



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Disertační práce

Analýza a návrh technických prvků obrany s využitím informačních technologií

**An analysis and a draft of technical elements of defense using an
information technology**

Autor:	Ing. Dora Lapková
Studijní program:	Inženýrská informatika P3902
Studijní obor:	Inženýrská informatika 3902V023
Školitel:	doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
Konzultant:	Ing. Zdeněk Maláník, DCv.
Oponenti:	prof. Ing. Josef Reitšpís, PhD. doc. Ing. Andrej Veľas, PhD. doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.

Zlín, srpen 2017

© Dora Lapková

Vydala **Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně** v edici **Doctoral Thesis**.
Publikace byla vydána v roce 2017

Klíčová slova: profesní obrana, technické prvky obrany, informační technologie, kinematická analýza, dynamická analýza, způsoby hodnocení

Key words: professional defense, technical elements of defense, information technology, kinematic analysis, dynamic analysis, evaluation methods

Plná verze disertační práce je dostupná v Knihovně UTB ve Zlíně.

Poděkování

Ráda bych poděkovala všem, bez kterých by tato práce nikdy nevznikla. Na prvním místě děkuji své rodině a svým blízkým za podporu, za ochotu mi poradit a vyslechnout mě.

Svému školiteli doc. Mgr. Milanu Adámkovi, Ph.D. děkuji za jeho rady, za konzultace, za čas, který mi věnoval, a za tlak, který mě neustále posouval dopředu.

Svému učiteli a rádci Ing. Zdeňku Maláníkovi, DCv. děkuji za to, že mě naučil, že obrana mě a mých blízkých je jen v mých rukou a díky jeho výuce i v mých schopnostech.

Firmě VTS Zlín děkuji za realizaci mých nápadů, za implementaci tenzometrických snímačů do oboru, ve kterém nejsou běžně využívány. Díky jejich nadšení a ochotě bylo možné upravit snímače podle specifických potřeb mého výzkumu.

Fakultní nemocnici v Brně děkuji za přístup do laboratoře, kde jsme mohli zaznamenat pohyb při úderových technikách.

Dále děkuji mým kolegům, kteří mi byli nápomocni v průběhu disertační práce. Jmenovitě doc. Dr. Ing. Vladimíru Patovi za zapůjčení kamery Olympus i-Speed 2, dále doc. Ing. Zuzaně Komínkové Oplatkové, Ph.D. a Ing. Michalu Pluháčkovi, Ph.D. za pomoc s neuronovými sítěmi.

Za pomoc při zpracování dat, při tvorbě měřicího stanoviště a při velkém množství měření patří díky Ing. Jiřímu Svobodovi, Ing. Tomáši Pavlicovi, Ing. Michalu Šustkovi, Ing. Lukáši Králíkovi, Ing. Khrystyně Lyubymenko, Bc. Patriku Džermanskému, Ing. Haně Urbančokové a Ing. Haně Talandové.

Děkuji také všem studentům a absolventům, kteří se měření účastnili, a všem z klubu Kyokushin karate Kroměříž.

Anotace

Disertační práce je zaměřena na analýzu a návrh technických prvků obrany s využitím informačních technologií. Cílem je nalézt metodu měření, pomocí které je možné zjistit základní charakteristiky technických prvků obrany. Následným cílem je analyzovat naměřená data z pohledu jejich závislosti na vstupních parametrech. Přínosem práce bude vytvoření způsobů hodnocení osob a následné rozdělení do kategorií. Práce má ambici vylepšit trénink osob v profesní obraně, která je nezbytnou součástí poskytování služeb fyzické ostrahy v rámci průmyslu komerční bezpečnosti.

Klíčová slova

Profesní obrana, technické prvky obrany, informační technologie, kinematická analýza, dynamická analýza, způsoby hodnocení

Abstract

The Doctoral Thesis is focused on an analysis and a draft of technical elements of a defense using an information technology. The aim is to find a measurement method, which helps us to find out basic characteristics of technical elements of the defense. The next aim is to analyze the measured data from the view of their dependence on input parameters. The benefit of the work will be a creation of methods for evaluating people and for sorting them into categories. The thesis has the ambition to improve the training of people in a professional defense, which is a necessary part in physical security in the commercial security industry.

Key words

Professional defense, technical elements of defense, information technology, kinematic analysis, dynamic analysis, evaluation methods

OBSAH

1. ÚVOD.....	11
2. TERMINOLOGIE	13
3. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	15
4. CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE.....	21
5. ZVOLENÉ METODY MĚŘENÍ	22
5.1 Kinematická analýza pohybu	23
5.2 Dynamická analýza pohybu	24
5.3 Electromyografie (EMG)	24
6. TECHNICKÉ PRVKY OBRANY OSOB	25
7. ANALÝZA VYBRANÝCH TECHNICKÝCH PRVKŮ OBRANY	30
7.1 Přímý úder	30
7.2 Facka.....	32
7.3 Přímý kop	33
7.4 Obloukový kop	34
8. ZPŮSOBY MĚŘENÍ TECHNICKÝCH PRVKŮ OBRANY OSOB.....	37
8.1 Analýza kinematiky pohybu 2D.....	37
8.2 Analýza kinematiky pohybu 3D.....	39
8.3 Analýza dynamiky pohybu.....	41
8.3.1 Technické prostředky pro analýzu dynamiky pohybu	41
9. MĚŘENÍ KINEMATIKY POHYBU 2D	47
9.1 Popis experimentu	47
9.1.1 Cíl experimentu.....	49
9.1.2 Postup měření.....	49
9.2 Zpracování dat	51
9.3 Výsledky měření.....	52
9.4 Závislosti na vstupních parametrech	56
10. MĚŘENÍ KINEMATIKY POHYBU 3D.....	60
10.1 Popis měření	61

10.2	Výsledky	64
10.2.1	Přímý úder	65
10.2.2	Facka.....	69
10.2.3	Přímý kop.....	72
10.2.4	Obloukový kop	75
11.	MĚŘENÍ DYNAMIKY POHYBU.....	78
11.1	Tenzometrický snímač SRK-3/V	78
11.1.1	Popis experimentu	78
11.1.2	Síla úderových technických prvků obrany osob.....	79
11.1.3	Závislost na vstupních parametrech	84
11.2	Tenzometrický snímač L6E-C3-300kg.....	87
11.2.1	Popis experimentu	87
11.2.2	Síla úderových technických prvků obrany osob.....	90
11.2.3	Vyhodnocení podle stupně trénovanosti	101
12.	ZPŮSOBY HODNOCENÍ TRÉNOVANOSTI OSOB.....	115
12.1	Hodnocení trénovanosti osob na základě rychlosti	115
12.2	Hodnocení trénovanosti osob na základě impulsu síly.....	120
12.3	Hodnocení trénovanosti osob na základě efektivní úderové hmotnosti.....	126
12.4	Hodnocení s využitím neuronových sítí	132
12.4.1	Popis experimentů	135
12.4.2	Výsledky	143
13.	NÁVRH TECHNICKÝCH PRVKŮ OBRANY OSOB	145
14.	BUDOUCÍ SMĚRY.....	147
15.	PŘÍNOS PRÁCE.....	148
16.	ZÁVĚR	149
	Seznam použité literatury	150
	Seznam obrázků.....	157
	Seznam tabulek.....	164
	Seznam použitých zkratk.....	166
	Seznam použitých symbolů.....	167

Příloha A: Facka.....	169
Příloha B: Přímý kop.....	180
Příloha C: Obloukový kop	192
Publikační aktivity autorky	203
Profesní životopis autorky	207

1. ÚVOD

Disertační práce je zaměřena na problematiku profesní obrany se specifikací na technické prvky obrany osob. Profesní obrana je nezbytnou součástí poskytování služeb fyzické ostraha v rámci průmyslu komerční bezpečnosti. Fyzická ostraha je nejstarší a v dnešní době stále nejvyužívanější metodou pro zajištění bezpečnosti. Pokud je vyžadována rychlá reakce, rychlé rozhodování a možnost zásahu přímo na místě bezpečnostního incidentu, přítomnost člověka je nezbytná.

V České republice v oblasti profesní obrany není jednotná forma výcviku, nejsou stanovena žádná pravidla. V současné době výcvik profesní obrany probíhá různými způsoby. Některé bezpečnostní agentury se problematikou výcviku profesní obrany vůbec nezabývají, naopak řada bezpečnostních agentur realizuje základní několikahodinový kurz, v jehož rámci je řešena problematika profesní obrany i z pohledu práva, komunikace s Policií České republiky atd. Existují i agentury, které umožňují zaměstnancům na vytipovaných objektech a zakázkách pravidelný výcvik. Účastníci těchto kurzů jsou cvičeni v bojovém sportu, umění nebo systému podle pokynů instruktora. Často se někteří zaměstnanci sami ve svém volném čase vzdělávají a navštěvují některý ze sebeobránných kurzů. Problém nastává v tom, že všechno jsou to sebeobránné sporty, umění nebo systémy. Nejedná se o profesní obranu. Je pak na instruktorovi, zda dokáže technické prvky a celkové techniky přizpůsobit požadavkům profesní obrany. Kurzy věnující se přímo profesní obraně jsou v České republice výjimečné.

Disertační práce si klade za cíl nalézt způsob měření vybraných technických prvků obrany osob se zaměřením na zjištění jejich základních charakteristik. Dále je snahou definovat závislosti vlastností vybraných technických prvků na vstupních parametrech, mezi které lze řadit pohlaví, tělesnou výšku a hmotnost osob. Následným cílem je vytvoření způsobu klasifikace osob dle trénovanosti. Tato zjištění mohou být přínosná pro zkvalitnění výcviku osob v oblasti profesní obrany. Navržený způsob měření vybraných technik obrany osob může sloužit i jako vhodný nástroj pro výcvik profesní obrany, pomocí něhož lze kontrolovat míru trénovanosti osob. Může sloužit jako technická pomůcka, pomocí níž je možné posoudit chyby v technice a ukázat cvičenci, jak má správně obranná technika vypadat, a konkretizovat místa, kde dělá chybu při výcviku.

Na začátku je disertační práce zaměřena na definice základních pojmů, které jsou nezbytné pro uvedení dané problematiky. Třetí kapitola se zabývá popisem aktuálního stavu profesní obrany v České republice i v zahraničí. Cíle disertační práce jsou popsány ve čtvrté kapitole. Pátá kapitola je zaměřena na popis zvolených metod měření. Šestá kapitola obsahuje popis technických prvků obrany osob a sedmá uvádí detailní rozbor čtyř vybraných technických prvků obrany, které jsou v dalších kapitolách analyzovány. Osmá kapitola je zaměřena

na popis metod měření, které byly vybrány jako nejvhodnější pro zvolené technické prvky obrany.

Následující část disertační práce obsahuje podrobný popis měřících zařízení, která byla sestavena a využita pro měření jednotlivých technických prvků profesní obrany. Na základě naměřených dat byly hledány závislosti vlastností vybraných technik na vstupních parametrech, mezi které bylo zařazeno pohlaví, tělesná výška a hmotnost osob. Další kapitola obsahuje způsoby hodnocení trénovanosti, které vychází z analýzy naměřených dat, zejména z rychlosti a síly. Následující části popisují návrh technických prvků obrany osob, budoucí směry výzkumu a také přínos této disertační práce.

2. TERMINOLOGIE

Na úvod je důležité uvést některé pojmy, které jsou v disertační práci používány. Za nejdůležitější lze považovat pojmy obrana a ochrana, profesní obrana, bojová umění, sporty a systémy, technické prvky obrany osob.

Obrana je aktivní jednání člověka, oproti tomu **ochrana** je pasivní. Obrana znamená aktivně vykonávat něco proti působícímu útoku nebo konfliktní situaci, např. použití technických prvků obrany, krizová komunikace apod. Ochrana je pasivní působení, takže například ochranné pomůcky pracovníka průmyslu komerční bezpečnosti (dále jen PKB) proti pořezání, úderu, proti střelnému poranění atd.

Profesní obrana je obor zabývající se obranou a ochranou osob a majetku. Je důležitou součástí fyzické ostrahy, kdy je chráněn majetek klienta, samotná osoba klienta nebo jiné zájmy, za jejichž ochranu si zaplatí. Profesní obrana obsahuje zejména prevenci, znalost technických prvků obrany, krizovou komunikaci a vědomosti z dalších oborů, jako je anatomie lidského těla, krizový management, teorie konfliktů a krizí atd. Je nezbytná pro všechny pracovníky v PKB, protože pomáhá řešit konfliktní situace. Oproti sebeobraně je profesní obrana specifická tím, že je vykonávána za úplatu. K dalším specifickým patří skutečnost, že pracovník PKB se nemůže vzdalit z místa konfliktu, protože ve většině případů je najat za účelem jejich řešení. Po ukončení konfliktní situace musí pracovník uskutečňující profesní obranu událost nahlásit nadřízenému nebo Policii České republiky.

Profesní obrana v současné době využívá různá bojová umění, sporty nebo systémy. V České republice (dále jen ČR) není obecně definován jednotný kurz profesní obrany, který by byl pro pracovníky PKB stejný. Instruktoři profesní obrany v rámci výcviku využívají různá bojová umění, sporty nebo systémy v závislosti na jejich osobním rozhodnutí. Z uvedeného důvodu lze v oblasti fyzické ostrahy najít obrovské rozdíly mezi jednotlivými pracovníky.

Bojové umění je typické svou dlouhou historií a spojením s duševním rozvojem člověka. Umění nebývá zaměřeno jen na technické prvky obrany, ale také na rozvoj osobnosti, na posílení vhodných vlastností člověka, meditaci apod. Výuka probíhá mnoho let, je vyučováno velké množství technických prvků obrany a žák je schopen se efektivně bránit až po několika letech. Jsou organizována různá přezkoušení, kdy je žák zkoušen a dále je povýšen na vyšší stupeň trénovanosti. Ve většině bojových umění je hierarchie dána barevným páskem.

Bojový sport nedbá tolik na duševní rozvoj člověka, ale spíše na jeho fyzickou stránku. Je posilována fyzická kondice a odolnost těla. V rámci bojového sportu je vyučováno méně technických prvků obrany, větší pozornost je věnována implementaci technických prvků obrany v různých modelových situacích. Jsou organizována přezkoušení, stejně jako u bojových umění, hierarchie je ve většině sportů opět dána barevným páskem. Navíc jsou

pořádány různé závody a soutěže, které mají svá pravidla, své rozhodčí, ceny atd. Cílem není eliminovat protivníka, ale vyhrát soutěžní zápas.

Oproti tomu **bojový systém** je zaměřen pouze na efektivní boj v konfliktních situacích. Není dbáno na rozvoj člověka, ani nebývá cíleně zvyšována fyzická kondice. Smyslem je naučit se bránit v co nejkratším čase s minimem technických prvků obrany. Obvykle je žák schopen se bránit již po několika prvních lekcích. Výuka je zaměřena na modelové situace, na různé typy prostředí, často jsou hrány různé hry s co nejreálnějším útokem. V obraně se často využívají obranné prostředky nebo zbraně, zpravidla se cvičí v libovolném oblečení. V případě, že je v bojovém systému dána hierarchie, nevyužívá se barevného označení pro vyjádření této struktury, bývají organizována jen přezkoušení. Na rozdíl od bojových umění a sportů u většiny bojových systémů neplatí žádná omezení. U bojových sportů a umění se omezení týkají úderů loktem, úderů do hlavy, krku, genitálií atd. V bojovém systému tato omezení platí jen velmi omezeně v rámci tréninků, a to z důvodů nezranění sparring partnera. V boji jinak žádná omezení neplatí. Důležitou součástí výcviku je komunikace, která pomáhá při řešení konfliktních situací.

Všechny bojové sporty, umění nebo systémy se skládají z jednotlivých **technických prvků obrany osob**, které jsou spojovány do technik. Technické prvky obrany jsou jednotlivé úkony, např. úderové techniky, páky, bloky, strhy atd. Ty bývají spojovány a kombinovány do technik obrany, např. vyproštění z držení, obrana proti úderu apod. Tyto techniky obrany jsou komplexnější, musí se v nich přecházet mezi jednotlivými technickými prvky obrany.

3. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Problematika profesní obrany je z vědeckého hlediska zkoumána jak v České republice, tak i ve světě, ale ve většině případů se jedná jen o úzkou oblast zájmu, nebo je vybrán pouze jeden z bojových sportů nebo umění a ten je analyzován pomocí různých měřicích metod.

Profesní obrana úzce souvisí s biomechanikou; oborem, který se zabývá pohybem biologických objektů. V České republice se problematikou biomechaniky člověka zabývá prof. PhDr. Jiří Straus, DrSc., který je zároveň soudním znalcem v této oblasti. Jeho specializací jsou zejména pády z výšky, identifikace osob podle chůze a posuzování poranění lebky tupým předmětem. Zabývá se také úderovými technikami. Z publikací [1],[2],[3] je možno zjistit jeho měření síly přímého úderu na základě vodorovného vrhu.

V publikacích [1],[2],[3] lze nalézt následující výsledky měření prof. Strause:

- Hodnoty síly úderových technik u mužů, kteří nejsou aktivními sportovci:
 - Úder ramenem 2480 N
 - Úder zády 3080 N
 - Přímý úder pravou rukou 1600 – 2700 N
 - Přímý úder levou rukou 1550 – 2000 N
 - Pravý hák 2100 – 2800 N
 - Levý hák 1900 – 2200 N
- Hodnoty síly přímého úderu mužů z hlediska stupně trénovanosti:
 - Vysoce trénovaní 2774 N
 - Trénovaní 2024 N
 - Netrénovaní 765 N

Masarykova univerzita v Brně se zabývá v rámci bakalářského studijního oboru Speciální edukace bezpečnostních složek a navazujícího magisterského studijního oboru Aplikovaná sportovní edukace bezpečnostních složek biomechanikou lidského těla. V rámci tvorby studijních opor pro předmět Biomechanika [4] se zabývali oblastmi:

- Biomechanika úpolových sportů¹
- Forezní biomechanika
- Extrémní mechanické zatěžování organismu
- Výzkumné metody v biomechanice [4]

Forezní biomechanika se zabývá přesnou kvantifikací tolerance lidského organismu na vnější zátěž. Extrémní mechanické zatěžování organismu nastává

¹ Úpolový sport je tělesné cvičení, při kterém se v přímém střetnutí s protivníkem usiluje o překonání jeho odporu nebo o jeho přemožení.

ve chvíli, kdy útočník napadne oběť úderem pěstí nebo nějakým pevným předmětem. V rámci výzkumu v této oblasti je snaha o posouzení odolnosti organismu, tedy jeho snášenlivosti na vnější zatížení. Experimenty jsou prováděny s cílem zjistit, jaký úder vede ke zhmoždění mozkové tkáně nebo fraktuře kosti a také zda napadená osoba zemřela ihned [5].

