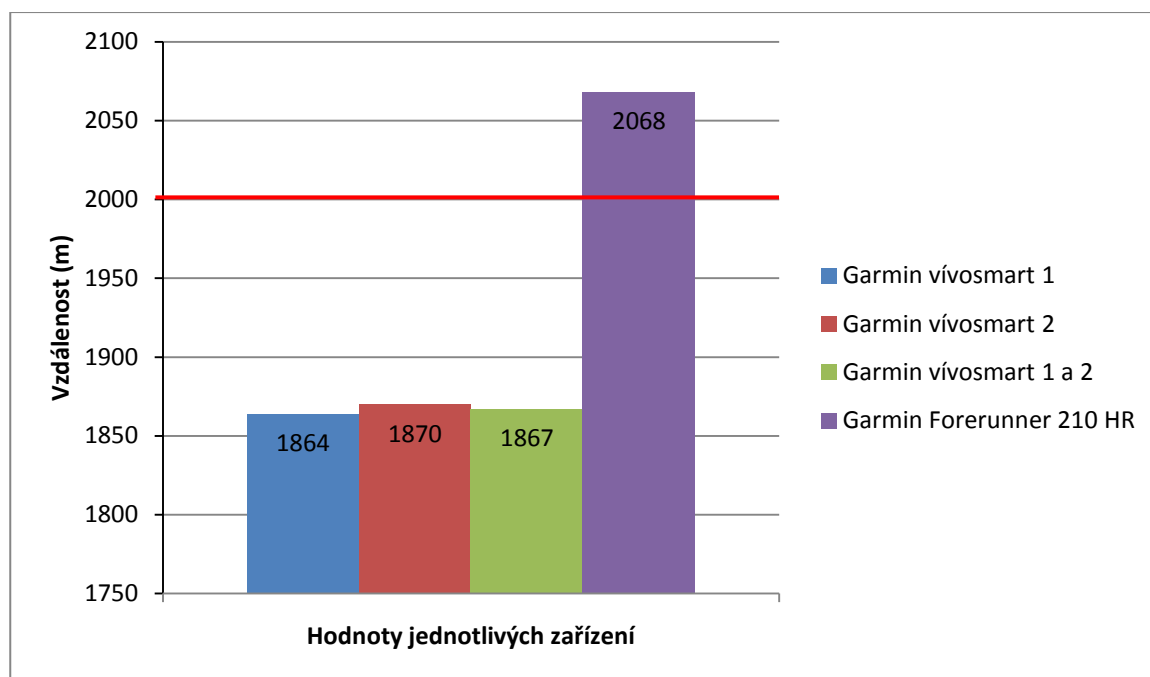
Tabulka 6 - Výsledky hypotézy 3

| Vzdálenost (km) | | | | |
|--------------------------------|--------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Zařízení | Průměr | Směrodatná odchylka SO | t-test ($p < 0,01$) | Effect Size (Cohen's d) |
| vívo - vlastní délka kroku vs. | 2,41 | 0,040035241 | | |
| vívo - výchozí délka kroku | 1,87 | 0,02382522 | 1,11E-66 | 1,971555825 |

| Průměrná rychlost (km/h) | | | | |
|--------------------------------|--------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Zařízení | Průměr | Směrodatná odchylka SO | t-test ($p < 0,01$) | Effect Size (Cohen's d) |
| vívo - vlastní délka kroku vs. | 17,59 | 0,210223096 | | |
| vívo - výchozí délka kroku | 13,78 | 0,124272885 | 1,11E-70 | 1,991833553 |

Dle předpokladů byl naměřen rozdíl u monitorovacích prostředků. Zkoumané monitorovací prostředky s odlišným nastavením délky kroku udávají odlišné hodnoty při simultánním monitoringu pohybové aktivity.

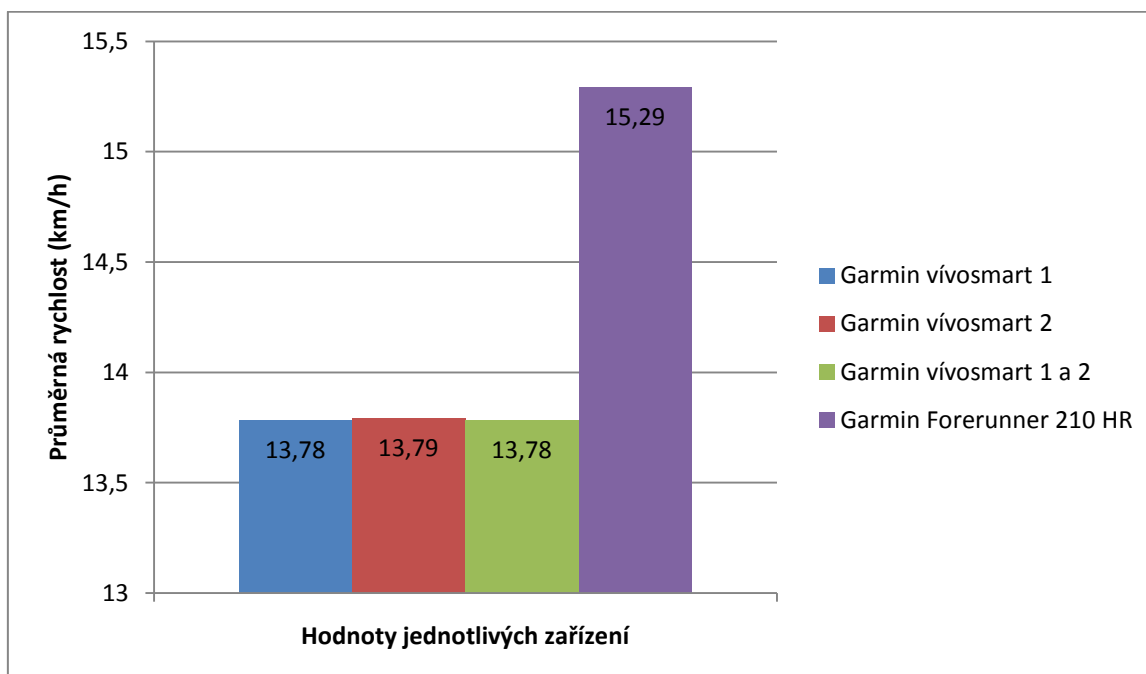
Graf 1 - Srovnání vzdálenosti (m) na trati dlouhé 2000 metrů s výchozím nastavením délky kroku



Zdroj: vlastní tvorba, 2016

Garmin vívosmart 1 byl umístěn na levém zápěstí a Garmin vívosmart 2 na pravém zápěstí probanda.