Obecně v rámci biomechaniky úderů vyvstávají tyto otázky:

- „Biomechanický popis pohybového chování, při němž vzniklo zranění poškozeného
- Jak velká síla a energie vzniká při úderu a zda je osoba schopna takovou sílu vyvinout, zda odpovídá popisu pohybového chování?
- Zda hodnoty vnější zátěže jsou schopny způsobit zjištěná zranění.
- Vyjádřit se k hranici tolerance organismu na vnější zátěž.
- Posoudit způsoby fyzického napadení poškozeného.
- Z hlediska biomechaniky se vyjádřit k pravděpodobnosti průběhu fyzického konfliktu (napadení) obviněného a poškozeného.
- Vyjádřit se k počtu úderů do hlavy, případně do těla.
- Výzkum v tomto směru umožňuje velmi přesně popsat reakce lidského těla a jeho segmentů na vnější zátěž a zcela přesně kvantifikovat toleranci organismu.“ [5]

Učební opory obsahují některé studie, které byly v tomto oboru prováděny. Zaměřují se na vybrané technické prvky obrany (přímý úder; kopy – obloukový, boční, zadní, přední; přehozy), na kterých demonstrují různé způsoby měření [6].

Na základě učebních opor [5], které se odkazují na další výzkumy v této oblasti, je možné rozdělit sílu úderů:

- Malá síla úderu – do 160 N
- Značná síla úderu – od 160 N do 1960 N
- Velká síla úderu – od 1960 N do 4900 N
- Velmi velká síla úderu – více jak 4900 N

V České republice jsou v současné době dvě laboratoře, které se zabývají biomechanikou a biomotorikou. Jde o Biomotorickou laboratoř Masarykovy univerzity v Brně [7] a Biomechanickou laboratoř Karlovy univerzity v Praze [8].

V rámci analýzy současného stavu byly vybrány některé práce a bude stručně popsán jejich obsah.

V Praze byl proveden výzkum zaměřený na zjištění závislosti síly úderu na silových dovednostech a schopnostech [8]. Experimentu se zúčastnilo 7 lidí z Armády České republiky a každý provedl 5 úderů. Využita byla vícesložková silová deska umístěna v již zmiňované Biomechanické laboratoři Fakulty tělesné

výchovy a sportu Univerzity Karlovy. Maximální síla byla v intervalu (1958 – 5623) N a průměrná maximální síla byla 3639 N.

Další experiment [9] z Prahy zkoumal vliv obuvi na sílu přímého kopu (přímý kop z pohledu Taekwon-da a Karate). Do měření se zapojilo 6 lidí opět z Armády České republiky a provedli 8 kopů bez obuvi a 8 kopů s obuví. Opět byla využita vícesložková silová deska v Biomechanické laboratoři. Maximální síla kopu bez obuvi byla v intervalu (2449 – 2836,75) N a průměrná maximální síla byla 2688,125 N.

Na kinematickou analýzu technik karate byla zaměřena diplomová práce na Masarykově univerzitě [7]. Využit byl systém Simi Motion 3D, který umožňuje zaznamenat pohyb pomocí kamer a následně pomocí software tato data analyzovat. Cílem bylo zjistit trajektorii pohybu, maximální rychlost a zrychlení při přímém úderu. Měření se zúčastnila jedna osoba a úder byl proveden třikrát pravou rukou a třikrát levou. Maximální rychlost úderu silnější ruky byla 5,086 m/s.

Na Masarykově univerzitě byl také proveden výzkum na měření úderů v karate se zapojením akcelerometru [10], kdy bylo měřeno 24 lidí ve věkovém rozmezí 8 – 15 let.

V Praze byl v rámci disertační práce [11] měřen přímý úder karatistů. Cílem bylo zjistit, jak se zapojují svaly při pohybu. Byla stanovena hypotéza, že poslední sval, který se zapojí, je extensor předloktí. V rámci práce byla tato hypotéza potvrzena. K měření bylo využito EMG, akcelerometr a kamera SONY HDR–SR12 (100 snímků/s). Zapojeno bylo 10 účastníků, u kterých bylo snímáno 12 svalů. Každý úder byl proveden 15krát. Naměřená maximální rychlost byla v intervalu (3,37 – 8,18) m/s.

V roce 2014 byl zpracován dokument „Kinematická analýza jako nová vyučovací metoda“ [12]. Tento materiál je určen pro další vzdělávání pedagogických pracovníků. Cílem je využít kinematickou analýzu pro rychlejší učení a zejména pro zvýšení sportovního výkonu. Zvolen byl software Dartfish, který je schopen jednak pracovat s videi, ale také umožňuje pokročilé ovládání, jako je zpomalování, přibližování, využití kreslicích nástrojů apod.

V České republice na Univerzitě J. E. Purkyně v Ústí nad Labem byl zpracován výzkum na měření síly úderu v Taekwon-du a na možnost způsobení traumatu hlavy [13]. Použita byla dynamometrická deska Kistler 9281 a vysokorychlostní kamera Redlake H6 100. Dále pro kinematickou analýzu byl využit systém Qualisys. Měření se zúčastnila jedna osoba, provedeno bylo 10 úderů, z čehož jako validní byly vybrány 3 údery. Zjištěná průměrná maximální síla byla 2151 N, hodnoty byly v intervalu (1970 – 2292) N. Dále byla měřena rychlost – průměrná maximální byla 8m/s, interval (7,7 – 8,4) m/s.

Experimenty prováděné v rámci této disertační práce byly využity na tvorbu dalších kvalifikačních prací. Dvě diplomové práce vznikly na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně, jedna disertační práce v Brně na Masarykově univerzitě. První diplomová práce [14] byla zaměřena na hodnocení potenciálu úderů

Kyokushin kai (karate). Došlo k upravení stanoviště, kdy byla výrazně změněna úderová plocha, proto nelze porovnávat výsledky s touto disertační prací. Experimentu se zúčastnilo 40 lidí (15 trénovaných mužů, 17 netrénovaných mužů, 4 trénované ženy a 4 netrénované ženy), každý z nich provedl 3 – 4 přímé údery. Výsledky jsou následující:

- Netrénovaní muži - průměrná maximální síla 1708,923 N, interval (1315,73 – 2102,34) N
- Trénovaní muži - průměrná maximální síla 2873,891 N, interval (2037,52 – 3585,84) N
- Netrénované ženy - průměrná maximální síla 1244,048 N, interval (1153,41 – 1355,23) N
- Trénované ženy - průměrná maximální síla 1814,798 N, interval (1669,46 – 2007,67) N [14]

Druhá diplomová práce [15] se zabývala hodnocením intenzity útoku. Část praktické části byla zaměřena na zjištění doby trvání jednoho technického prvku obrany (t_1), průměrného počtu opakování technického prvku za dobu 10 s (n), průměrnou dopadovou sílu (F) spolu s jejím vztahem k pohlaví, tělesné výšce a hmotnosti a k druhu technického prvku. Zvoleny byly čtyři technické prvky obrany – přímý úder, facka, odstrčení a přímý kop. Měření se zúčastnilo 13 lidí. Údaje jsou uvedeny v Tab. 1 a Tab. 2. Závislost na tělesné výšce a hmotnosti se neprokázala [15].

Tab. 1. Naměřené hodnoty [15]

	t_1 [s]	n	F [N]
Přímý úder	0,223	21	165,7
Facka	0,262	19	90,9
Odstrčení	0,257	19	11,9
Přímý kop	0,416	12	138,3

Tab. 2. Rozdíl v naměřené síle u mužů a žen [15]

	$F_{\text{muži}}$ [N]	$F_{\text{ženy}}$ [N]
Přímý úder	215,7	53,4
Facka	126	11,8
Odstrčení	136,8	56
Přímý kop	163,2	82,1

Obecně lze říct, že výzkumy se zabývají spíše jednotlivými sporty a uměními, případně jejich porovnáváním. Část je zaměřena na zjištění kinematických a dynamických vlastností úderových technických prvků obrany, v některých výzkumech je dále na jejich základě zjišťován nejúčinnější úder. V zahraničí jsou výzkumy zaměřeny také na porovnávání stejné techniky provedené od různých lidí. Ať už jsou to lidé dělající daný bojový sport nebo umění delší dobu, nebo se jedná o porovnání mistra v daném bojovém sportu a novice, nebo také srovnávání různých bojových sportů či umění. Nejvíce je rozebíráno Karate a Taekwon-do.

Měřena byla např. kinematická analýza úderu v Karate spolu s elektromyografií [16]. Experimentu se zúčastnilo 18 trénovaných (10 mužů a 8 žen) a 19 netrénovaných (9 mužů a 10 žen). Každý úder byl proveden 20-krát. Výsledkem bylo zjištění, že nejrychleji začíná pracovat sval na předloktí a biceps.

Byla také provedena studie, která se zabývala rozdílem úderů v karate na základě pohlaví [17]. Zvolenou metodou byla elektromyografie a zkoumalo se, jaký je rozdíl v zapojování svalů. Experimentu se zúčastnilo 18 osob (10 mužů a 8 žen). Každý z nich provedl 10 úderů a bylo to zopakováno třikrát. Výsledkem bylo zjištění, že u některých svalů jsou rozdíly v rychlosti jejich zapojení – např. svaly na rameni.

Pro karate byla zhodnocena také velikost úderové plochy při úderu a její vliv na riziko zranění a využití hmotnosti při provádění techniky [18].

Pomocí kamer byl zkoumán přímý i boční kop v Taekwon-du [19],[20],[21],[22], úder a přímý kop v Karate [18],[23],[24], srovnání přímého kopu v Karate a Taekwon-do spolu se změření rozdílu mezi bojovým a normálním postojem [19].

V Taekwon-du se také měřil obloukový a zadní kop [25]. Zvolenou metodou byla sada fotoelektrických spínačů, které nahrávají pozici nohy v čase. Kop byl prováděn do terče na principu vzduchového polštáře, který byl opatřen tlakovým snímačem. Experimentu se zúčastnily 3 osoby.

Mezi další zkoumané bojové sporty a umění patří Kung-fu [26], Tai Chi Chuan [27], ale také box [28].

Při analýze úderu v boxu [28] byl využit tenzometrický snímač a akcelerometr (jeden v terči, jeden na rukavici). Měření se zúčastnilo 11 osob. Cílem bylo zjistit maximální zrychlení a sílu při jenom úderu, dále se měřila reakce na vizuální stimul a jaký je maximální počet úderů za 5 s. Naměřené průměrné maximální zrychlení bylo $26,59 \text{ m/s}^2$, interval hodnot byl $(23,2 - 30,2) \text{ m/s}^2$. Průměrná maximální síla byla 989 N, interval hodnot $(761 - 1162) \text{ N}$.

Při zkoumání současného stavu se ukázalo, že výzkumy v této oblasti jsou prováděny, ale chybí jejich komplexnost a širší pohled. Drtivá většina z nich se zabývá jednou, maximálně dvěma zkoumanými veličinami. Jejich cílem je spíše

prokázání, které bojové umění nebo sport má silnější kop či úder, nebo prozkoumání již vyučovaných technik, která z nich je efektivnější. Některých z nich se zúčastnily ženy, ale ne u všech došlo k diferenciaci výsledků, kdy by byly rozděleny na hodnoty mužů a na hodnoty žen.

4. CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Disertační práce se zabývá problematikou měření vybraných technických prvků obrany osob se zaměřením na zjištění jejich základních charakteristik. Cílem práce je definovat závislosti vlastností vybraných technických prvků obrany osob na vstupních parametrech, mezi které lze řadit pohlaví, tělesnou výšku a hmotnost osob. Následným cílem je vytvoření způsobu klasifikace osob dle trénovanosti. Tato zjištění mohou být přínosná pro zkvalitnění výcviku osob v oblasti profesní obrany. Navržený způsob měření vybraných technických prvků obrany osob může sloužit i jako zařízení vhodné pro výcvik profesní obrany, pomocí něhož lze kontrolovat míru trénovanosti osob.

Cíle disertační práce lze shrnout do následujících bodů:

- 1) Nalézt vhodné metody měření pro vybrané technické prvky obrany osob.
- 2) Na základě naměřených dat analyzovat vybrané technické prvky obrany osob.
- 3) Nalézt souvislosti mezi naměřenými daty a tělesnou hmotností, výškou a pohlavím měřených osob.
- 4) Vytvořit způsob hodnocení osob dle stupně trénovanosti na základě naměřených dat.

Disertační práce si klade za cíl následující dílčí úkoly:

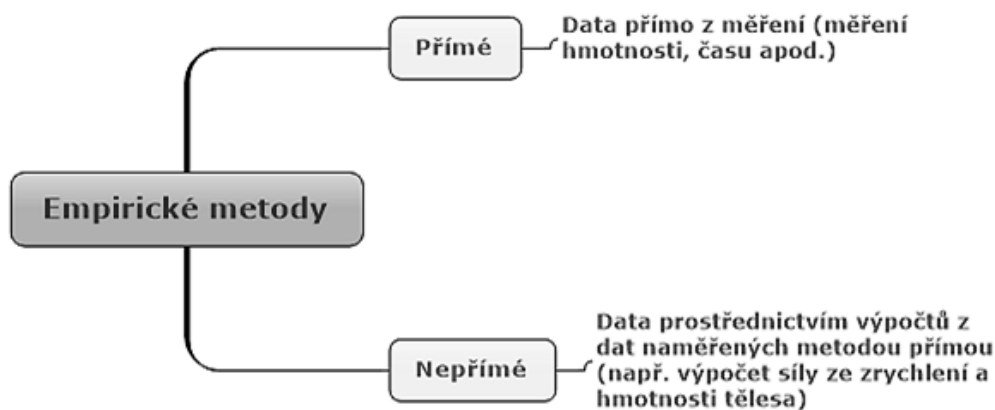
- 1) Literární rešerše a prozkoumání současného stavu dané problematiky.
- 2) Vysvětlení základní terminologie v dané oblasti.
- 3) Vylepšit výcvik osob s využitím informačních technologií.
- 4) Naměřit data potřebná pro praxi.

5. ZVOLENÉ METODY MĚŘENÍ

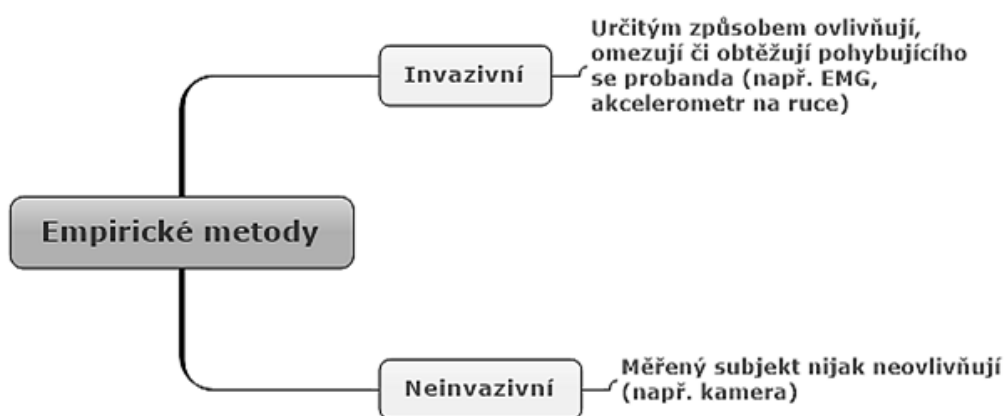
V disertační práci bylo zvoleno několik základních metod, mezi které lze řadit analýzu, syntézu a dedukci. Prostřednictvím těchto metod byla naměřená data vybraných technických prvků obrany postupně analyzována a pomocí dedukce a syntézy byly vyvozovány závěry.

Experimenty, které byly prováděny v rámci disertační práce za účelem měření vybraných technických prvků obrany osob se zaměřením na zjištění jejich základních charakteristik, se opíraly o poznatky z mechaniky. Experimenty vycházely z kinematiky, která se zaměřuje na pohyb těles, ale nezkoumá příčiny tohoto pohybu. Sleduje prostorové a rychlostní změny (např. dráhu, úhly, rychlost, zrychlení). Dynamika se zabývá příčinami pohybu. Zkoumá vzájemné působení těles vedoucí k jejich pohybu – síly [6].

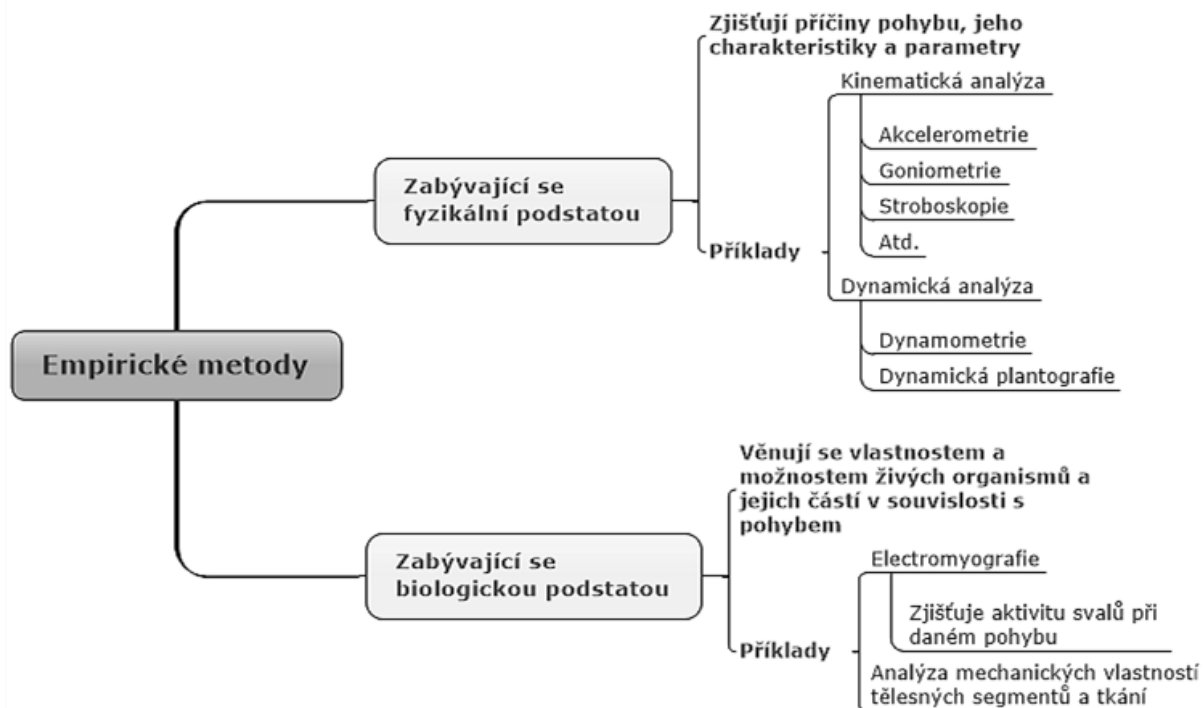
V biomechanice se výzkumné metody dají rozdělit na empirické, teoretické a logické. Disertační práce je zaměřena na empirické metody (Obr. 1, Obr. 2, Obr. 3).