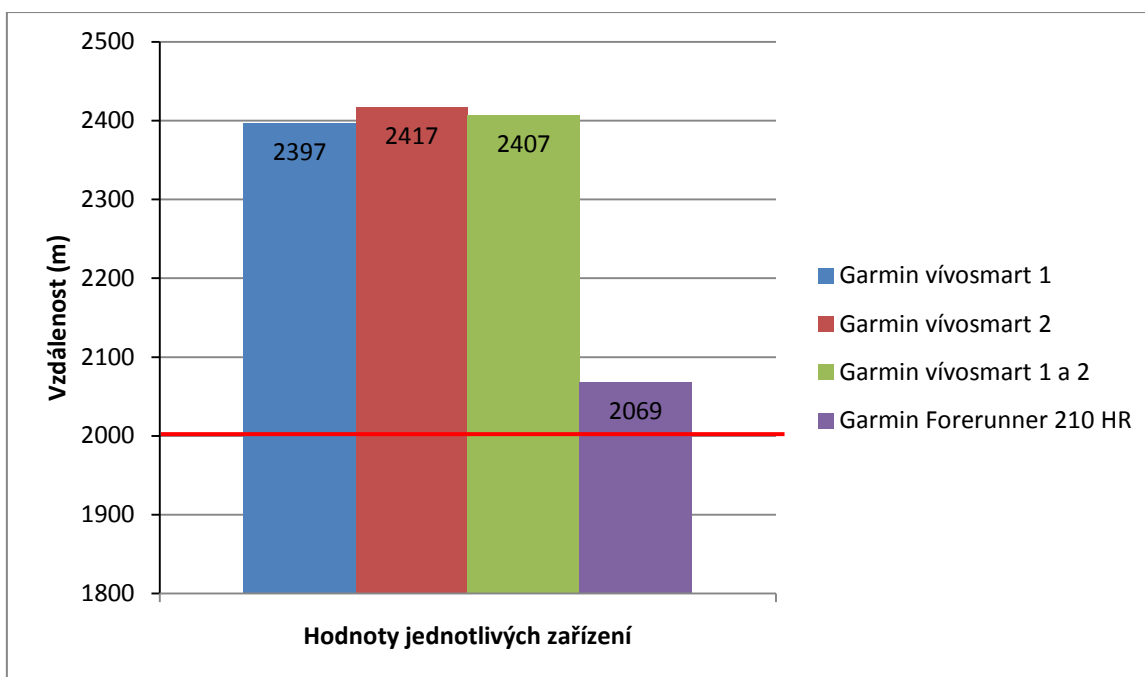
Graf 2 - Srovnání průměrné rychlosti (km/h) s výchozím nastavením délky kroku



Zdroj: vlastní tvorba, 2016

Garmin vívosmart 1 byl umístěn na levém zápěstí a Garmin vívosmart 2 na pravém zápěstí probanda.

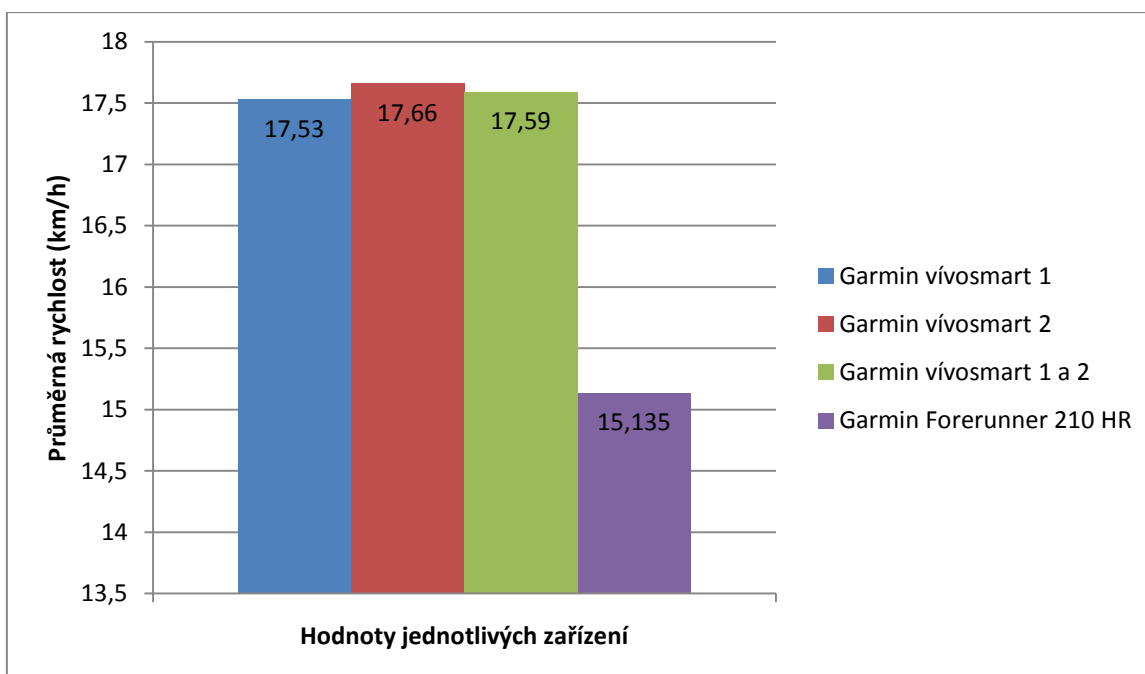
Graf 3 - Srovnání vzdálenosti (m) na trati dlouhé 2000 metrů s vlastním nastavením délky kroku



Zdroj: vlastní tvorba, 2016

Garmin vívosmart 1 byl umístěn na levém zápěstí a Garmin vívosmart 2 na pravém zápěstí probanda.

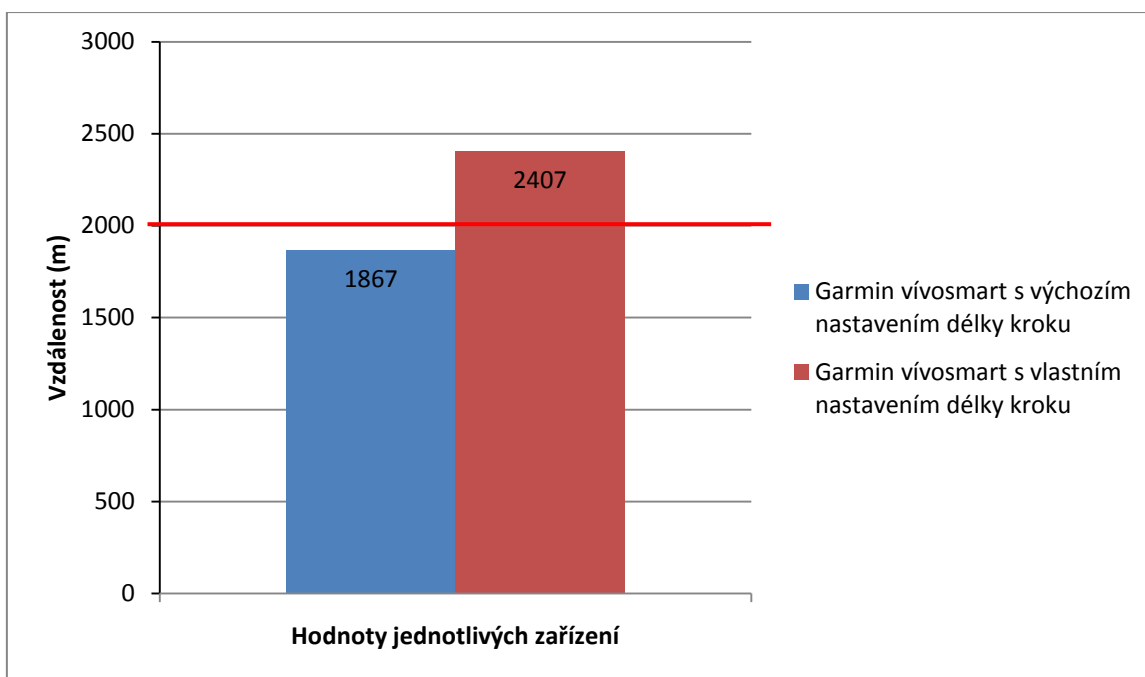
Graf 4 - Srovnání průměrné rychlosti (km/h) s vlastním nastavením délky kroku