Obr. 1. Rozdělení empirických metod – přímé, nepřímé. Data čerpána z [29]



Obr. 2. Rozdělení empirických metod – invazivní, neinvazivní. Data čerpána z [29]



Obr. 3. Rozdělení empirických metod – fyzikální a biologická podstata. Data čerpána z [29]

V rámci disertační práce byly využity téměř všechny empirické metody – přímé i nepřímé, invazivní i neinvazivní. Dále byla využita kinematická a dynamická analýza pohybu a elektromyografie.

5.1 Kinematická analýza pohybu

Cílem kinematické analýzy pohybu je zachytit a následně analyzovat pohyb. Jsou vyhodnocovány základní veličiny, které charakterizují pohyb tělesa, a to dráha, rychlost a zrychlení. Využívají se fotografie a v poslední době stále častěji kamery. Do kinematické analýzy patří např. goniometrie (měření rozsahu pohybu v určitém kloubu), chronografie (měření kratších časových intervalů), akcelerometrie (měření zrychlení), stroboskopie (vytváří se pohybová sekvence na jednom filmovém políčku), kinematografická metoda (vyhodnocení filmového záznamu) [29] atd.

Pro potřeby disertační práce byla zvolena kinematografická metoda. Existují dva základní postupy využívané pro analýzu pohybu: analýza ve 2D, kdy je pro záznam pohybu tělesa použita pouze jedna kamera, nebo analýza ve 3D, kdy jsou použity kamery minimálně dvě.

5.2 Dynamická analýza pohybu

Cílem dynamické analýzy pohybu je analýza příčin pohybu. Do dynamické analýzy pohybu patří dynamometrie (zaznamenávání průběhu síly) a dynamická plantografie (měří síly a tlaky mezi nohou a podložkou) [29]. Pro potřeby disertační práce byla využita dynamometrie.

5.3 Electromyografie (EMG)

EMG se využívá pro měření elektrické aktivity kosterních svalů a nervů. „Vstoupí-li do svalu vzruch, otevírají se Na⁺ kanály, což vede ke zvýšení kladného náboje ve svalové buňce a postupnému rozvoji akčního potenciálu. Změny elektrického potenciálu se zaznamenávají prostřednictvím elektrody a dále jsou v procesoru zpracovány na výstupní EMG křivku.“ [29]

V disertační práci bylo EMG využito pro zjištění, které svaly a jakou měrou jsou zapojeny při obraně osob.

Metody byly vybírány na základě provedené literární rešerše podle toho, jaké způsoby byly využívány v jiných experimentech ať už v České republice, nebo v zahraničí. Následně z nich byly vybrány ty metody, které bylo možno uskutečnit v rámci disertační práce.

6. TECHNICKÉ PRVKY OBRANY OSOB

Všechny bojové sporty, umění nebo systémy se skládají z jednotlivých technických prvků obrany. Ty jsou dále spojovány v techniky obrany, které jsou komplexnější a obsahují několik po sobě jdoucích technických prvků.

Technické prvky obrany osob mají pevný řád, jsou prováděny stále stejným způsobem. Techniky obrany oproti tomu jsou velmi variabilní, reagují až na konkrétní konfliktní situaci a je možné i v průběhu provádět změny.

Jako příklad je možno uvést obranu proti úderu. Jedná se o techniku obrany, která se skládá z jednotlivých technických prvků obrany – blok úderu, úder, podmet, zakleknutí, zadržení.

Dělení technik obrany je uvedeno na Obr. 4.



Obr. 4. Dělení technik obrany. Data čerpána z [30]

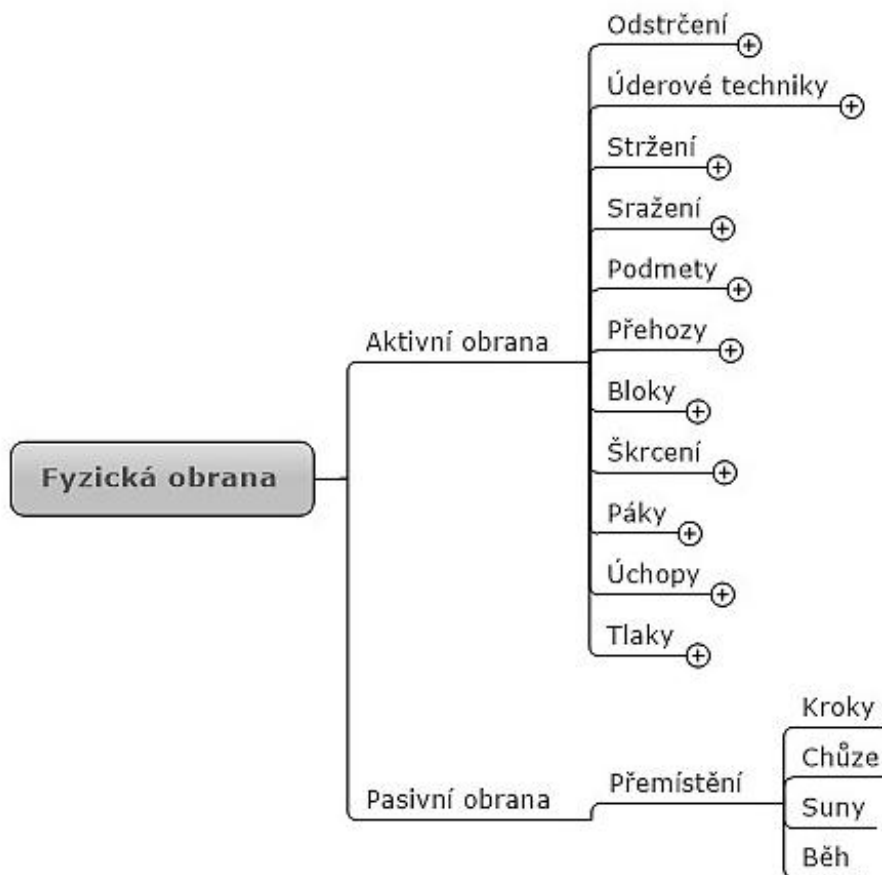
Slovní obrana využívá zejména krizovou komunikaci, která je významná, protože pomáhá zklidnit konfliktní situaci a v mnoha případech ji dokáže i úplně vyřešit. Verbální komunikace je velmi důležitá, často si útočník díky ní své jednání rozmyslí a od konfliktní situace odstoupí. Při verbální komunikaci lze použít i slovní hrozbu, takže pachatel se začne obávat, co by mohlo následovat. Důležitým aspektem při verbální komunikaci je společenské hledisko, lze zajistit svědky konfliktní situace pro případné trestní řízení.

Fyzická obrana nastává v případě, kdy selže slovní obrana, nebo kdy je útok natolik intenzivní, že není možné použít pouze verbální komunikaci. Ve většině případů se tyto dvě obrany prolínají a je běžné provádět fyzickou obranu a současně s útočníkem komunikovat. Fyzickou obranu lze dále dělit na aktivní a pasivní (Obr. 5).

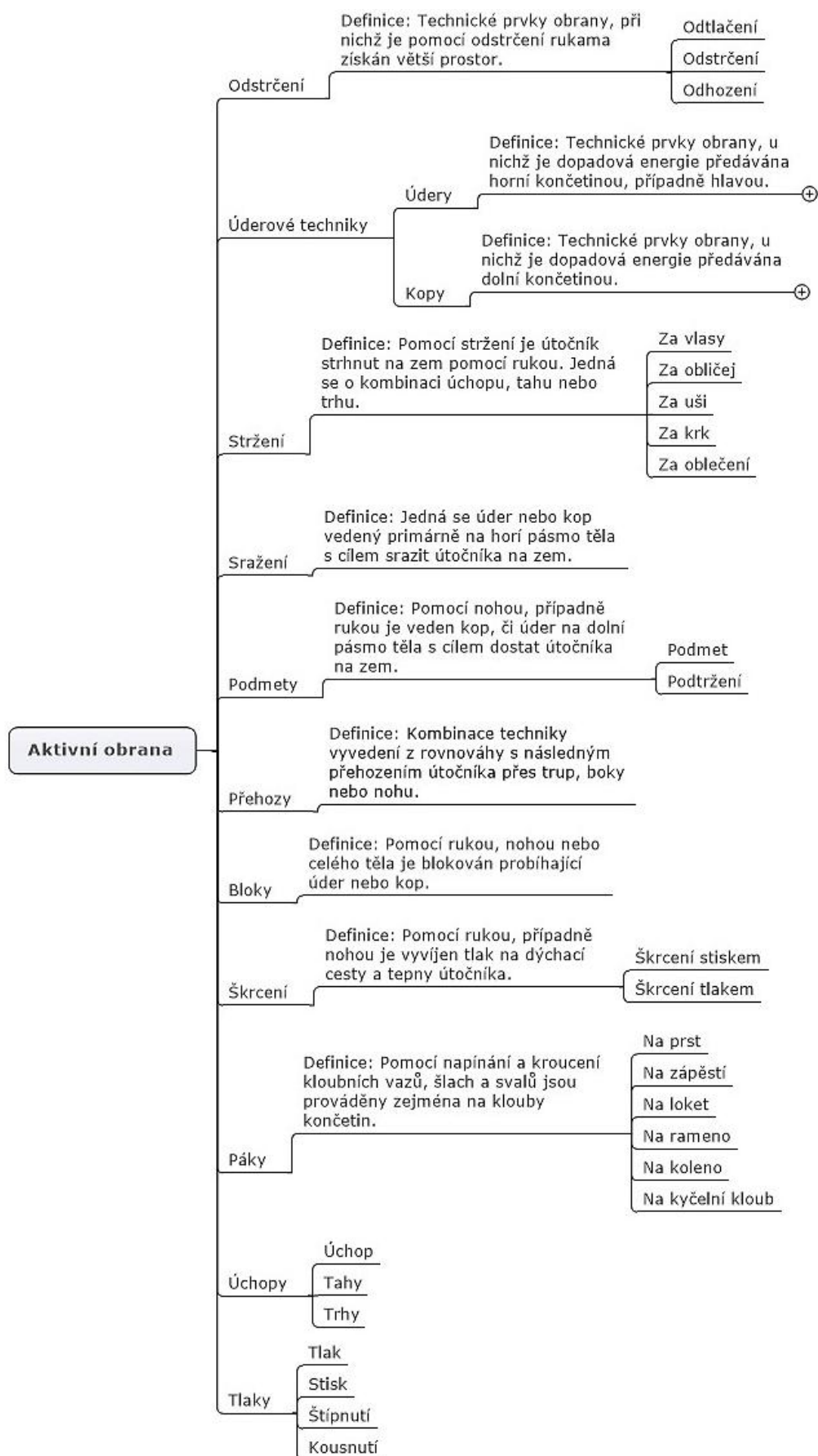


Obr. 5. Dělení fyzické obrany_1. Data čerpána z [30]

Fyzická obrana se dále skládá z jednotlivých technických prvků obrany. Pro účely této práce budou zmíněny pouze technické prvky beze zbraní nebo obranných prostředků (Obr. 6, Obr. 7, Obr. 8, Obr. 9, Obr. 10).



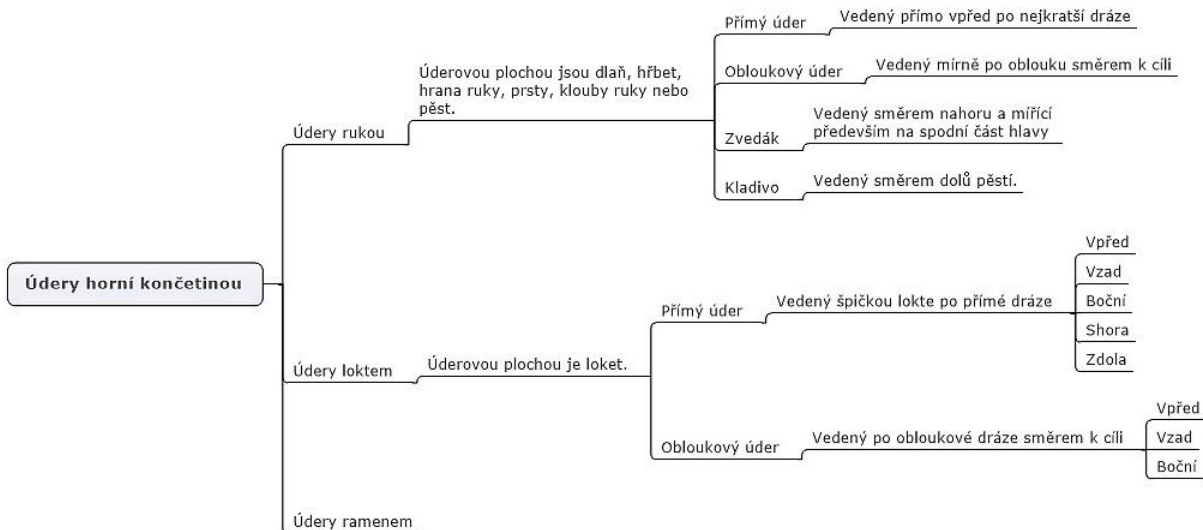
Obr. 6. Dělení fyzické obrany_2. Data čerpána z [30]



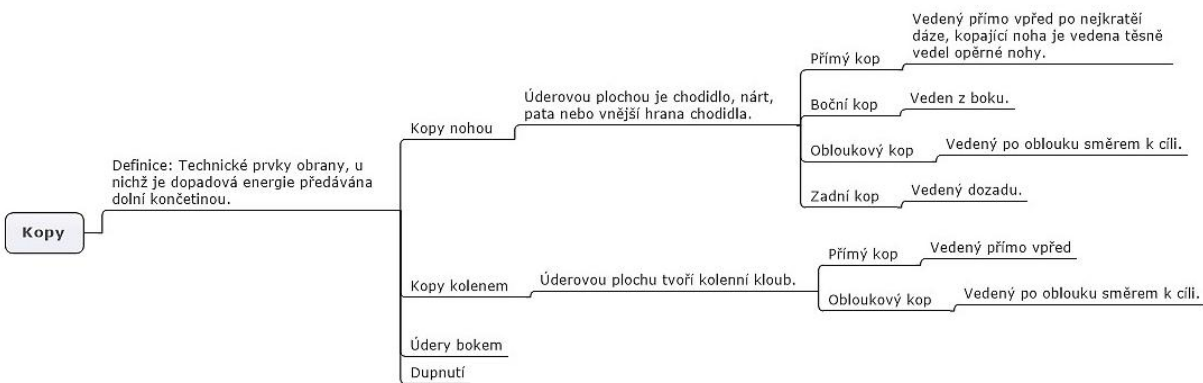
Obr. 7. Dělení aktivní obrany. Data čerpána z [30]



Obr. 8. Dělení úderů. Data čerpána z [30]

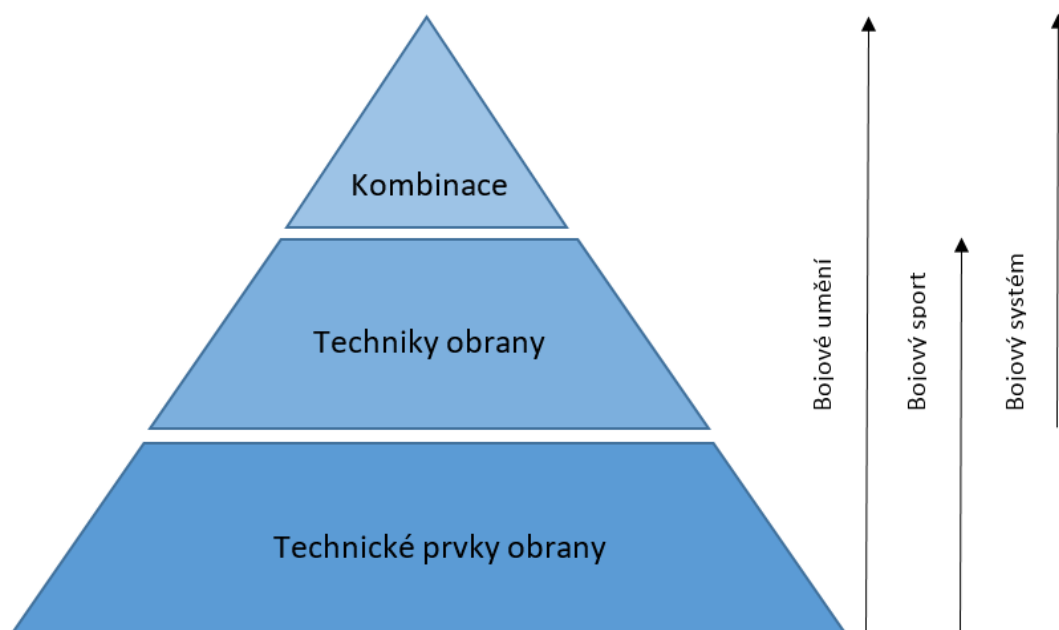


Obr. 9. Dělení úderů horní končetinou. Data čerpána z [30]



Obr. 10. Dělení kopů. Data čerpána z [30]

Výuka technických prvků a celkově technik obrany se liší podle toho, zda se jedná o bojové umění, sport nebo systém. U bojových umění i systémů dochází také ke spojování technik obrany do dalších kombinací (Obr. 11).