Zdroj: vlastní tvorba, 2016

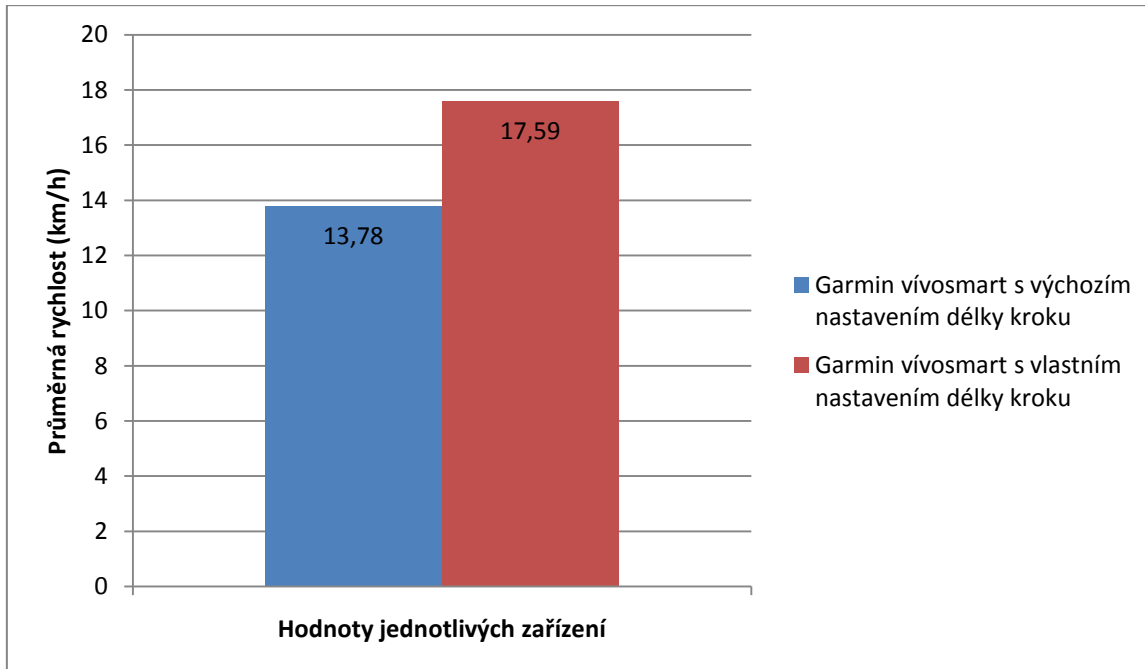
Garmin vívosmart 1 byl umístěn na levém zápěstí a Garmin vívosmart 2 na pravém zápěstí probanda.

Graf 5 - Srovnání vzdálenosti (m) na trati dlouhé 2000 metrů u přístrojů vívosmart



Zdroj: vlastní tvorba, 2016

Graf 6 - Srovnání průměrné rychlosti (km/h)



Zdroj: vlastní tvorba, 2016

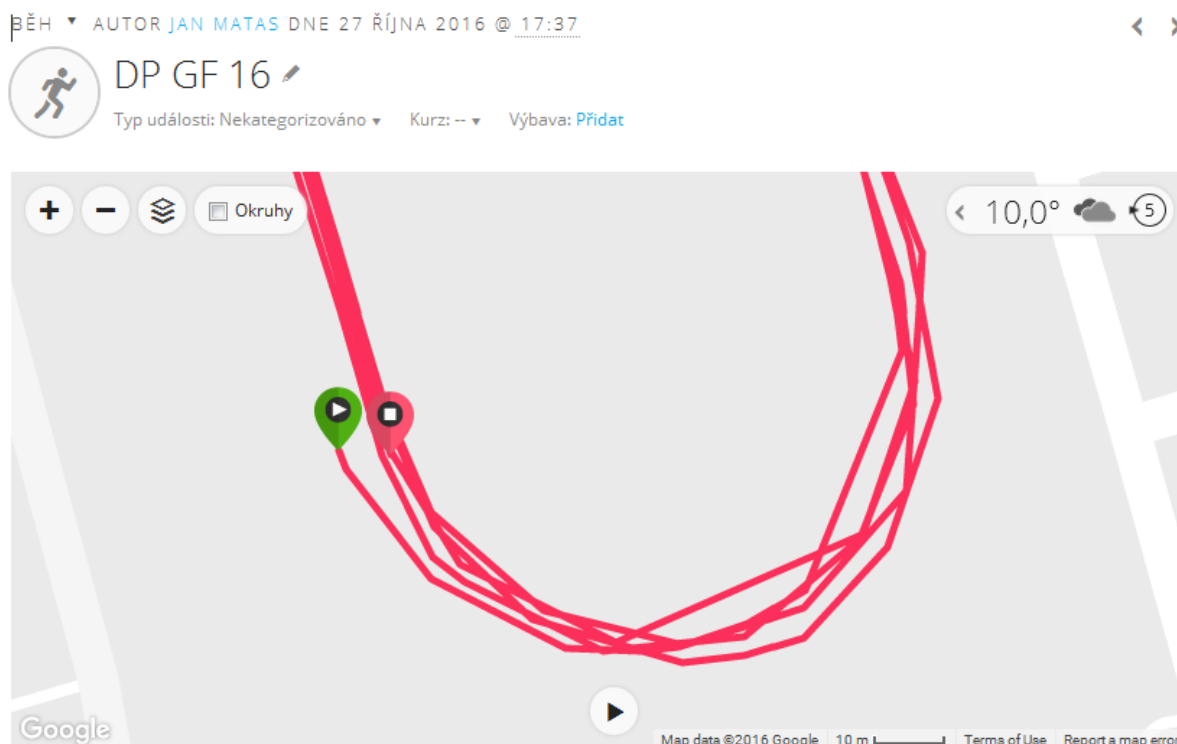
6 DISKUZE

Hypotéza 1: V této hypotéze byl předpoklad, že přístroj Forerunner v porovnání se zařízením vívosmart udává odlišné hodnoty při simultánním monitoringu pohybové aktivity. Dle naměřených výsledků u veličin vzdálenosti a průměrné rychlosti viz Graf 1 a Graf 2 vyplývá, že přístroje měří odlišné hodnoty.

Konkrétně u veličiny vzdálenosti v porovnání na dvoukilometrové trati přístroj Forerunner v průměru udával o 3,4% delší vzdálenost, než je reálná vzdálenost tratě.

Při měření polohy potažmo vzdálenosti a průměrné rychlosti pomocí GPS systémem může docházet k řadě poruch. Signál GPS systému může být ovlivněn několika faktory, které mohou způsobit chybný výpočet zařízení. Toto „přeměření“ by mohlo být nejspíše zapříčiněno podle Kopeckého (2008) několika chybami, které vznikají buď v družicovém systému, přenosovém kanálu nebo uživatelském segmentu, což znamená v GPS přijímači. Na obrázku níže (Obrázek 24) jsou patrné chyby GPS systému. Trať na atletickém okruhu byla absolvovaná v jedné dráze. Vyznačená trasa červenou barvou by se tedy měla překrývat, avšak to na obrázku nevidíme.

Obrázek 24 - Záznam zařízení Forerunner v Garmin Connect



Zdroj: Garmin Connect a vlastní tvorba, 2016
Trénink č. 16 - chyby v GPS systému

Oproti tomu vívosmart na té samé trati udával v průměru o 6,65% kratší vzdálenost než je reálná vzdálenost tratě. Toto „podměření“ oproti reálné vzdálenosti na trati (2km) by mohlo být nejspíše zapříčiněno samotnou konstrukcí zařízení vívosmart. Vívosmart zaznamenává pomocí pohybového senzoru oscilace neboli kmitání zařízení. Dle Sigmunda a Sigmundové (2011) největší úskalí těchto zařízení je především správné umístění a započítávání „správných“ pohybů těla bez nadbytečných doprovodných pohybů.

Zařízení bylo umístěno přesně podle instrukcí výrobce, tzn. upevněno nad zápěstními kostmi. Nošení zařízení by mělo být pohodlné, avšak zároveň by mělo být řádně připevněné a nemělo by se při běhu hýbat. Preference umístění na levém či pravém zápěstí nehrálo roli, viz výsledky a diskuze Hypotéza 2.

Započítávání „správných“ pohybů těla bez nadbytečných doprovodných pohybů by mohlo být dalším tématem ke studii.

Při porovnání přístroje Forerunner a vívosmart bylo zjištěno, že rozdíl mezi získanými daty u veličiny vzdálenosti u přístrojů je v průměru 10,05%.

U veličiny průměrné rychlosti přístroj Forerunner v průměru udával 15,29 km/h. Přístroj vívosmart v průměru udával průměrnou rychlost 13,78 km/h. Při srovnání těchto výsledků vyplývá, že rozdíl mezi získanými daty u veličiny průměrná rychlost u přístrojů je v průměru 10,96%. Tento rozdíl se přibližuje výše zjištěnému rozdílu u veličiny vzdálenosti, který činil 10,05%.

Průměrná rychlost je závislá na uražené vzdálenosti a čase. Jestliže by přístroj vívosmart naměřil větší vzdálenost, v našem případě na dvoukilometrové trati, při zachování stejného času, měla by se zvýšit i udávaná průměrná rychlost.

Můžeme konstatovat, že Garmin Forerunner udává o 10,05% delší vzdálenost než Garmin vívosmart a o 10,96% větší průměrnou rychlost.

Hypotéza 2: V této hypotéze byl předpoklad, že Garmin vívosmart umístěný na levém zápěstí v porovnání se zařízením Garmin vívosmart umístěným na pravém zápěstí udává stejné hodnoty při simultánním monitoringu pohybové aktivity. Dle naměřených

výsledků u veličin vzdálenosti a průměrné rychlosti (viz Graf 1 a Graf 2) vyplývá, že přístroje udávají takřka stejné hodnoty.

Konkrétně u veličiny vzdálenosti v porovnání na dvoukilometrové trati přístroj vívosmart umístěný na levém zápěstí udával v průměru o 6,8% kratší vzdálenost, než je reálná vzdálenost tratě, vívosmart umístěný na pravém zápěstí udával v průměru o 6,5% kratší vzdálenost, než je reálná vzdálenost tratě. V porovnání mezi nimi byl rozdíl mezi rozdílně umístěnými přístroji 0,3%, což na dvoukilometrové trati dělá 6 metrů.

U veličiny průměrné rychlosti opět přístroje vívosmart (jedno zařízení umístěné na levém zápěstí, druhé na pravém zápěstí) udávaly bezmála shodné údaje. Vívosmart na levém zápěstí udával v průměru průměrnou rychlost 13,76 km/h. Vívosmart na pravém zápěstí udával v průměru průměrnou rychlost 13,79 km/h. V porovnání mezi nimi byl rozdíl mezi rozdílně umístěnými přístroji 0,03 km/h, což je rozdíl 0,22% mezi přístroji.

Můžeme konstatovat, že všechny přístroje vívosmart od Garminu udávají bezmála stejné hodnoty nezávisle na jejich umístění na pravém či levém zápěstí.

Hypotéza 3: V této hypotéze byl předpoklad, že přístroje vívosmart s vlastním nastavením délky kroku budou udávat odlišné hodnoty (přesnější hodnoty) než zařízení vívosmart s výchozím nastavením délky kroku od výrobce. Dle naměřených výsledků u veličin vzdálenosti a průměrné rychlosti viz Graf 5 a Graf 6 vyplývá, že přístroje měří odlišné hodnoty, nicméně k reálné délce trati se přibližovaly přístroje vívosmart s výchozím nastavením délky kroku.

Konkrétně u veličiny vzdálenosti v porovnání na dvoukilometrové trati přístroje vívosmart s výchozím nastavením udávaly v průměru o 6,65% kratší vzdálenost, než je reálná vzdálenost tratě, přístroje vívosmart s vlastním nastavením (viz metodika měření 4.1) udávaly v průměru o 20,35% delší vzdálenost, než je reálná vzdálenost tratě. V porovnání mezi nimi byl rozdíl mezi rozdílně nastavenými přístroji 27%.

Při tomto měření bylo velké úskalí zjistit délku kroku probanda při běhu. Délka kroku se mění v závislosti na různých faktorech a například i na tempu běhu probanda. Proto se měření přístrojem Garmin vívosmart optic s vlastním nastavením délky kroku rozcházel s reálnou délkou trati v průměru o 20,35%.

U veličiny průměrné rychlosti přístroje vívosmart s výchozím nastavením délky kroku udávaly v průměru průměrnou rychlost 13,78 km/h. Zařízení vívosmart s vlastním nastavením délky kroku udávaly v průměru průměrnou rychlost 17,59 km/h. V porovnání mezi sebou byl rozdíl mezi měřeními 3,81 km/h, což je rozdíl v průměru 27,65% mezi zařízeními. Tento rozdíl se přibližuje výše zjištěnému rozdílu u veličiny vzdálenosti, který činil 27%.

Můžeme konstatovat, že rozdílné nastavení přístrojů vívosmart (výchozí nastavení délky kroku a vlastní nastavení délky kroku) udávají mezi sebou odlišné hodnoty a v našem případě se k reálné délce trati (2000 m) přibližovaly přístroje, které měly výchozí nastavení délky kroku.

ZÁVĚR

V závěrečném zhodnocení výzkumu bychom chtěli upozornit na některé skutečnosti, které jsme očekávali. Domníváme se, že výzkum potvrdil naše pracovní hypotézy. Dále bychom chtěli upozornit na některé výsledky, které vzbuzují další otázky.

Domníváme se, že Hypotéza 1: **„Monitorovací prostředky Garmin Forerunner 210 HR a Garmin vívosmart optic (Garmin vívosmart HR) udávají odlišné hodnoty při simultánním monitoringu pohybové aktivity.“**, se potvrdila.