Obr. 11. Pyramida technických prvků obrany, technik obrany a kombinace

Bojové umění je založeno na tom, že se lidé učí technické prvky obrany, tyto pak dále spojují do technik obrany a následně do kombinací. Výuka probíhá tak, že se cvičí celé sestavy (kаты) obrany proti konkrétnímu útoku. Ve výsledku to znamená, že na konkrétní útok je použita konkrétní obranná sestava.

Bojové sporty vyučují také technické prvky obrany a ty spojují do technik obrany. Jen výjimečně mají kombinace. Dochází k omezování počtu technických prvků obrany a lidé se učí více improvizovat v rámci útoku. Není dané, že proti konkrétnímu útoku se používá daná obrana, ale člověk sám upravuje techniku obrany proto, aby zvítězil.

Bojový systém je specifický v tom, že přeskakuje výuku technických prvků a lidé se učí hned techniky obrany a jejich kombinace. Díky tomu se lidé sebeobranu (případně profesní obranu) naučí velmi rychle. Technické prvky se učí v rámci technik obrany, není jim věnována samostatná výuka. Je zde kladen velký důraz na improvizaci, kdy se žák učí i s málem znalostí kombinovat a využívat to, co už umí. Cílem je zvítězit, ne provést technicky dokonalou obranu.

Lze říci, že bojové umění i bojový sport začíná postupným učením jednotlivých technických prvků, kdy je cílem, aby se je žák naučil technicky správně, a pak teprve může přistoupit k jejich spojování do technik obrany. Bojové systémy jsou v tomto ohledu rozdílné a nekladou důraz na to, zda jsou jednotlivé technické prvky obrany provedeny dokonale po technické stránce, ale spíše, zda je dokáže žák efektivně spojovat a využít proti útoku. Většinou se stává, že v rámci bojových systémů nebývají technické prvky prováděny celé, ale pro obranu je využita jen jejich část a rychle se přechází na další prvek.

7. ANALÝZA VYBRANÝCH TECHNICKÝCH PRVKŮ OBRANY

Pro účely disertační práce byly zvoleny úderové techniky, protože jsou společné pro všechna bojová umění, sporty a systémy². Z těchto úderových technik byl vybrán přímý úder, facka, přímý kop a obloukový kop. Cílem bylo vybrat dva údery horní končetinou a dva kopy. Mezi nejběžnější patří přímý úder a kop a jejich oblouková varianta.

Cílem této kapitoly je popsat vybrané techniky obrany z pohledu technického provedení. Všechny úderové techniky jsou prováděny ze základního obranného postoje. Základem jsou nohy na šířku ramen (u žen je tento postoj trochu širší), hlavní noha je vzadu. Ruce jsou na úrovni pasu. Smyslem tohoto postoje je reagovat co nejrychleji na konfliktní situaci, ale zároveň nemít výrazně bojový postoj. Mohlo by dojít ke gradaci situace, žádoucí je ale její uklidnění.

7.1 Přímý úder

Přímý úder³ může být veden sevřenou pěstí, spodní částí dlaně, zpevněnými prsty nebo druhými klouby prstů. Trajektorie je přímá s loktem u těla. Nohy nejsou v pohybu⁴. Pokud je úder veden sevřenou pěstí, dochází k rotaci pěsti tak, aby úder byl proveden plochou ukazováčku s prostředníčkem. Jak velká je rotace, záleží na stylu dané školy.

Správně provedený přímý úder začíná pohybem boků, který zrychlí samotný pohyb ruky. Při pohybu ruky dochází k její rotaci, loket je u těla a při dopadu dochází ke zpevnění celého těla (Obr. 12, Obr. 13, Obr. 14, Obr. 15).

² Existuje několik výjimek, ale jedná se jen o několik málo bojových umění a sportů. Většinou jsou to takové, které se soustřeďují jen na použití některé zbraně k obraně (např. Kendó).

³ Někdy je také používán pojem „direkt“.

⁴ U některých bojových umění nebo sportů je učen výpad přední nohou kvůli předání větší energie.



Obr. 12. Přímý úder – pohled zprava



Obr. 13. Přímý úder – pohled zleva



Obr. 14. Přímý úder – pohled zepředu



Obr. 15. Přímý úder – pohled zezadu

7.2 Facka

Jedná se o obloukovou variantu úderu horní končetinou. Úderovou plochou může být dlaň nebo hřbet ruky. Nepoužívá se pojem obloukový úder, protože ten je spojen s úderem pěstí.

Facka je prováděna opět ze základního bojového postoje. Ruka musí být uvolněná, aby bylo možno dosáhnout co největšího švihů a tedy i rychlosti. Ke zpevnění dochází až na konci při kontaktu s cílem, stejně jako u přímého úderu. Správně provedená facka opět začíná pohybem boků, který usnadní švih a zároveň je důležité vysoko zvednout ruku s pokrčeným loktem. Často je vidět provedení s napnutým loktem, nebo s nezvednutou rukou. Tím je síla rozkládána do více os a dochází ke ztrátě energie. Ideální je zvednout ruku nad vlastní rameno (Obr. 16, Obr. 17, Obr. 18, Obr. 19).



Obr. 16. Facka – pohled zprava



Obr. 17. Facka – pohled zleva



Obr. 18. Facka – pohled zepředu



Obr. 19. Facka – pohled zezadu

7.3 Přímý kop

Úderovou plochou u kopu je chodidlo, zejména plocha pod prsty nebo pata. Kop je veden po přímé dráze s vysoko zvednutým kolenem (Obr. 20, Obr. 21, Obr. 22). Začíná se opět ze základního bojového postoje. U správně provedeného kopu má osoba ruce minimálně ve výši pasu. Při protiútku se může osoba rychle bránit.



Obr. 20. Přímý kop – pohled zprava



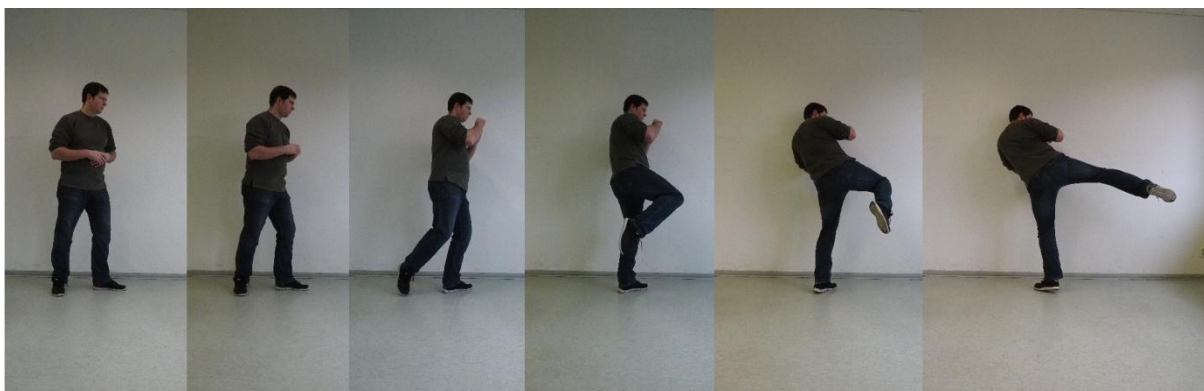
Obr. 21. Přímý kop - pohled zleva



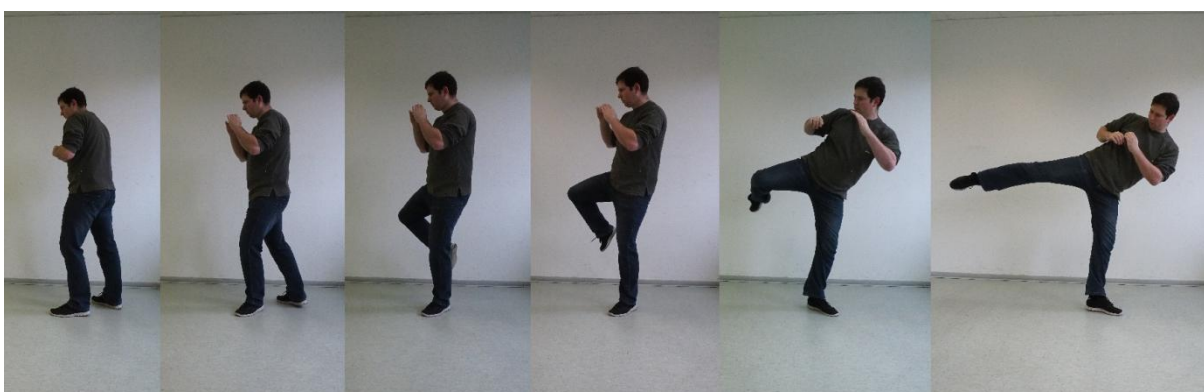
Obr. 22. Přímý kop – pohled zezadu

7.4 Obloukový kop

Úderovou plochou je nárt. Obloukový kop je proveden rotací boků a nohy. Ruce jsou opět minimálně na úrovni břicha, aby byla rychlá reakce v případě útoku. Důležité je na začátku kopu zvednout vysoko koleno do strany a tím začne správná rotace celého těla (Obr. 23, Obr. 24, Obr. 25, Obr. 26).



Obr. 23. Obloukový kop – pohled zprava



Obr. 24. Obloukový kop – pohled zleva



Obr. 25. Obloukový kop – pohled zepředu



Obr. 26. Obloukový kop – pohled zezadu

Na správném provedení úderové techniky závisí její rychlost a zejména její síla. Nejčastější chyby jsou nedotočení boků, žádné točení boků, špatná úderová plocha, špatné přenesení těžiště, u úderů špatná pozice loktu, u kopů špatná pozice kolene. V rámci různých bojových umění, sportů nebo systémů samozřejmě dochází k variacím a každá škola učí úderovou techniku trochu jinak. Rozdíly jsou převážně v rotaci rukou u úderů a v momentu, kdy dochází ke zpevnění těla.

8. ZPŮSOBY MĚŘENÍ TECHNICKÝCH PRVKŮ OBRANY OSOB

Technické prvky obrany osob byly měřeny z pohledu kinematiky (měření rychlosti) a z pohledu dynamiky (měření síly). V rámci kinematiky pohybu ve 2D byl zvolen pro měření přímý úder, protože tento typ úderu umožňuje při měření kamerou nejlépe zachytit pohyb, který je stále ve stejné vzdálenosti od kamery. Využita byla vysokorychlostní kamera Olympus i-Speed 2. Systém VICON, který byl využit pro měření ve 3D, není tolik limitovaný stejnou vzdáleností objektu od kamery, proto byly měřeny i další vybrané technické prvky obrany osob. Stejně technické prvky byly měřeny také v rámci dynamiky pohybu.

8.1 Analýza kinematiky pohybu 2D

Analýzu kinematiky pohybu lze provést ve 2D a ve 3D. Na začátku měření byla zvolena analýza ve 2D. Pro měření byla použita kamera Olympus i-Speed 2 (Obr. 27). Tato kamera je vybavena snímačem CMOS a vestaveným procesorem. Poskytuje rozlišení 800 x 600 pixelů při 1 000 obr./s a maximální rychlost záznamu 33 000 obr./s. Uvedená kamera pracuje v monochromatickém režimu. Může být ovládaná pomocí jednotky CDU (controller display unit = ovladač displeje), RCP (dálkové ovládání) nebo přes PC pomocí konektoru 100BaseT Ethernet [31],[32],[33].



Obr. 27. Vysokorychlostní kamerový systém Olympus i-Speed 2 [32]

Tab. 3. Technické parametry

Rozměry	115 mm (š) x 110 mm (v) x 233 mm (d)
Váha	2 kg
Vstupní napětí	12 V DC +/-10%
Příkon	max. 36 W
Montáž na stativ	4 x 1/2'' Whitworthův závit
Montáž objektivu	C-mount
Rozlišení snímače	800 x 600 pixel
Elektronická závěrka	5 μ s
Standardní vnitřní paměť	2 GB nebo 4 GB
Signál Ethernet	10/100BaseT, automatické přepínání
Video výstup SVGA	SVGA (800 x 600), 60 Hz
Výstup kompozitního video signálu	NTSC/PAL volitelný

Vysokorychlostní kamera Olympus i-Speed 2 využívá ke snímání snímač, který limituje počet obrazových bodů zpracovaných za sekundu. Rychlost snímání je omezena na 1 000 snímků za sekundu (fps = frames per second). Jestliže je požadavek rychlejšího snímání, je nutné snížit počet bodů tvořících jeden snímek. K tomu lze využít omezení aktivní plochy obrazového snímače. Tato funkce se nazývá Výřez a systém Olympus i-Speed 2 tak dokáže zpracovat až 33 000 fps. Omezení plochy obrazového snímače zajišťuje obvod pro zoom zabudovaný do elektroniky kamery. Pokud se nastaví při snímání nižší rychlost než 1 000 fps, doba záznamu se prodlouží, protože snímky budou ukládány v delších intervalech. Jestliže se nastaví vyšší rychlost snímání, tak se doba záznamu nijak významně nezmění, jelikož ukládané snímky jsou menší [31].

Obrazový snímač funguje tak, že zachycuje dopadající světlo a převádí obraz do elektronické podoby, kterou přenáší do paměti, zatímco se cyklus zachycování obrazu již začíná opakovat. Doba, po kterou se shromažďuje světlo dopadající na snímač, se nazývá „expoziční čas“ nebo „čas závěrky“. Čas závěrky obvykle maximálně využívá celou dobu odpovídající převrácené hodnotě snímkového kmitočtu nazývanou „doba snímku“. Elektronická závěrka (shutter) je funkce, která slouží ke zmenšení pohybové neostrosti snímaného objektu. Pokud se sledovaný objekt ve scéně pohybuje velmi rychle, může se během doby snímku posunout tak, že je obraz rozmazaný. Toto pohybové rozmazání je někdy nepřijatelné a kamera nabízí možnost zkrácení času závěrky na zlomek doby snímku, čímž se objekt na snímku zastaví. Čas závěrky je udáván jako poměr převrácené hodnoty snímkového kmitočtu a doby otevření závěrky, například 10x znamená, že je závěrka otevřena jen po 1/10 s. Zkrácením času závěrky však klesne množství světla dopadajícího na snímač a

obraz bude tmavší. Z tohoto důvodu je nutno při zkrácení času závěrky zvýšit intenzitu osvětlení scény [31].

8.2 Analýza kinematiky pohybu 3D

V rámci měření pomocí kamery Olympus i-Speed 2 se objevil výrazný nedostatek této metody - je možné měřit jen techniku, která je umístěna ve stále stejné vzdálenosti od kamery kvůli zaostření. Proto byla hledána další metoda měření, u které by byl tento nedostatek odstraněn. Velký potenciál mají biometrické systémy, které obecně v posledních letech zažívají velký rozmach. Jednou z velkých oblastí je možnost analýzy lidského pohybu. Na základě principu sběru dat ze senzorů je možné tyto systémy dělit na tři skupiny:

- Optické
- Elektromagnetické
- Elektromechanické

Mezi nejčastěji používané metody patří použití optoelektronických systémů s videozáznamy (stereometrické metody). Mezi zařízení, která pracují na tomto principu, patří VICON, ARIEL, OPTORAK, BTS SMART (Obr. 28) a QUALISYS.

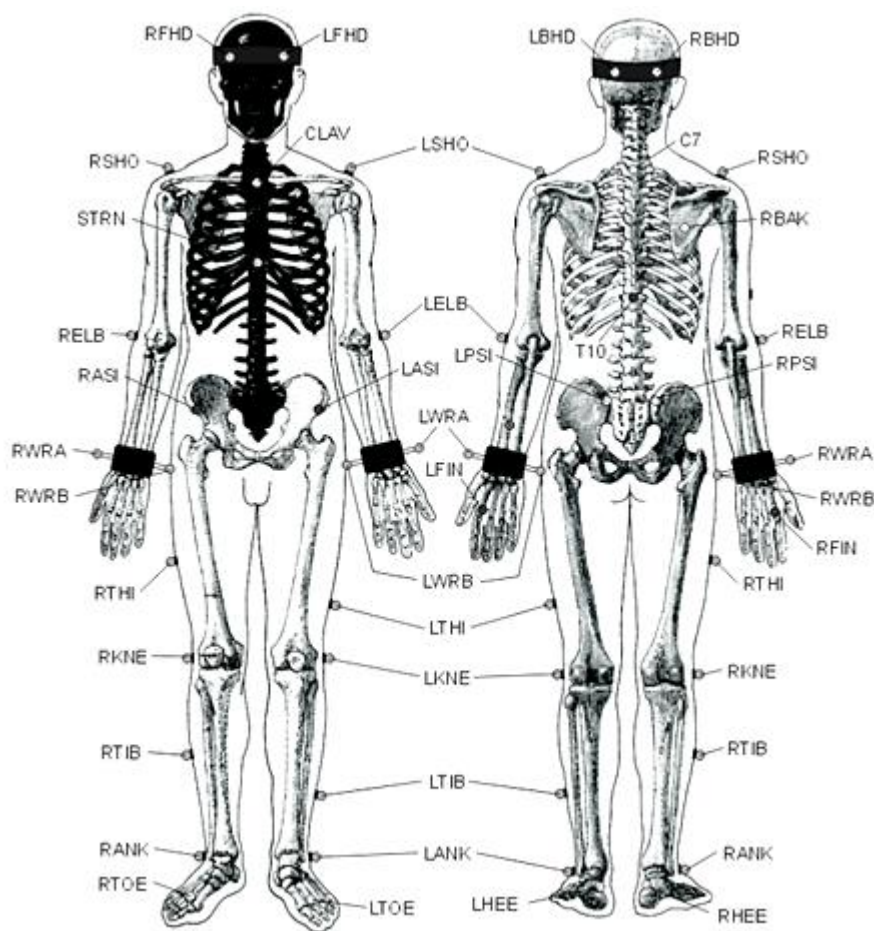
Snímání pohybu je prováděno ve třech rovinách:

- Sagitální rovina - probíhající zředu dozadu stojícím tělem, dělí je na pravou a levou část
- Transversální rovina - probíhající stojícím tělem paralelně k podložce, dělí tělo na horní a dolní část
- Frontální rovina - probíhající stojícím tělem zleva doprava, dělí tělo na přední a zadní část [34]



Obr. 28. Ukázka systému BTS SMART DX [35],[36]

„V jednotlivých rovinách jsou poté nalepeny značky (markery), definující námi volený segment těla (Obr. 29). Tyto značky jsou umístovány buď dle ověřených dostupných modelů (a následně snadno označeny v software zařízení) nebo přizpůsobené našim specifickým požadavkům. Abychom mohli lidský pohyb analyzovat, musíme jednotlivé segmenty těla snímat minimálně dvěma kamerami tak, aby bylo možné vypočítat 3D souřadnice těchto segmentů. Pro ulehčení měření se používají již zmíněné speciální markery. Nejčastěji se můžeme setkat s retro-reflexními markery (pasivní markery), které velmi dobře odráží infračervené záření kamer a zajišťují tak velmi dobrou viditelnost markerů ve výsledném digitalizovaném záznamu/obrazu. Novější systémy obsahují aktivní markery, které obsahují infračervené LED diody.“ [34]



Obr. 29. Umístění markerů podle PlugInGaitFullBody modelu [35],[36]

Výhodou této metody je snímání celého pohybu těla bez omezení výběru úderové techniky. Jediným nedostatkem je časová náročnost měření a vysoká cena zařízení.