Na základě analýzy dat je možné konstatovat, že přístroje Forerunner a vívosmart mají rozdílnou přesnost měření u veličin vzdálenosti a průměrné rychlosti. Zařízení vívosmart udávalo vždy nižší hodnoty než zařízení Forerunner u výše zmíněných veličin. Tato rozdílnost přesnosti měření by mohla být zapříčiněna odlišnými konstrukcemi jednotlivých zařízení, které byly popisovány výše v práci.

K reálné délce trati, která činila 2000 metrů, se více přibližovalo zařízení Forerunner než fitness náramek vívosmart. Forerunner na této trati udával v průměru o 68 metrů více, což jsou 3,4%. Přístroj vívosmart naměřil v průměru o 133 metrů méně než je reálná délka tratě, což je 6,65%.

V případné budoucí studii by bylo zajímavé porovnat přístroj vívosmart například s již dříve verifikovaným pedometrem Yamax Digiwalker SW-700, dále akcelerometrem Actigraph GT3X nebo komplexním kombinovaným přístrojem ActiTrainer.

Dále se domníváme, že se rovněž potvrdila Hypotéza 2: **„Monitorovací prostředek Garmin vívosmart optic (Garmin vívosmart HR) umístěný na levém zápěstí udává stejné hodnoty jako monitorovací prostředek Garmin vívosmart optic (Garmin vívosmart HR) umístěný na pravém zápěstí při simultánním monitoringu pohybové aktivity.“**

Dle získaných dat u veličin vzdálenosti a průměrné rychlosti viz Graf 1 a Graf 2 vyplývá, že přístroje vívosmart udávají bezmála stejné hodnoty a jejich umístění na pravém nebo levém zápěstí nehraje roli. Výrobce dává možnost nastavení preferovaného zápěstí, na kterém zařízení nosíte - je možné změnit orientaci obrazovky. Rozdíl mezi umístěním přístroje na pravém a levém zápěstí byl u veličiny vzdálenosti v průměru 0,3%,

což je na dvoukilometrové trati 6 metrů. U veličiny průměrné rychlosti byl rozdíl 0,03 km/h čili 0,22%.

Hypotéza 3: „Monitorovací prostředky Garmin vívosmart optic (umístěné na levém a pravém zápěstí) s vlastním nastavením délky kroku udávají odlišné hodnoty než monitorovací prostředky Garmin vívosmart optic (umístěné na levém a pravém zápěstí) s výchozím nastavením délky kroku od výrobce.“, se také potvrdila.

Na základě analýzy dat je možné konstatovat, že přístroje vívosmart s vlastním nastavením délky kroku a s výchozím nastavením délky kroku mají rozdílnou přesnost měření u veličin vzdálenosti a průměrné rychlosti. V našem případě zařízení vívosmart s výchozím nastavením délky kroku udávalo vždy nižší hodnoty než zařízení vívosmart s vlastním nastavením délky kroku u výše zmíněných veličin. Jak již bylo zmiňováno v diskuzi, velkým úskalím je samotné zjištění délky kroku při běhu. Délka kroku se mění v závislosti na různých faktorech a například i na tempu běhu probanda. Proto se měření přístrojem Garmin vívosmart optic s vlastním nastavením délky kroku rozcházelo s reálnou délkou trati v průměru o 20,35%.

Celkové závěrečné shrnutí je takové, že přístroj Forerunner 210 HR s GPS je vhodný pomocník pro běžecké tréninky, jelikož jeho rozdíl měření vzdálenosti od reálné vzdálenosti je pouhých 3,4%. Přístroj vívosmart výsledků jako Forerunner nedosahuje, jeho rozdíl měření vzdálenosti od reálné vzdálenosti je 6,65%. Průměrná rychlost je závislá na uražené vzdálenosti a čase, což se v práci potvrdilo. Přístroj vívosmart je vhodný pomocník pro orientační měření počtu kroků a pro měření vzdálenosti hlavně při chůzi. Dále můžeme konstatovat, že všechny přístroje vívosmart od Garminu udávají bezmála stejné hodnoty nezávisle na jejich umístění na pravém či levém zápěstí. Pro přístroj Garmin vívosmart optic pro běžecký trénink není vhodné nastavovat vlastní délku kroku.

Jedním z doporučení pro další práce je, že by bylo zajímavé testovat přístroj Garmin vívosmart s výchozím nastavením délky kroku a přístroje vívosmart s vlastním nastavením délky kroku při chůzi. Dále by bylo zajímavé porovnat přístroj vívosmart například s již dříve verifikovaným pedometrem Yamax Digiwalker SW-700, dále akcelerometrem Actigraph GT3X nebo komplexním kombinovaným přístrojem ActiTrainer.

RESUMÉ

Diplomová práce s názvem Využití moderních monitorovacích prostředků a jejich komparace při evidenci sportovního tréninku, se zaměřuje na porovnání vybraných monitorovacích zařízení. Tato studie se v teoretické části blíže zaměřuje na zařízení využívaná při pohybových aktivitách, jejich popis a principy fungování, možnosti využití a v neposlední řadě také na rozdělení zařízení dle vlastností a typů. Součástí teoretické části je i popis možné spolupráce, kompatibility a provázanosti jednotlivých přístrojů mezi sebou.

V praktické části práce byl porovnáván z hlediska přesnosti měření fitness náramek Garmin vívosmart optic se sporttesterem Garmin Forerunner 210 HR, konkrétně vzdálenost a průměrná rychlost. Praktická část mimo jiné přináší také zajímavé výsledky týkající se porovnání fitness náramků Garmin vívosmar optic mezi sebou z hlediska jejich umístění na těle a z hlediska nastavení délky kroku.

SUMMARY

The main goal of the thesis Utilisation and Comparison of Modern Monitoring Devices in Sport Training Records is to compare chosen monitoring devices. The theoretical part of this study is based on devices used in sport training as well as their description, principle of utilisation, possibility of utilisation and last but not sorting of devices according to their type and quality. Moreover, the theoretical part comes not only with a description of chosen monitoring devices but also with an explanation of compatibility and interconnection of monitoring devices.

The practical part contains the comparative study of the fitness tracker Garmin vivosmart optic and the sport tester Garmin Forerunner 210 HR from the point of view of distance and average speed. Besides other things, the practical part deals with many interesting findings regarding the mutual comparison of fitness trackers Garmin vivosmart optic according to their placement and the setting of step length.