8.3 Analýza dynamiky pohybu

Analýza dynamiky pohybu je zaměřena na změření síly úderových technik a na následné vyvození závislostí na vstupních parametrech. Pro analýzu dynamiky pohybu byly využity dva tenzometrické snímače vyrobené firmou VTS Zlín.

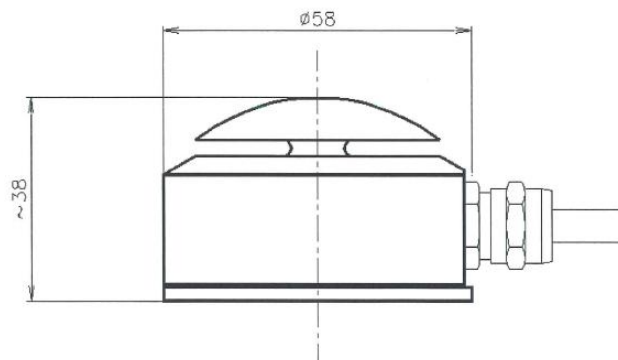
8.3.1 Technické prostředky pro analýzu dynamiky pohybu

Pro analýzu dynamiky pohybu byly postupně zvoleny dva technické prostředky. Oba jsou to tenzometrické snímače – první byl SRK-3/V, pomocí něhož byly odstraněny základní nedostatky při měření, a následně byl použit snímač L6E-C3-300kg.

Tenzometrický snímač SRK-3/V

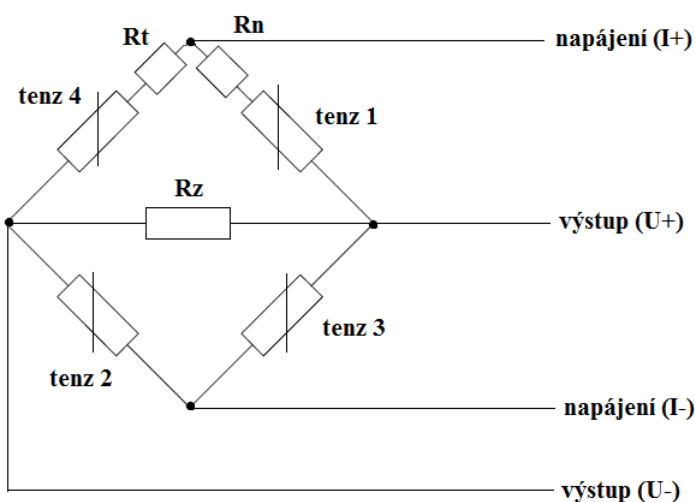
Tenzometrický snímač s typovým označením SRK-3/V byl použit pro měření tlakové síly vyvolané při úderu pěstí, dlaní, popřípadě při kopu nohou. Podstata polovodičového tenzometru spočívá ve vyhodnocování změny odporu v závislosti na mechanické deformaci. Působením mechanického namáhání dochází ke změně elektrické vodivosti. Změna odporu závisí na typu polovodiče i na koncentraci příměsí [37].

Tenzometrický snímač SRK-3/V, který zastává funkci mechanicko-elektrického převodníku, využívá odporové vlastnosti křemíku vykazující šedesátkrát vyšší deformační citlivost než odporové tenzometry fóliové nebo drátkové. Snímač je dimenzován a kalibrován pro trvalé zatěžování silou 3 kN působící v ose snímače, ale snáší také dlouhodobé opakované přetížení na 200 % (6 kN) [38]. Snímač se skládá z podstavy tvaru nízkého válce, který v horní části přechází do komolého kužele (Obr. 30). Horní základnu tohoto komolého kužele tvoří membrána, na jejíž vnitřní ploše jsou nalepeny čtyři křemíkové odporové tenzometry AP120-3-12. Ve středu vnější plochy membrány je čep, který spojuje membránu s měrnou plochou tvaru kulové úseče. Všechny tyto popsané části snímače jsou vyrobeny z jednoho kusu zušlechtěné, rozměrově stabilizované oceli [38].



Obr. 30. Tenzometrický snímač typ SRK-3/V [38],[39],[40]

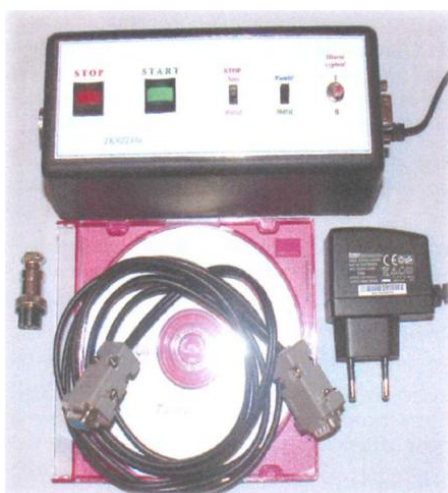
Tlaková síla působící na měrnou plochu je přenášena čepem na membránu, která je úměrně deformována působící silou. Tím se současně přenáší na čtyři křemíkové odporové tenzometry, které jsou nalepené na membránu tenzometrickým lepidlem, které ji převádí na změny elektrického odporu úměrné deformaci. Zapojení tenzometrů do Wheatstoneova můstku (Obr. 31) zajišťuje účinnou primární kompenzaci vlivu teploty na měřicí systém [38].



Obr. 31. Zapojení tenzometrů do Wheatstoneova můstku [37],[41]

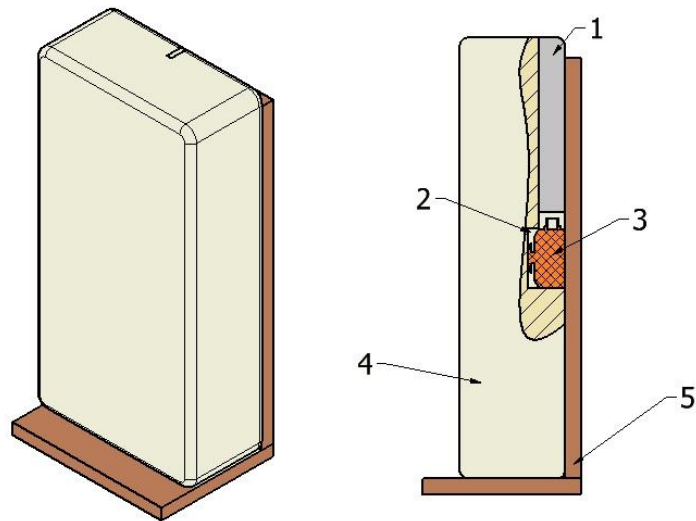
Jde o zapojení čtyř polovodičových tenzometrů do Wheatstoneova můstku, kde tenz 1 a tenz 2 jsou měřicí tenzometry, které měří deformaci, a tenz 3 a tenz 4 jsou kompenzační tenzometry, které reagují na změnu teploty. Pro lepší kompenzaci teploty se přidává ještě elektrický odpor pomocí měděného drátku do vstupu. Velikost odporu je experimentálně určena při dvou teplotách. Nulový signál snímače se nastaví pomocí rezistoru R_n a výstupní signál se nastaví pomocí rezistoru R_z [37].

Snímač je přes vyhodnocovací zařízení s pamětí spojen s počítačem, na který jsou ukládána data. Vyhodnocovací zařízení TENZ2334 (Obr. 32) je elektronické zařízení, které převádí signál z tenzometrického snímače na číselný údaj a ten se ukládá do paměti. Zařízení je vybaveno komunikačním rozhraním RS232. Součástí je také software pro PC, který umožňuje následný přenos měřených dat do počítače a uložení těchto dat ve formátu, který lze využít v programu Microsoft Office Excel. Jádrem zařízení je jednočipový mikropočítač, který řídí veškerou jeho činnost. Tenzometrický snímač se k tomuto měřiči připojuje čtyřmi vodiči přes čtyřpólový konektor typu XLR. Měření hodnot odporu se uskutečňuje 600 krát za sekundu a data jsou ihned ukládána do paměti zařízení s kapacitou 512 kB [38].



Obr. 32. Vyhodnocovací zařízení TENZ2334 [38]

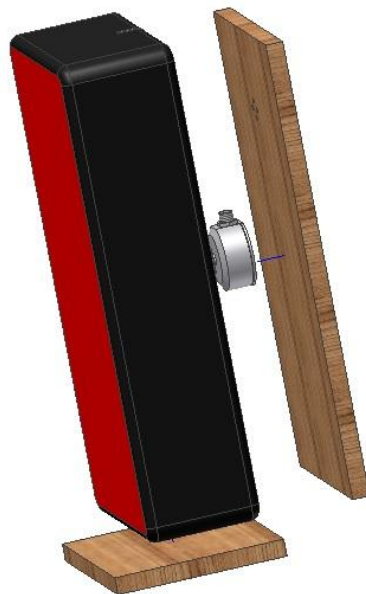
Snímač byl umístěn do zadní části lapy (Obr. 33 a Obr. 34), což je úderový terč. Jelikož je snímač z pevného materiálu, bylo nutné využít lapu pro jeho krytí, aby nedocházelo ke zraněním rukou při úderech a nohou při kopech.



Obr. 33. Uložení tenzometrického snímače_1 [41],[42]

Vysvětlivky

- 1 dutina na kabel
- 2 dutina pro uložení tenzometrického snímače
- 3 tenzometrický snímač
- 4 lapa = úderový terč (vyroben z tvrzeného vinylu s náplní z molitanu)
- 5 podstavec pro uchycení lapy



Obr. 34. Uložení tenzometrického snímače_2 [41],[42]

Bohužel v rámci měření se projevila nevhodnost snímače pro tento specifický druh měření síly, proto byl vyroben snímač jiný.

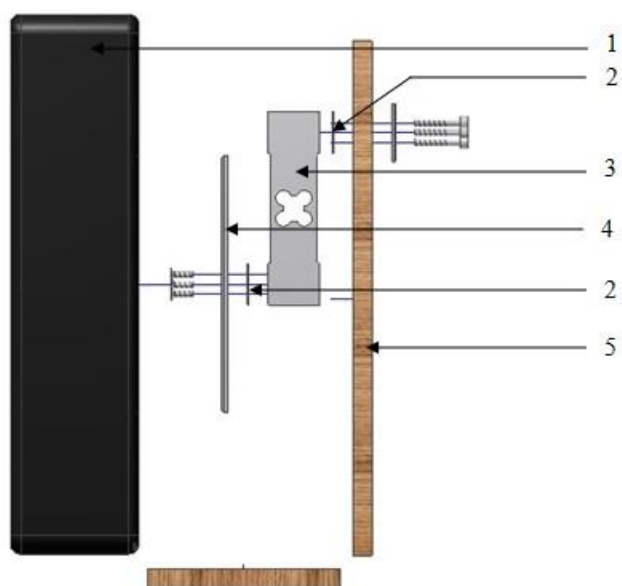
Tenzometrický snímač L6E-C3-300kg

Tenzometrický snímač L6E-C3-300kg funguje na principu jednostranně vetknutého ohybového nosníku (Obr. 35). Při působení síly dochází k největší deformaci snímače v místech, kde je nejtenčí stěna - v těchto místech jsou nalepeny kovové fóliové tenzometry, které mění svůj elektrický odpor v závislosti na velikosti deformace. Jednotlivé tenzometry jsou zapojeny do Wheatstoneova můstku, díky kterému je možné převést změnu odporu na elektrický signál, který lze dále zpracovávat [43].



Obr. 35. Tenzometrický snímač L6E-C3-300kg [43],[44],[45],[46],[47]

Deska tenzometrického snímače je opět umístěna do lapy, tenzometrický snímač je za lapou (Obr. 36).



Obr. 36. Umístění tenzometrického snímače [41],[43],[44],[45],[46],[47]

Vysvětlivky

- 1 lapa
- 2 podložka
- 3 tenzometrický snímač L6E-C3-300kg

4 deska (200 x 200 x 5 mm)

5 podstavec

Výrazný rozdíl oproti předchozímu tenzometrickému snímači typu SRK-3/V je čtvercová deska, která je uchycena na snímač. Tímto způsobem je zvětšena dopadová plocha. U předchozího snímače se ukázal jako největší nedostatek velikost snímače (průměr 58mm), kdy bylo velmi problematické zasáhnout snímač do středu. U netrénovaných a středně trénovaných osob byla proto výrazná směrodatná odchylka. Deska u snímače L6E-C3-300kg má velikost 200x200x5 mm, proto je snazší ji zasáhnout. Tento typ snímače byl vybrán také z toho důvodu, že nezáleží na tom, ve kterém místě je na desku vyvíjen tlak, jelikož pracuje na principu jednostranně vetknutého ohybového nosníku.

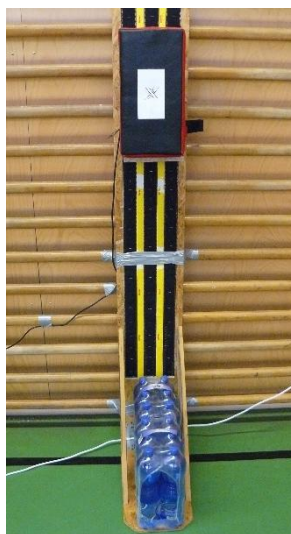
Celkově byly využity čtyři metody měření úderových technik. Jejich cílem bylo nalézt metodu, která by měla největší vypovídací hodnotu pro další zpracování. Předností vysokorychlostní kamery, která byla pro měření použita, je velmi detailní zachycení snímaného děje. Při snímání pohybu musí být dodržena konstantní vzdálenost snímaného objektu z důvodu zaostření. Tím je vyloučena většina úderových technik a je také velmi problematické měření s netrénovanými osobami.

Systém VICON je výhodný v tom, že dokáže zachytit všechny úderové techniky, dokáže jejich průběh zpětně zobrazit a analyzovat. Je možné vykreslit dráhu jednotlivých markerů, proto se dá tato metoda využít při výcviku a při výuce. Nevýhoda je cena zařízení, časová náročnost měření a také to, že systém je navržen pro jiný účel, a je proto složitější zpracování dat.

Tenzometrické snímače jsou vhodnou variantou pro zachycení síly úderových technik. Je možné změřit všechny údery a kopy, zpracování dat je velmi rychlé. Jediný problém nastal při hledání vhodného typu snímače, aby byl schopen měřit co nejpřesněji a hlavně aby zachytil i úderové techniky od netrénovaných osob.

9. MĚŘENÍ KINEMATIKY POHYBU 2D

Na začátku měření bylo vyrobeno měřicí stanoviště dynamických vlastností úderu, které spolu s lapou slouží k měření dynamických a kinematických vlastností úderových technických prvků obrany (Obr. 37). Primárně je určeno k měření rychlosti a síly přímého úderu. Měřicí stanoviště se skládá ze dvou částí, a to z podstavce na lapu a ze zařízení k zavěšení tohoto podstavce. Zavěšení se provádí pomocí suchých zipů, jejichž systém umožňuje rychlou regulaci výšky lapy.

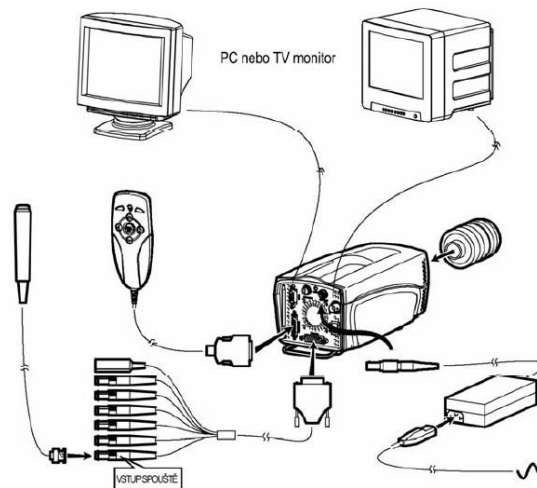


Obr. 37. Měřicí stanoviště [48]

Jako materiál byly použity OSB desky, které se prokázaly vysokou odolností. Stanoviště bylo uchyceno na žebřiny v tělocvičně Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, aby byla zajištěna stabilita a stanoviště se nemohlo hýbat v průběhu experimentů.

9.1 Popis experimentu

Pro měření pohybu byla využita kamera Olympus i-Speed 2 s ovládací jednotkou RCP (Obr. 38).



Obr. 38. Zapojení s ovládací jednotkou RCP [33]

Kamera byla umístěna tak, aby z profilu snímala měřicí stanoviště dynamických vlastností úderu (Obr. 39).



Obr. 39. Umístění vysokorychlostní kamery a měřicího stanoviště dynamických vlastností úderu [46],[47],[49],[50]

Pro měření je nezbytné umístit kameru do vodorovné polohy. Tohoto stavu lze docílit pomocí libel, které jsou umístěny vedle kamery (Obr. 40).



Obr. 40. Libely kontrolující umístění kamery ve vodorovné poloze

9.1.1 Cíl experimentu

Cílem měření bylo změřit rychlost přímého úderu pěstí. U každé osoby byla zapsána její tělesná výška a hmotnost. Na základě naměřených dat byla sledována závislost rychlosti úderu na stupni trénovanosti osob, tělesné výšce a hmotnosti osob. Zjišťována byla také závislost maximální rychlosti na pohlaví.