SEZNAM LITERATURY

1. BENSON, Roy, CONNOLLY, Declan. *Trénink podle srdeční frekvence*. Praha: Grada Publishing, 2012, 184 s. ISBN 978-80-247-4036-2
2. BRKLOVÁ, Danuše a Stanislav HERCIG. *Diplomová a závěrečná práce studujících tělesnou výchovu a sport*. 2., upr. a rozš. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 1998, 58 s. ISBN 80-7082-413-1.
3. COHEN, Jacob. *Statistical power analysis for the behavioral science*. (2. vyd.). Hollsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988, ISBN: 978-0-12-179060-8
4. HENDL, Jan. *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. 3. přeprac. vyd. Praha: Portál, 2009, 696 s. ISBN 978-80-7367-482-3
5. MICHALÍK, Petr, Zdeněk ROUB a Václav VRBÍK. *Zpracování diplomové a bakalářské práce na počítači*. 3. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2009, 67 s. ISBN 978-80-7043-828-2.
6. NEULS, Filip. *Validity and reliability od "step count" fiction of the actrainer activity monitor under controlled conditions*. Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica. 2008, 38(2), 55 - 64 s.
7. NEUMANN, Georg, Arndt PFÜTZNER a Kuno HOTTENROTT. *Trénink pod kontrolou*. Aleš Tvrzník. Praha: Grada Publishing, a.s., 2005, 184 s. ISBN 80-247-0947
8. SIGMUND, Erik a Dagmar SIGMUNDOVÁ. *Pohybová aktivita pro podporu zdraví dětí a mládeže*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2011, 171 s. ISBN 978-80-244-2811-6.
9. SIGMUND, Erik a Dagmar SIGMUNDOVÁ. *Tělesná kultura: Statistická a věcná významnost a použití koeficientů „Effect size“ při hodnocení dat o pohybové aktivitě*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2012, roč. 35, č. 1. ISSN 1211-6521 [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: <http://www.telesnakultura.upol.cz/index.php/telesnakultura/article/viewFile/98/163>
10. SIGMUND, Erik, SIGMUNDOVÁ, Dagmar, & ŠNOBLOVÁ, R. (2011). Monitorování lokomoční pohybové aktivity dětí pomocí pedometrů: přesnost, doporučení a praktické příklady. *Medicina Sportka Bohemica & Slovaca*, 20 (1), 17-23
11. ŠTAJNER, Ivo a Jiří ČERNÝ. *GPS od A do Z*. 3. aktual. vyd. Praha: eNav. s.r.o., 2004, 220 s. ISBN 80-239-3314-0.
12. THOMAS, Jerry R., Jack K. NELSON a Stephen J. SILVERMAN. *Research Methods in Physical Activity*. fifth edition. USA: Human Kinetics Publishers, 2005. ISBN 0-7360-5620-3.
13. TOGOWA, Tatsuo, TAMURA, Toshiyo & OBERG, P. Ake. (1998). *Motion and force measurement, medici instrumentation: application and design*. New York, USA: CRC Press

Kvalifikační práce

14. BAJOREK, Jan. *Vliv pravidelné pohybové aktivity na vybrané funkční parametry kardiovaskulárního systému a rizikové faktory ischemické choroby srdeční: využití akcelerometru při monitoraci pohybové aktivity* [online]. Olomouc, 2011. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/hbkxbc/Prce.pdf>. Disertační práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Eliška Sovová.
15. BLAŽEK, Jan. *Možnosti využití a parametry akcelerometrů MEMS*. Plzeň, 2015. Diplomová práce (Ing.). Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce Jan Hrubý.
16. FERRA, Jakub. *Analýza tréninkového zatížení fotbalových hráčů v zimním přípravném období na úrovni výkonnostního a poloprofesionálního fotbalu s využitím technologických prostředků pro sledování tréninku*. Plzeň, 2014. Bakalářská práce (Bc.). Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická. Vedoucí práce Luboš Charvát.
17. GREČMAL, Lukáš. *Využití přenosných elektronických zařízení ve výuce tělesné výchovy na vybrané škole* [online]. Hradec Králové, 2015. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/eu03bw/STAG84117.pdf>. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Hradec Králové, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Dana Fialová.
18. HALASOVÁ, Nikola. *Monitorování školní pohybové aktivity a aktivního životního stylu u žáků SŠ v Plzni*. Plzeň, 2013. Diplomová práce (Mgr.). Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická. Vedoucí práce Petr Valach.
19. HALUZOVÁ, Veronika. *Taktika v triatlonu za použití sporttesteru* [online]. Brno, 2014. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/343765/fsp_m. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií, Katedra atletiky, plavání a sportů v přírodě. Vedoucí práce Sylva Hřebíčková.
20. HRUBOŠOVÁ, Noemi. *Využití akcelerometrických měření pro monitoring pohybové aktivity* [online]. Brno, 2015. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/380727/fsp_m/?lang=cs. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií, Katedra kineziologie. Vedoucí práce Tomáš Vespalec.
21. HRUBÝ, Vladimír. *Přesnost měření pohybové aktivity monitorovacím systémem miCOACH společnosti Adidas* [online]. Olomouc, 2012. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/bs1i29/>. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Radim Weisser.
22. KLEČKA, Václav. *Pohybová aktivita a inaktivita žáků střední zdravotnické školy v Plzni*. Plzeň, 2015. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická. Vedoucí práce Petr Valach.
23. KOPECKÝ, Bohumír. *Stanovení polohy objektu s využitím dat satelitního navigačního systému*. Plzeň, 2008. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Miroslav Šimandl.
24. KUS, Martin. *GPS* [online]. Jindřichův Hradec, 2007 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: https://www.vse.cz/vskp/3636_gps. Bakalářská práce. Vysoká škola ekonomická v Praze. Vedoucí práce Pavel Pokorný.

25. LOUDOVÁ, Daniela. *Monitorování pohybové aktivity žáků na vybrané střední škole v plzeňském kraji*. Plzeň, 2012. Diplomová práce. ZČU v Plzni, Fakulta pedagogická. Vedoucí práce Petr Valach.
26. MATAS, Jan. *Využití moderních počítačových a technologických prostředků pro sledování tréninkového procesu*. Plzeň, 2013. Bakalářská práce (Bc.). Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická. Vedoucí práce Luboš Charvát.
27. PALLA, Miroslav. *Srovnání glóbních navigačních satelitních systémů GPS, GALILEO, GLONASS* [online]. Zlín, 2012. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <http://digilib.k.utb.cz/handle/10563/23413>. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky. Vedoucí práce Jiří Pálka.
28. PELZLOVÁ, Kateřina. *Ověření funkce měření počtu kroků u komplexního monitorovacího přístroje ActiTrainer* [online]. Olomouc, 2008. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/adaw96/?furl=%2Fid%2Fadaw96%2F;lang=en>. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Palackého Olomouc, Fakulta tělesné kultury. Vedoucí práce Filip Neuls.
29. ŘEHÁK, Tomáš. *Spojení dat z GPS a ze sportesteru pro sportovní účely*. Plzeň, 2006. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta aplik. věd. Katedra matematiky. Vedoucí práce Karel Jedlička.
30. ŠPICAR, Petr. *Využití moderních technologií v orientačních sportech* [online]. Praha, 2011. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/90923/?lang=en>. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu. Vedoucí práce Michal Frainšic.
31. ŠPUNAR, Lukáš. *Možnosti využití akcelerometrických měření na úrovni fitnesscentra* [online]. Brno, 2016. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/357019/fsps_m/. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Tomáš Vespalec.
32. ŠRUTKA, Petr. *Využití mobilních telefonních zařízení a sporttestrů pro evidenci sportovního tréninku* [online]. Brno, 2012. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/213630/fsps_m_b2/Diplomka.pdf. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií, Katedra atletiky, plavání a sportů v přírodě. Vedoucí práce Jan Cacek.
33. TÓTH, Tomáš. *Mobilní technologie využitelné při podpoře pohybové aktivity a aktuální stav jejich využívání učiteli tělesné výchovy na základních a středních školách ve vybraných regionech České republiky* [online]. Hradec Králové, 2016. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/eu03bw>. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Hradec Králové, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Pavel Palička.
34. TREJTAR, Pavel. *Mobilní technologie využitelné při podpoře pohybové aktivity a aktuální stav jejich využívání žáky na základních a středních školách v Královéhradeckém kraji* [online]. Hradec Králové, 2016. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/vgz0bq>. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Hradec Králové, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Pavel Palička.
35. ZHÁŇAL, Jan. *Zpracování výstupu ze zařízení GPS formou tréninkového deníku* [online]. Brno, 2012. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/598/Zhanal_Zpracovani_GPS_formou_treninkoveh_o_deniku.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí Jan Roupec.

Internetové zdroje

36. ActiGraph 1. *ActiGraph* [online]. ©2017 [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: <http://www.actigraphcorp.com/support/devices/gt3x/>
37. ActiGraph 2. *ActiGraph* [online]. ©2017 [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: <http://actigraphcorp.com/support/activity-monitors/wgt3xplus/>
38. CZC FITBIT. *Fitbit Charge L*. CZC.cz [online]. 2016 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: https://www.czc.cz/fitbit-Charge-l-seda/174608/produkt?ppcbee-adtext-variant=ETA++brand&gclid=CKbv-57G_NICFcgp0wodwfEJow&dclid=Cl3Nmp_G_NICFSsh0wodRU4MMA
39. CZC XIAOMI. *Xiaomi MiBand 1S*. CZC.cz [online]. 2017 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: https://www.czc.cz/xiaomi-miband-1s-cerna/186657/produkt?ppcbee-adtext-variant=Produkt%3B+kategorie+%2B+cena%3B+Pobo%C4%8Dky&gclid=CNWuz5nH_NICFdhsGwodxi gNPQ&dclid=CNOC3pnH_NICFY4i0wodrC8NOQ
40. CZC. *Velký průvodce: Fenomén zvaný nositelná elektronika*. CZC.cz [online]. 2016 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <https://www.czc.cz/velky-pruvodce-fenomen-zvany-nositelna-elektronika/clanek>
41. ČÁBELKA, Miroslav. *Úvod do GPS* [online]. 2008 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: <http://www.natur.cuni.cz/geografie/geoinformatika-kartografie/ke-stazeni/vyuka/gps/skriptum-uvod-do-gps>
42. Český kosmický portál [online]. NETservis © 2017 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/> dále z: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/galileo/> dále z: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/egnos/> dále z: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/gnss-mimo-evropu/>
43. FITBIT, fitbit.com [online]. Fitbit, 2017 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <https://www.fitbit.com/eu/zip> a z: <https://www.fitbit.com/eu/one>
44. FITZONA. *Fitzona* [online]. ©2017 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: <http://www.fitzona.cz/krokomer-yamax-sw-700-p378>
45. GARMIN A | *Špičkové navigace amerického výrobce*. [online]. © 2009 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: <http://www.garmin.cz/aktualne/aktuality/gps-vs-glonass.html>
46. GARMIN B | *Špičkové navigace amerického výrobce*. [online]. © 2009 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: <https://www.garmin.cz/aktualne/nove-produkty/hodinky-rady-garmin-hr-optic-meri-srdecni-tep-na-zapesti.html>
47. GARMIN C | *Špičkové navigace amerického výrobce*. [online]. © 2009 [cit. 2016-11-05]. Dostupné z: <http://www.garmin.cz/produkty/mapy-a-ostatni/jiz-nevyrabene/jiz-nevyrabene-pristroje/nevyrabene-sport/forerunner-210-hr-black.html>
48. GARMIN D | *Špičkové navigace amerického výrobce*. [online]. © 2009 [cit. 2016-11-05]. Dostupné z: <http://www.garmin.cz/produkty/0/vivofamily/vivosmart-optic-black-velikost-xl.html>

49. CHROUST, Martin. *Xiaomi MiBand 1S: podruhé a stále skvěle* [online]. 2016 [cit. 2017-02-02]. ISSN 1213-8991. Dostupné z: <http://www.mobilmania.cz/clanky/xiaomi-miband-1s-podruhe-a-stale-skvele-recenze/sc-3-a-1333387/default.aspx>
50. KEJDUŠ, Radek. *Chytré motivátory pohybu: test pěti fitness náramků (wearables)* [online]. 2014 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <https://www.cnews.cz/chytre-motivatory-pohybu-test-peti-fitness-naramku-wearables/2014>
51. MiCoach Zone - adidas miCoach. *Adidas miCoach* [online]. © 2010 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <http://archive.s31.cz/adidas/micoach/micoach-zone-overview.php>
52. OPENPORT. *Adidas MiCoach - osobní běžecký trenér*. [online]. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <http://www.openport.cz/produkt/adidas-micoach-osobni-bezecky-trener/>
53. POLAR [online]. Liberec: Fitham, ©1995 - 2017 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: https://www.polar-eshop.cz/polar-loop-2?gclid=CNtw9LTG_NICFUO3GwodOsIBuA
54. POLAR ELECTRO [online]. © Polar Electro 2017 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: https://www.polar.com/cs/modelove_rady/lifestyle/loop2
55. SmartWatches [online]. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <http://www.smartwatchesandroid.com/index.php/2016/10/04/best-smartwatch-2017-android-apple-pebble-samsung-sony-garmin-2017/>
56. Sports Performance Tracking. [online]. Plzeň: Euronat Export, ©2016 [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: <http://www.sportspowertracking.cz/o-nas>
57. *T-test* [online]. 2016 [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/stat/FVL/Teorie/Predn3/ttest.htm>