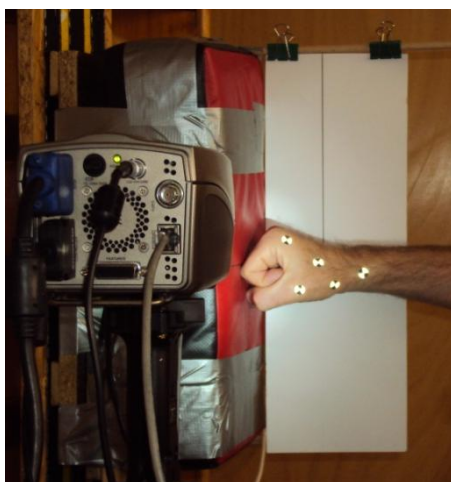
9.1.2 Postup měření

Měření se zúčastnilo 111 osob, z toho 88 mužů a 23 žen. Na základně předchozích zkušeností s bojovými sporty, uměními nebo systémy byly rozděleny do následujících kategorií:

- Netrénovaní - tyto osoby nikdy nedělaly žádný bojový sport, umění nebo systém. Neznají teorii ani praxi úderových technik. Před měřením jim byla technika jednou ukázána z důvodů bezpečnosti (správné sevření pěstí). Tyto osoby jsou dále v disertační práci označovány NM (pro muže) a NZ (pro ženy).
- Středně trénovaní - tyto osoby znají teorii úderových technik a minimálně půl roku navštěvovaly výuku sebeobrany a profesní obrany (trénink 1x týdně). Dále jsou označovány STM (pro muže) a STZ (pro ženy).
- Samostatní - tyto osoby provozovaly nebo stále ještě provozují (kratší dobu než dva roky) bojový sport, umění nebo systém. Vzhledem k tomu, že nejsou dostupné podrobné informace o jejich tréninku (délka tréninku, jeho přesná náplň, kvalita instruktora apod.), byly tyto osoby vyčleněny do samostatné kategorie. Dále jsou označovány SM (pro muže).

- Trénování - déle jak dva roky navštěvují výuku sebeobranu a profesní obrany nebo déle jak 2 roky provozují některý bojový sport, umění nebo systém, který vyučuje úderovou techniku. Dále jsou označováni TM (pro muže) a TZ (pro ženy).

Osobám byly na ruku připevněny kruhy vyrobené z reflexní fólie o průměru 10 mm. Uvnitř každého kruhu se nacházely dva trojúhelníky, které se dotýkaly jedním vrcholem ve středu kruhu. Cílem bylo vytvořit zřetelný střed, který bude využit při následném zpracování výsledků. Pro nalepení bodů byl zvolen první kloub ukazováčku, první a druhý kloub palce, střed na spojnici mezi prvními klouby obou prstů a jako poslední bylo zvoleno zápěstí (Obr. 41).



Obr. 41. Umístění bodů na ruce [49],[50]

Na lapy byl připevněn tvrdý papír s dvěma linkami. Jedna linka byla vodorovně ve stejné výšce jako střed lapy a sloužila k vedení ruky. Druhá byla kolmo na ni a to ve vzdálenosti 60 mm od lapy. Význam této linky se projevil při zpracování výsledků, kdy se rychlost začala zaznamenávat od jejího překročení, aby všechny údery měly počátek ve stejné vzdálenosti od cíle.

Před každým jednotlivým měřením byla upravena výška lapy tak, aby její střed byl ve stejné výšce jako rameno osoby, která prováděla přímý úder. Tím byla docílena nejvyšší rychlost provedené techniky. Následně byla upravena i výška kamery, aby snímala pohyb ruky pod co nejmenším úhlem (Obr. 42).

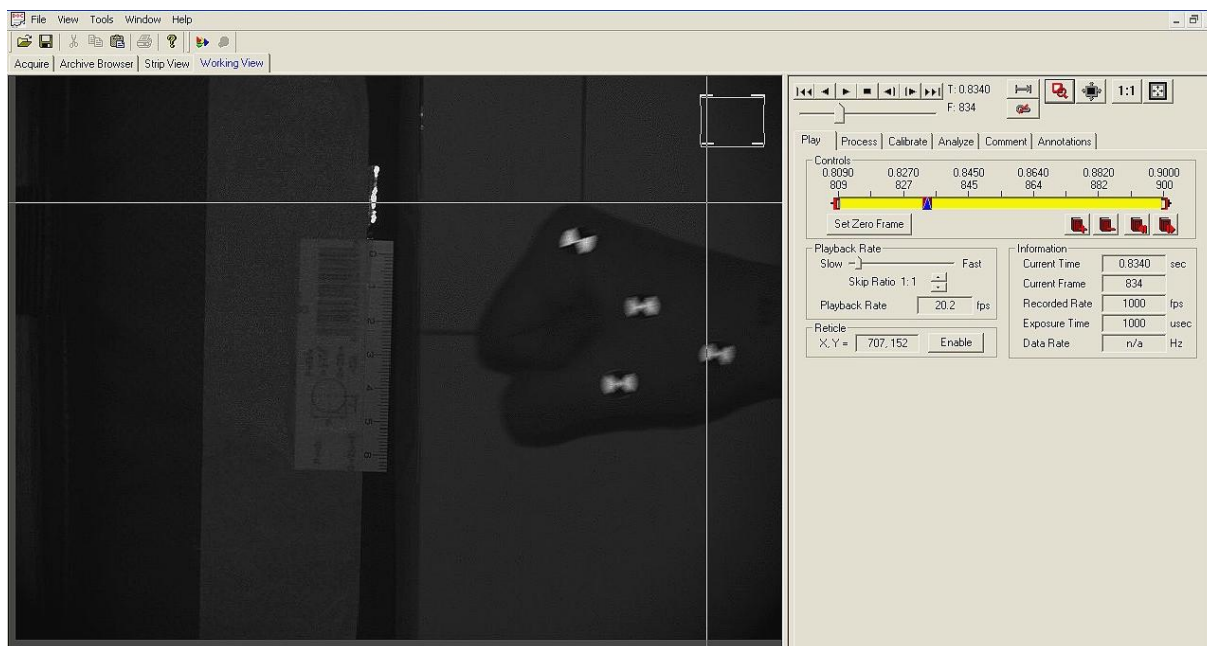


Obr. 42. Nastavení výšky lapy a kamery podle ramene osoby

Kamera byla nastavena na 1000 fps, elektronická závěrka 1x, použito bylo i přisvícení. Každá osoba provedla jeden až tři přímé údery.

9.2 Zpracování dat

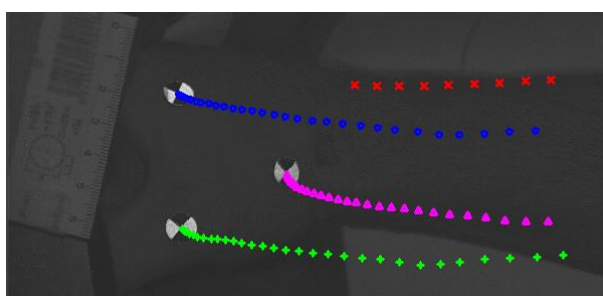
Pro zpracování dat byl využit software i-SPEED Control Software (Obr. 43). Tento program umožňuje upravit obraz, nastavit rychlost přehrávání, posuny mezi jednotlivými snímky, analýzu obrazu a další funkce.



Obr. 43. Software i-SPEED Control Software

Pro získání rychlosti je nutné provést kalibraci vzdálenosti. Provádí se tím způsobem, že jsou označeny dva body, u kterých přesně známe vzdálenost mezi nimi. Tento údaj je vepsán do příslušného pole, jsou doplněny jednotky a poté provedena kalibrace. Tím je získán počet pixelů na zadanou jednotku vzdálenosti. V provedeném experimentu k tomuto účelu sloužilo papírové pravítko, které bylo nalepeno na lapu.

Následuje vlastní analýza, kdy je označen sledovaný bod na prvním snímku. První snímek byl stanoven podle toho, kdy daný bod na ruce překročil svislou linku na papíře, který byl upevněn na lapě. Při přesunu na další snímek se sledovaný bod posune na nové místo a je opět označen. Takto se postupuje až na konec. Software umožňuje sledovat čtyři body zároveň, což dovolilo zpracovat celý úder najednou (Obr. 44).

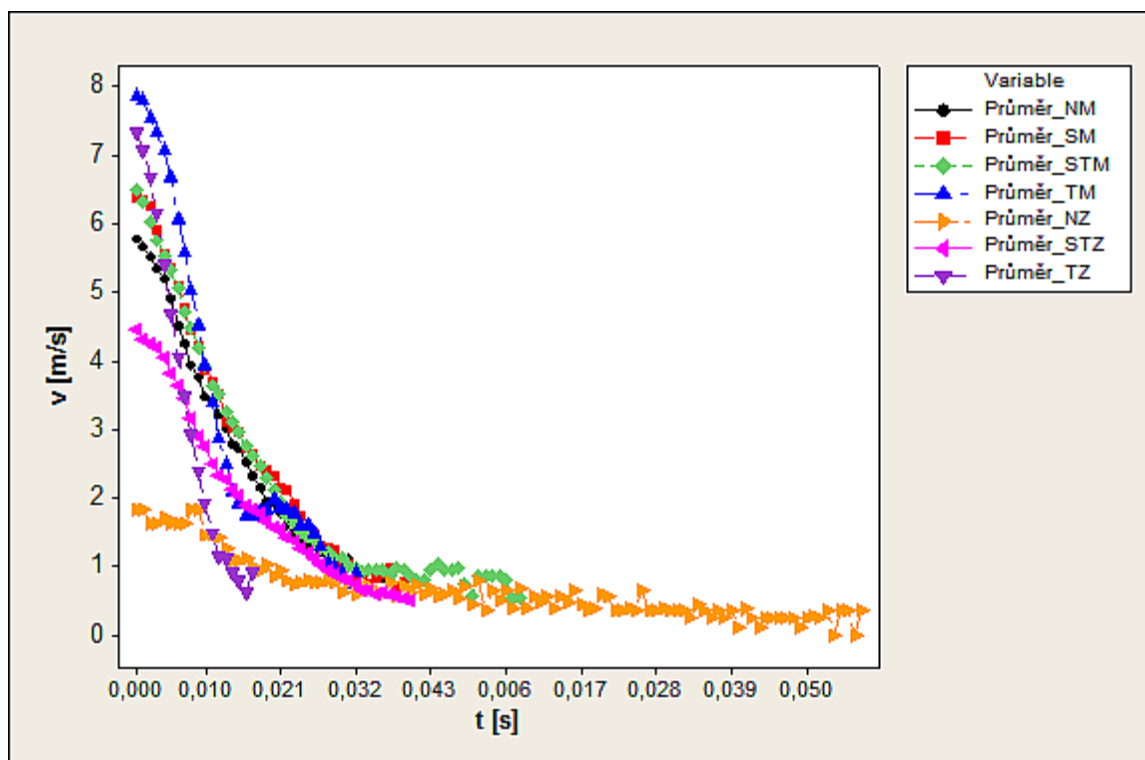


Obr. 44. Analýza bodů [49],[50]

Konec sledování bodů byl v okamžiku, kdy se ruka přestala pohybovat ve směru osy x (bylo dosaženo maximální deformace materiálu).

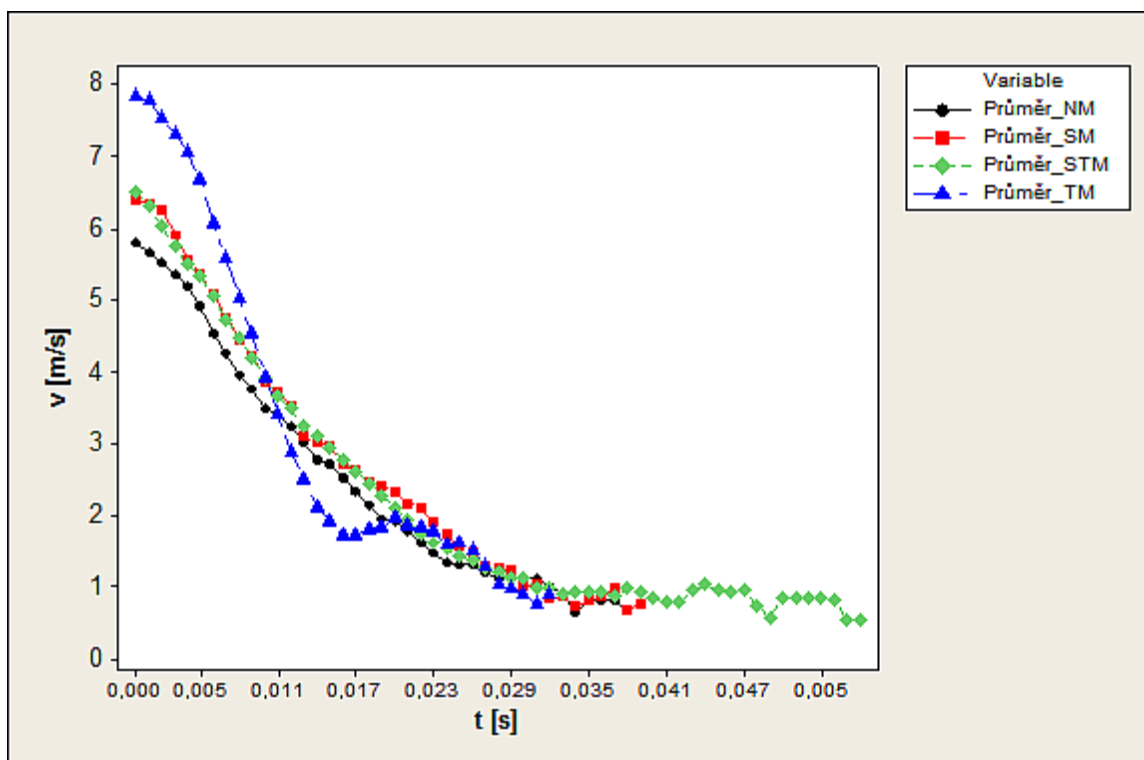
9.3 Výsledky měření

Výsledky byly zpracovávány pomocí software MINITAB, který slouží ke statistickému zpracování údajů.

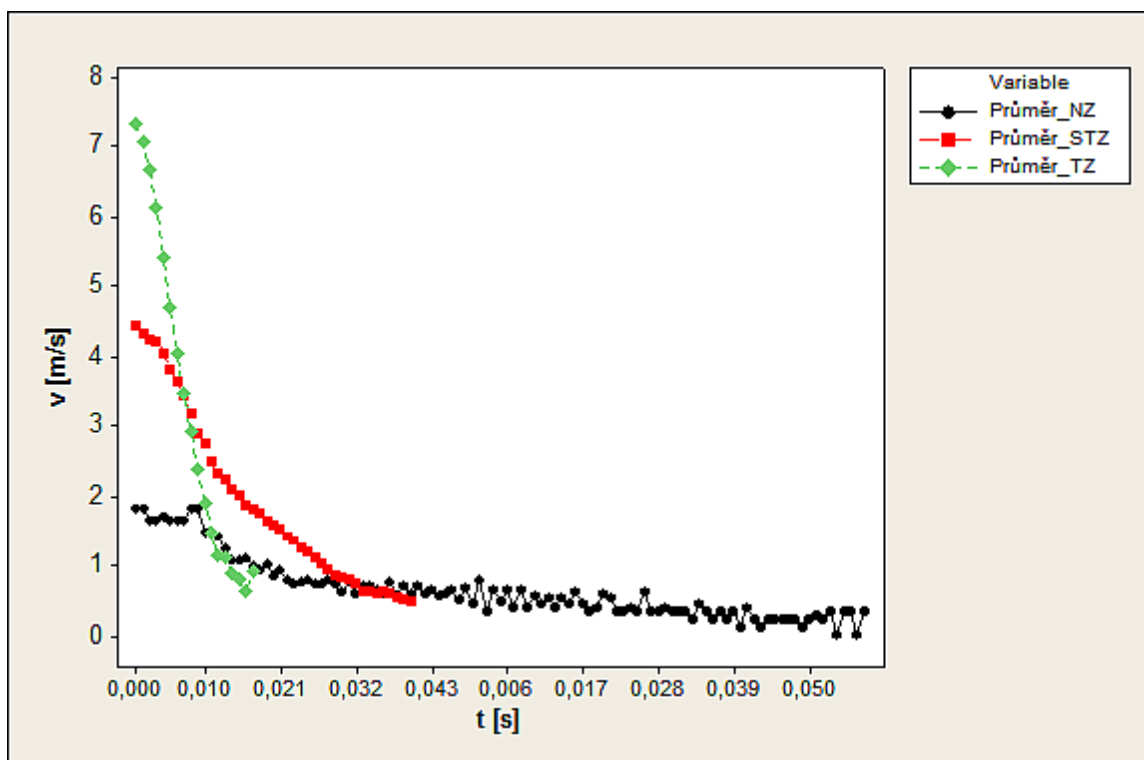


Obr. 45. Závislost průměrné rychlosti na čase [46],[50]

V grafu na Obr. 45 je vidět průběh rychlosti pro jednotlivé kategorie. Aby byly rozdíly více zřejmé, byl graf rozdělen na dva podle pohlaví (Obr. 46, Obr. 47).



Obr. 46. Závislost průměrné rychlosti na čase pro muže [46],[51]



Obr. 47. Závislost průměrné rychlosti na čase pro ženy [46],[51]

Z obou grafů je zřejmé, že skupina trénovaných je výrazně odlišná oproti zbývajícím skupinám. Rozdíl je jak v dosažené maximální rychlosti, tak také

v časovém intervalu, po který byl úder prováděn. U trénovaných osob je tento interval výrazně kratší.