SEZNAM ZKRATEK

| | |
|-------------|--|
| EGNOS | European Geostationary Navigation Overlay Service |
| EKG | Elektrogardiografie |
| ES | Effect Size |
| GF | Garmin Forerunner 210 HR |
| GLONASS | Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (Globální navigační satelitní systém) |
| GPS | Global Position System (Globální družicový polohový systém) |
| GV01L | Garmin vívosmart umístěný na levém zápěstí |
| GV02P | Garmin vívosmart umístěný na pravém zápěstí |
| IRSNN | Indický regionální navigační satelitní systém (Indie) |
| Kcal | kilokalorie |
| km | kilometr |
| max. | maximálně |
| MEO | Medium Earth Orbit (Střední oběžná dráha) |
| NAVSTAR GPS | Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System |
| PA | pohybová aktivita |
| SA | Selective Availability (umělá chyba v GPS systému) |
| TF | tepová frekvence |
| USAF | United States Air Force - letectvo Spojených států amerických |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obrázek 1 - Actigraph GT3X | 10 |
| Obrázek 2 - Actigraph wGT3X-BT | 10 |
| Obrázek 3 - Přístroj Actitrainer s popisem ovládacích prvků | 11 |
| Obrázek 4 - Displej pedometru Yamax Digiwalker SW-700 s popisem ovládacích prvků | 15 |
| Obrázek 5 - Schematický obrázek fungování GPS | 18 |
| Obrázek 6 - Kosmický segment GPS | 19 |
| Obrázek 7 - Ukázky navigačních GPS přijímačů | 27 |
| Obrázek 8 - SPT GPS | 33 |
| Obrázek 9 - SPT GPS - správné umístění zařízení | 34 |
| Obrázek 10 - GameTraka - vyhodnocení dat - mapa pohybu | 34 |
| Obrázek 11 - GameTraka - vyhodnocení dat - celkové údaje | 34 |
| Obrázek 12 - Fitness trackery - vlevo Fitbit Zip, vpravo Fitbit One | 35 |
| Obrázek 13 - Různé modely fitness náramků od různých výrobců | 37 |
| Obrázek 14 - Fitbit Charge HR | 39 |
| Obrázek 15 - Polar Loop 2 | 39 |
| Obrázek 16 - Xiaomi MiBand 1s | 41 |
| Obrázek 17 - Sada miCoach - Pacer, hrudní snímač, Speed Cell | 43 |
| Obrázek 18 - Nike+ iPod Sport Kit (zásuvný modul a krokoměr) | 45 |
| Obrázek 19 - Různé modely chytrých hodinek od různých výrobců | 47 |
| Obrázek 20 - Záznam zařízení Forerunner v Garmin Connect | 52 |
| Obrázek 21 - Garmin Forerunner 210 HR | 54 |
| Obrázek 22 - Garmin vívosmart optic | 54 |
| Obrázek 23 - Záznam zařízení Forerunner v Garmin Connect; | 58 |
| Obrázek 24 - Záznam zařízení Forerunner v Garmin Connect | 64 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| Tabulka 1 - Různé faktory, které ovlivňují naměřenou pseudovzdálenost | 22 |
| Tabulka 2 - Typy navigačních GPS přijímačů podle způsobu využití a jejich výrobci | 26 |
| Tabulka 3 - Srovnání parametrů a funkcí u Garminu Forerunner 210 HR a Garmin vívosmart optic | 55 |
| Tabulka 4 - Výsledky hypotézy 1 | 57 |
| Tabulka 5 - Výsledky hypotézy 2 | 59 |
| Tabulka 6 - Výsledky hypotézy 3 | 60 |

SEZNAM GRAFŮ

| | |
|--|----|
| Graf 1 - Srovnání vzdálenosti (m) na trati dlouhé 2000 metrů s výchozím nastavením délky kroku | 61 |
| Graf 2 - Srovnání průměrné rychlosti (km/h) s výchozím nastavením délky kroku | 61 |
| Graf 3 - Srovnání vzdálenosti (m) na trati dlouhé 2000 metrů s vlastním nastavením délky kroku | 62 |
| Graf 4 - Srovnání průměrné rychlosti (km/h) s vlastním nastavením délky kroku | 62 |
| Graf 5 - Srovnání vzdálenosti (m) na trati dlouhé 2000 metrů u přístrojů vívosmart | 63 |
| Graf 6 - Srovnání průměrné rychlosti (km/h) | 63 |

PŘÍLOHY

| trénink č.: | Vzdálenost (km) | | | Rychlost průměrná (km/h) | | |
|-------------|-----------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|
| | GF | GV01L | GV02P | GF | GV01L | GV02P |
| 1 | 2,1 | 1,84 | 1,87 | 15,4 | 13,6 | 13,8 |
| 2 | 2,08 | 1,88 | 1,87 | 15,1 | 13,7 | 13,6 |
| 3 | 2,04 | 1,92 | 1,91 | 14,7 | 13,8 | 13,7 |
| 4 | 2,04 | 1,86 | 1,87 | 15,4 | 13,7 | 13,7 |
| 5 | 2,09 | 1,81 | 1,85 | 15,7 | 13,6 | 13,8 |
| 6 | 2,07 | 1,87 | 1,87 | 15,1 | 13,7 | 13,7 |
| 7 | 2,05 | 1,88 | 1,89 | 14,9 | 13,6 | 13,7 |
| 8 | 2,07 | 1,92 | 1,91 | 15 | 13,9 | 13,8 |
| 9 | 2,07 | 1,88 | 1,88 | 15,4 | 14 | 14 |
| 10 | 2,05 | 1,88 | 1,9 | 15,1 | 13,9 | 14 |
| 11 | 2,08 | 1,87 | 1,86 | 15,2 | 13,8 | 13,6 |
| 12 | 2,07 | 1,87 | 1,87 | 15,2 | 13,7 | 13,7 |
| 13 | 2,1 | 1,84 | 1,84 | 15,8 | 13,9 | 13,9 |
| 14 | 2,08 | 1,87 | 1,89 | 15,3 | 13,7 | 13,9 |
| 15 | 2,07 | 1,87 | 1,89 | 15,1 | 13,7 | 13,8 |
| 16 | 2,05 | 1,89 | 1,89 | 15 | 13,9 | 13,8 |
| 17 | 2,05 | 1,8 | 1,81 | 15,8 | 13,9 | 14 |
| 18 | 2,08 | 1,85 | 1,84 | 15,7 | 14 | 13,9 |
| 19 | 2,07 | 1,85 | 1,85 | 15,4 | 13,7 | 13,7 |
| 20 | 2,05 | 1,83 | 1,83 | 15,4 | 13,7 | 13,7 |
| 21 | 2,08 | 2,36 | 2,42 | 15,1 | 17,2 | 17,6 |
| 22 | 2,07 | 2,41 | 2,43 | 15,1 | 17,5 | 17,6 |
| 23 | 2,07 | 2,44 | 2,48 | 14,8 | 17,4 | 17,7 |
| 24 | 2,07 | 2,44 | 2,45 | 14,9 | 17,6 | 17,6 |
| 25 | 2,05 | 2,37 | 2,4 | 15,2 | 17,6 | 17,8 |
| 26 | 2,08 | 2,41 | 2,4 | 15,1 | 17,6 | 17,5 |
| 27 | 2,08 | 2,45 | 2,46 | 15 | 17,7 | 17,7 |
| 28 | 2,08 | 2,4 | 2,5 | 14,7 | 17 | 17,6 |
| 29 | 2,06 | 2,38 | 2,4 | 15 | 17,4 | 17,6 |
| 30 | 2,07 | 2,39 | 2,43 | 14,9 | 17,2 | 17,4 |
| 31 | 2,08 | 2,42 | 2,43 | 15 | 17,5 | 17,5 |
| 32 | 2,09 | 2,43 | 2,45 | 15,1 | 17,5 | 17,6 |
| 33 | 2,08 | 2,34 | 2,34 | 15,9 | 17,8 | 17,9 |
| 34 | 2,08 | 2,38 | 2,38 | 15,8 | 18,1 | 18,1 |
| 35 | 2,04 | 2,4 | 2,41 | 15,1 | 17,8 | 17,9 |
| 36 | 2,04 | 2,44 | 2,46 | 14,6 | 17,4 | 17,6 |
| 37 | 2,06 | 2,33 | 2,33 | 15,7 | 17,7 | 17,7 |
| 38 | 2,07 | 2,38 | 2,38 | 15,3 | 17,5 | 17,5 |
| 39 | 2,06 | 2,37 | 2,37 | 15,3 | 17,6 | 17,6 |
| 40 | 2,06 | 2,39 | 2,41 | 15,1 | 17,5 | 17,6 |

Vybraná data z tréninků - vzdálenost (km) a průměrná rychlost (km/h).