Tab. 4. Statistická data pro jednotlivé kategorie [46],[50],[51]

Kategorie osob	Průměr [m/s]	Směrodatná odchylka průměru [m/s]	Minimum [m/s]
Netrénovaní muži	3,06	1,6	0,77
Středně trénovaní muži	3,05	1,82	0,57
Samostatní muži	3,16	1,76	0,7
Trénovaní muži	4,55	2,43	1,15
Netrénované ženy	0,67	0,44	0
Středně trénované ženy	2,14	1,25	0,47
Trénované ženy	3,65	2,37	0,69
Kategorie osob	Medián [m/s]	Maximum [m/s]	Počet vzorků
Netrénovaní muži	2,81	5,86	10
Středně trénovaní muži	2,76	6,52	32
Samostatní muži	2,76	6,44	7
Trénovaní muži	4,46	7,87	39
Netrénované ženy	0,58	1,82	1
Středně trénované ženy	1,82	4,46	16
Trénované ženy	3,35	7,34	6

Tab. 5. Maximální rychlosti pro jednotlivé kategorie [50]

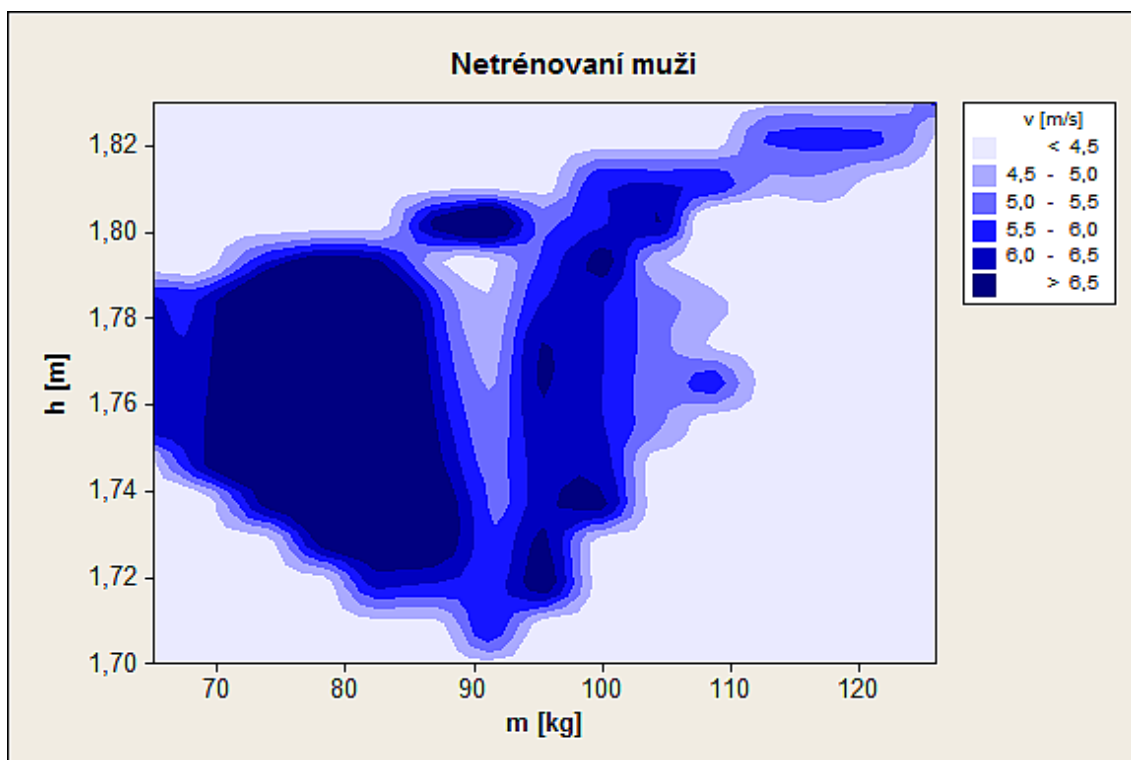
Kategorie osob	Maximum [m/s]	Směrodatná odchylka maxima [m/s]
Netrénovaní muži	5,9	0,9
Středně trénovaní muži	6,5	0,9
Samostatní muži	6,4	1
Trénovaní muži	7,9	1,3

Kategorie osob	Maximum [m/s]	Směrodatná odchylka maxima [m/s]
Netrénované ženy	1,8	
Středně trénované ženy	4,5	0,8
Trénované ženy	7,3	1,6

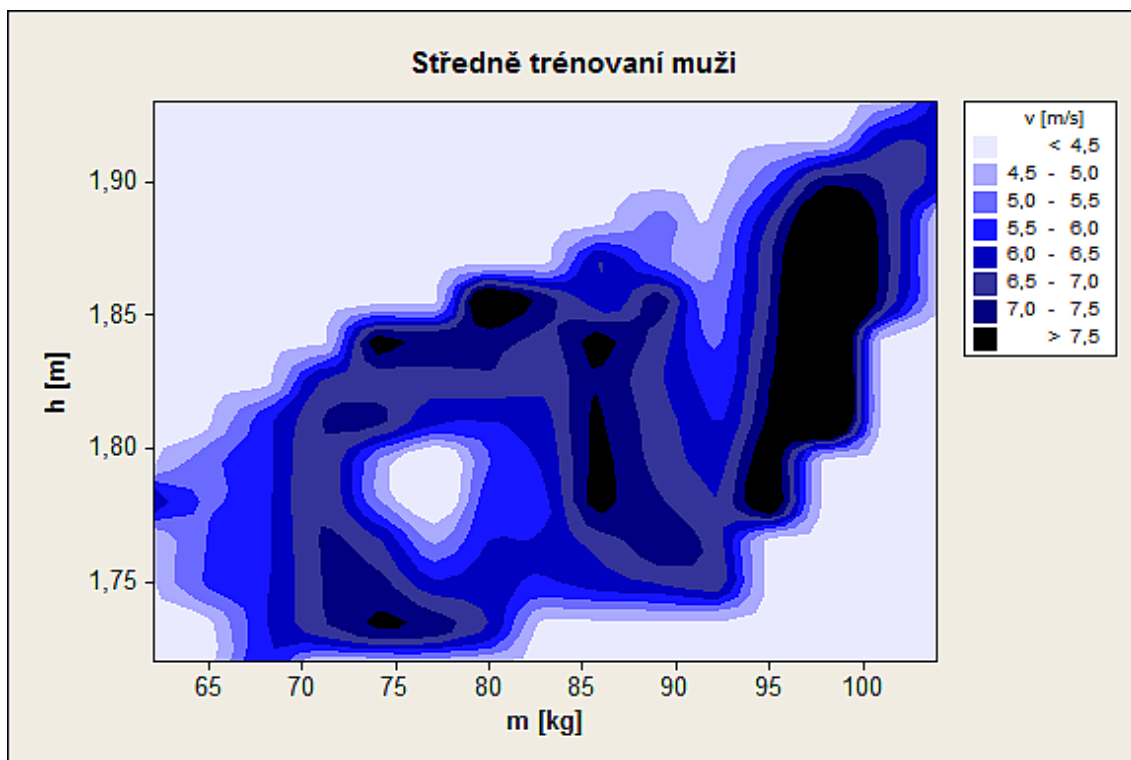
Z tabulek (Tab. 4, Tab. 5) vyplývá, že jsou rozdíly mezi jednotlivými skupinami osob. Výrazné rozdíly jsou mezi pohlavími, zejména v kategorii maximální rychlosti. U ostatních statistických údajů rozdíly nebyly tak značné. Je ovšem zajímavé, že maximální rychlost je u trénovaných žen a mužů velmi podobná. Ostatní skupiny dle trénovanosti mají mezi sebou daleko větší rozdíly. Z naměřených dat lze konstatovat, že ženy jsou schopny tréninkem dosáhnout stejné rychlosti jako muži. Z grafů také vyplývá, že jejich úder trvá kratší časový interval.

9.4 Závislosti na vstupních parametrech

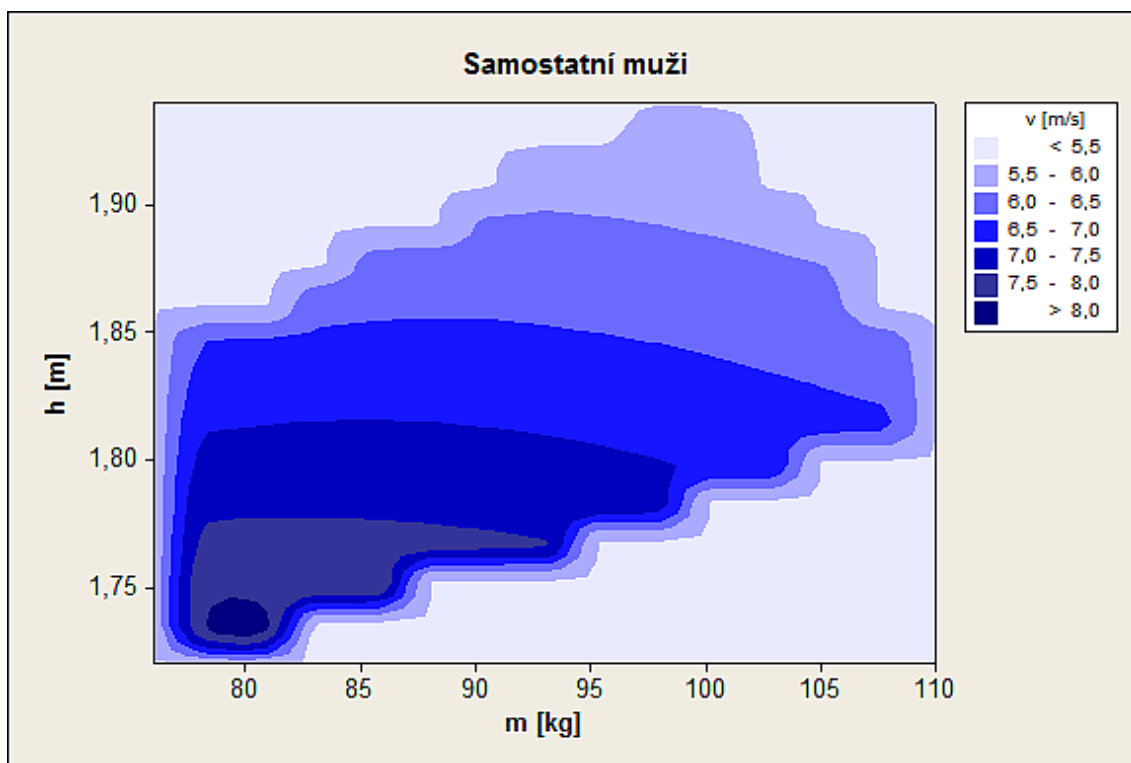
Další oblast, která byla zkoumána, je závislost rychlosti na vstupních parametrech, mezi které patří pohlaví, hmotnost, tělesná výška, trénovanost. Předpokladem při měření byly rozdíly rychlosti úderu u různých pohlaví. Z tabulek se statistickými daty je zřejmé, že tato myšlenka byla pravdivá. Jediná skupina, která má podobné výsledky, jsou trénovaní. Za další vstupní parametry byla zvolena tělesná výška a hmotnost. Nejvýraznější rozdíly byly v maximální rychlosti, proto byla hledána závislost maximální rychlosti na tělesné výšce a hmotnosti. Všechny tři údaje byly zaneseny do jednoho grafu, aby se případný trend projevil co nejlépe (Obr. 48, Obr. 49, Obr. 50, Obr. 51, Obr. 52).



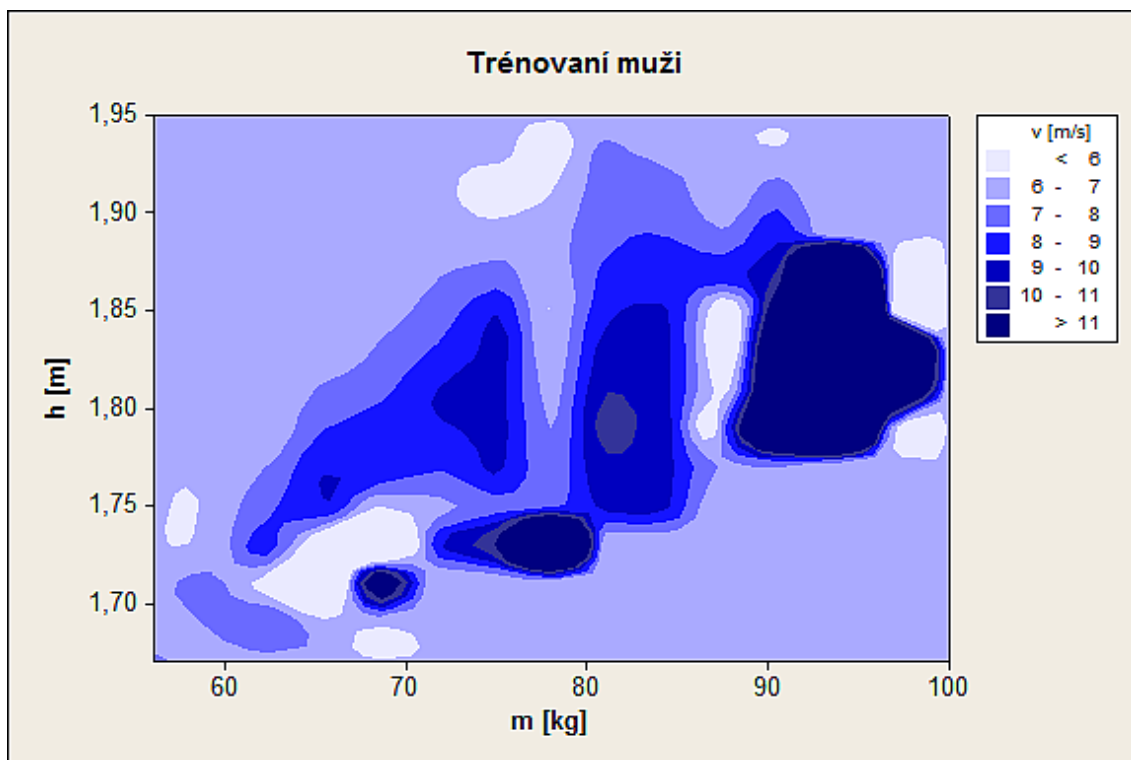
Obr. 48. Závislost maximální rychlosti na tělesné výšce a hmotnosti pro netrénované muže [51]



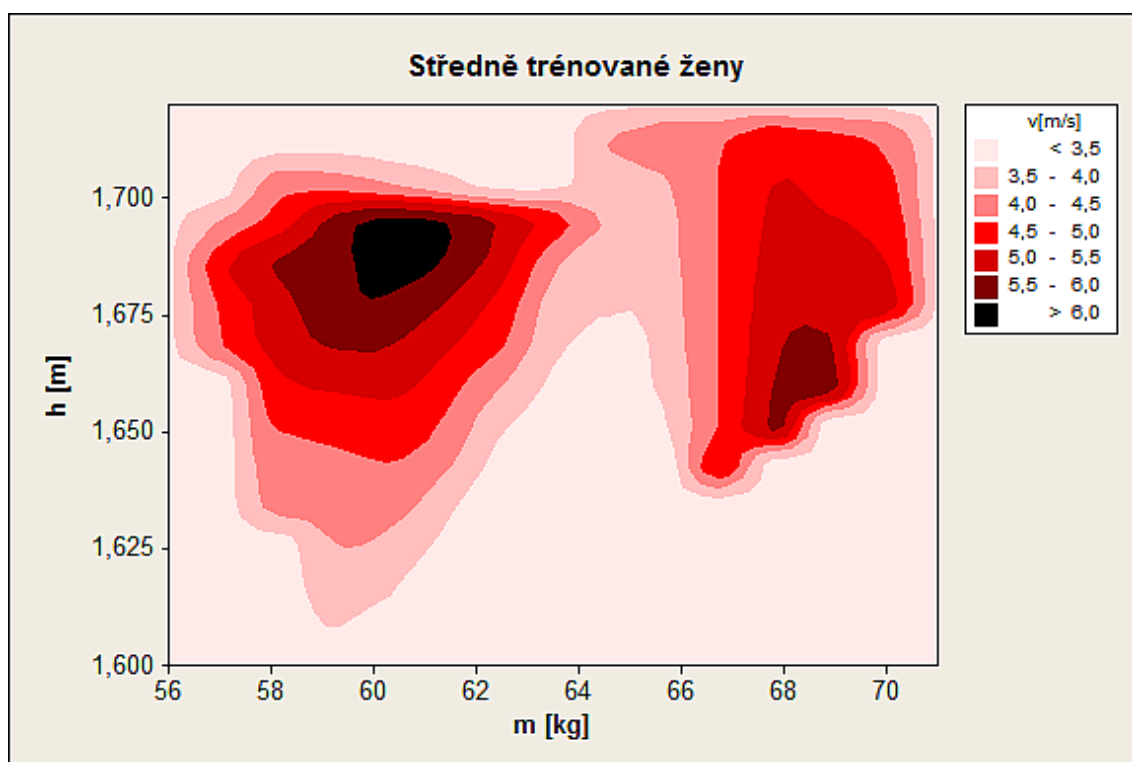
Obr. 49. Závislost maximální rychlosti na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované muže [51]



Obr. 50. Závislost maximální rychlosti na tělesné výšce a hmotnosti pro samostatné muže [51]



Obr. 51. Závislost maximální rychlosti na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované muže [51]



Obr. 52. Závislost maximální rychlosti na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované ženy [51]

Z výše uvedených grafů vyplývá, nelze jednoznačně prokázat závislost maximální rychlosti přímého úderu na tělesné výšce nebo hmotnosti. Tedy předpoklad, že vyšší a silnější muž má úder rychlejší než muž o desítky kilogramů lehčí nebo desítky centimetrů menší, je chybná. Stejně tvrzení platí i u žen. Lze konstatovat, že v kategorii samostatných mužů (Obr. 50) je trend takový, že je vyšší maximální rychlost s nižší výškou a také nižší hmotností. Po zpracování všech dat je průkazná závislost rychlosti přímého úderu na pohlaví, ale už ne na fyzických proporcích [31].

Měření rychlosti přímého úderu bylo provedeno u 111 osob. Pro účely měření byly osoby rozděleny do čtyř skupin podle stupně trénovanosti (toto dělení bylo zachováno i v rámci dalších experimentů). Z naměřených dat lze pozorovat u jednotlivých skupin osob výrazné rozdíly v maximální rychlosti, naopak výrazně menší rozdíly jsou u dalších statistických veličin (průměr, medián apod.). Na základě provedené analýzy lze konstatovat, že existuje rozdíl mezi rychlostí úderů u jednotlivých pohlaví, naopak nebyla vysledována žádná závislost rychlosti na tělesné výšce a hmotnosti osob.

10. MĚŘENÍ KINEMATIKY POHYBU 3D

Pro analýzu pohybu 3D pro úderové techniky v profesní obraně byl použit systém VICON, který se nachází ve Fakultní nemocnici v Brně (Obr. 53). Laboratoř je vybavena osmi kamerami ve výšce 1,4 – 2,5 m a je osvětlena prstenci infračerveného světla o vlnové délce 780 nm. Toto dopadající infračervené světlo je detekováno kamerami a pomocí retro-reflexních bodů (35 bodů o velikosti 19 mm) je snímána celá dráha pohybu s přesností setin milimetrů. Použité kamery byly typu MX20+ s rozlišením 1600 x 1280 pixelů a frekvencí 120 snímků/s.

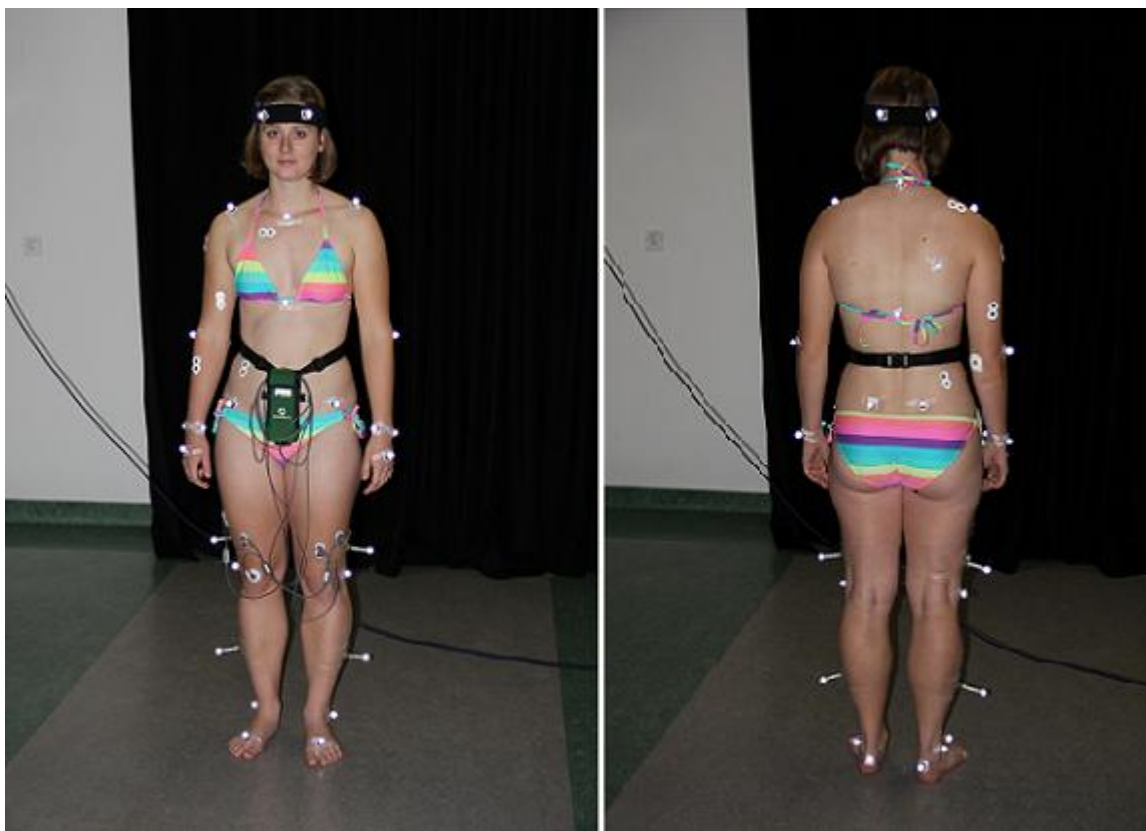
Dále bylo využito osmi-kanálové EMG (3000 Hz), které bylo pomocí senzorů připojeno na velké svaly na lidském těle. Cílem bylo zjistit, jaké svaly se při jednotlivých technikách zapojují. Dá se očekávat, že čím trénovanější osoby jsou, tím více svalů zapojují.



Obr. 53. Laboratoř chůze ve Fakultní nemocnici v Brně [46],[52]

10.1 Popis měření

Měření se zúčastnilo 21 osob. 15 mužů a 6 žen ve věku 19 – 30 let. Na tělo jim byly nalepeny markery a bylo připojeno i EMG (Obr. 54).



Obr. 54. Umístění markerů [36],[46],[53]

Pro měření byly vybrány tyto úderové techniky: přímý úder, facka, přímý kop a obloukový kop (Obr. 55). Každá technika byla provedena 10x.



Obr. 55. Ukázka přímého úderu a facky [36],[53]

EMG

Na vybrané velké svaly byly umístěny senzory EMG. Cílem bylo zjistit, jaké svaly jsou v rámci úderové techniky zapojovány. Další zkoumanou oblastí bylo, kdy se svaly v rámci úderu nebo kopu stahují. Svaly byly vyhodnocovány v momentě dopadu ruky na terč. Jelikož EMG bylo pouze osmi-kanálové, byly senzory přepojovány podle prováděné techniky. U přímého úderu a facky byly snímány svaly na ramenech (Obr. 56, Obr. 62), pažích (Obr. 57, Obr. 58, Obr. 59), zádech (Obr. 63), břichu (Obr. 61) a také prsní svaly (Obr. 60). U kopů byly senzory přepojeny na svaly nohou (Obr. 64, Obr. 65), ponecháno bylo břicho a záda.



Obr. 56. *M. deltoideus*, spinální část



Obr. 57. *M. biceps brachii*



© Primal Pictures 2011

PRIMAL

Obr. 58. M. palmaris brevis



© Primal Pictures 2011

PRIMAL

Obr. 59. M. triceps brachii



© Primal Pictures 2011

PRIMAL

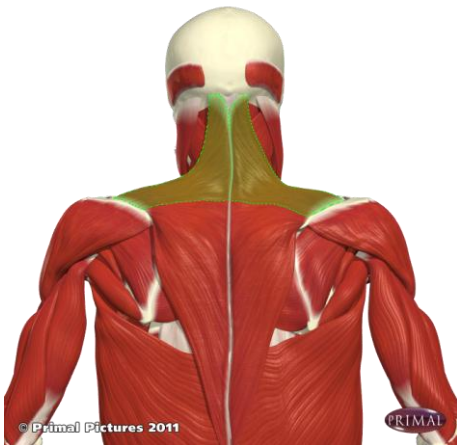
Obr. 60. M. pectoralis major



© Primal Pictures 2011

PRIMAL

Obr. 61. M. obliquus externus abdominis



© Primal Pictures 2011

PRIMAL

Obr. 62. M. trapezius



© Primal Pictures 2011

PRIMAL

Obr. 63. M. latissimus dorsi



Obr. 64. M. vastus lateralis



Obr. 65. M. vastus medialis

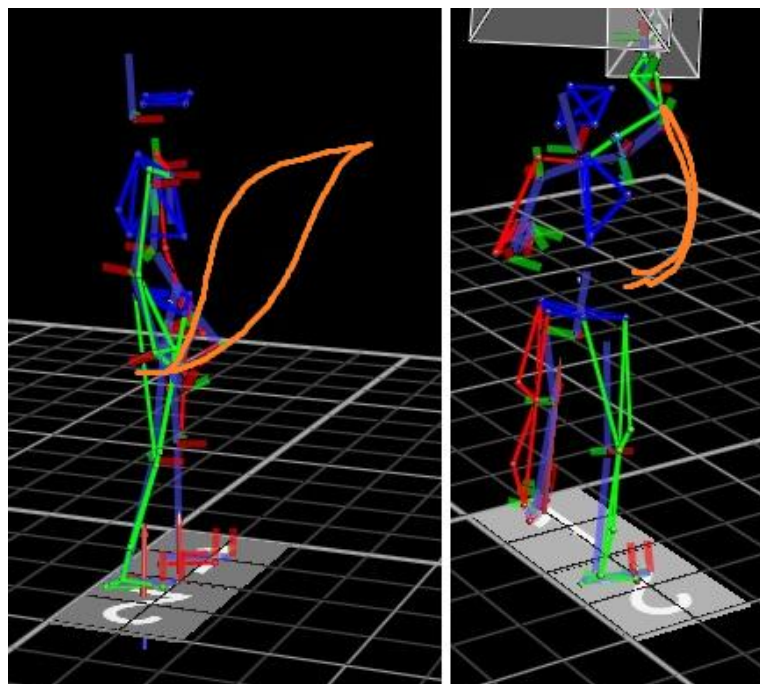
10.2 Výsledky

Zpracování dat bylo zaměřeno na tři hlavní oblasti:

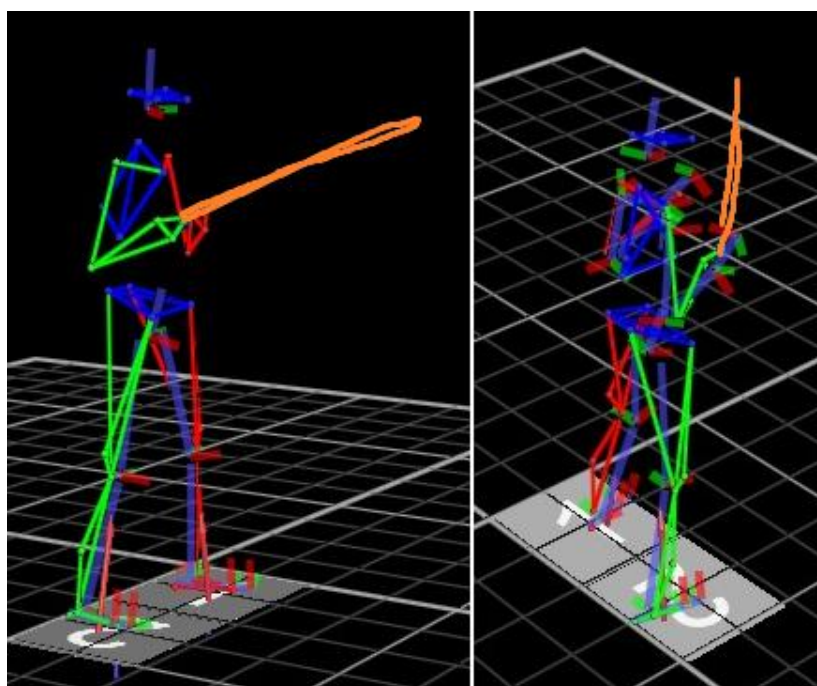
- Vizualizace pohybu
- Vizualizace drah významných markerů
- Analýza dat z EMG

Ostatní oblasti, jako výpočet rychlosti apod., budou řešeny v rámci budoucího výzkumu. Cílem bylo zjistit, zda je tento systém vhodný i na snímání úderových technických prvků obrany, jelikož jeho primární zaměření je jiné. Proto i zpracování dat je problematictější, protože není možné využít nabízený software, který se zaměřuje pouze na lidskou chůzi.

10.2.1 Přímý úder



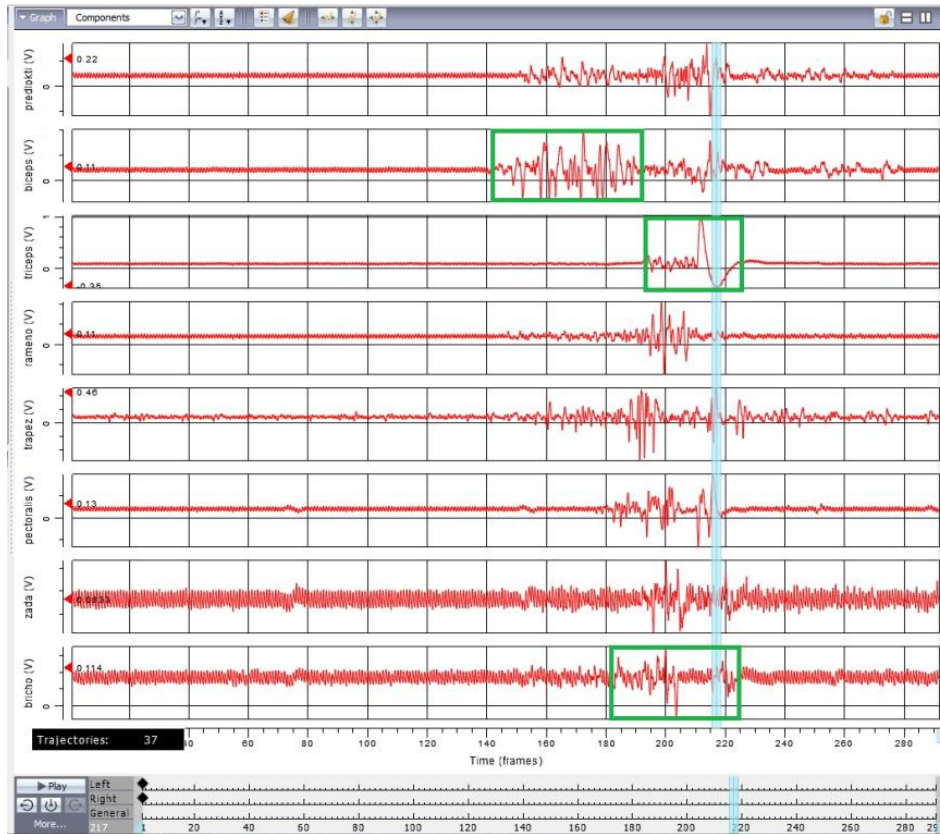
Obr. 66. Přímý úder – netrénovaná žena



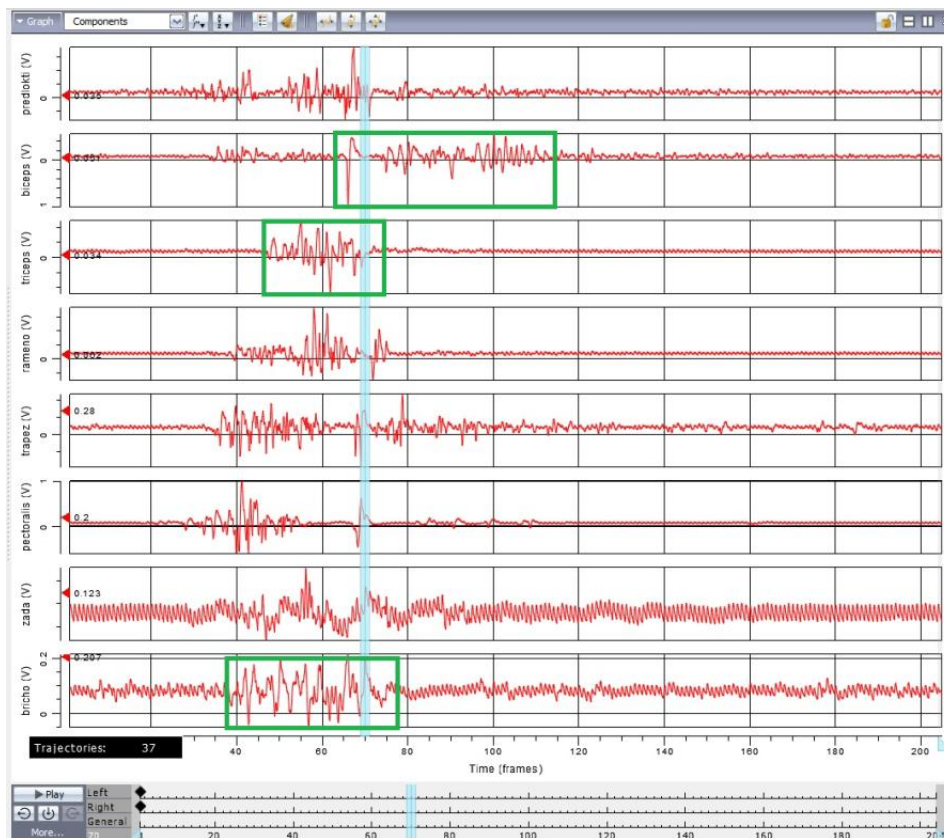
Obr. 67. Přímý úder – trénovaná žena

Při porovnávání obrázků přímého úderu (vždy pohled z boku a zezadu) u netrénované ženy (Obr. 66) a trénované ženy (Obr. 67) je patrný rozdíl v dráze

paže. Snímán byl marker na hřbetu dlaně, pouze u pohledu zezadu u netréované ženy byl použit marker na lokti pro lepší zobrazení. U tréované ženy je úder přímý, téměř dokonale jde ruka přímo dopředu k cíli a zase se po stejné dráze vrací zpět. U netréované jde vidět, že dráha k cíli a od cíle je rozdílná a na markeru na lokti je patrný obloukový pohyb lokte.



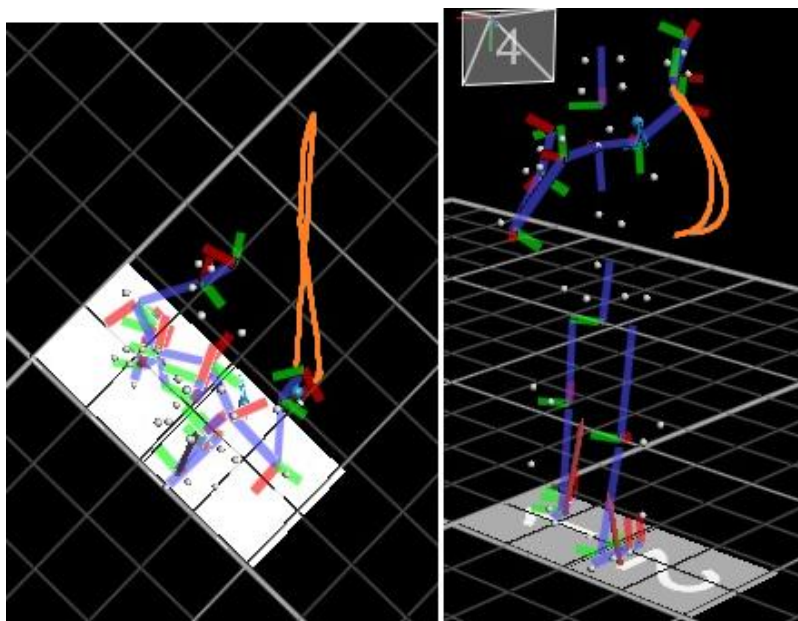
Obr. 68. Záznam EMG při přímém úderu u netréované ženy [46],[52]



Obr. 69. Záznam EMG při přímém úderu u trénované ženy [46],[52]

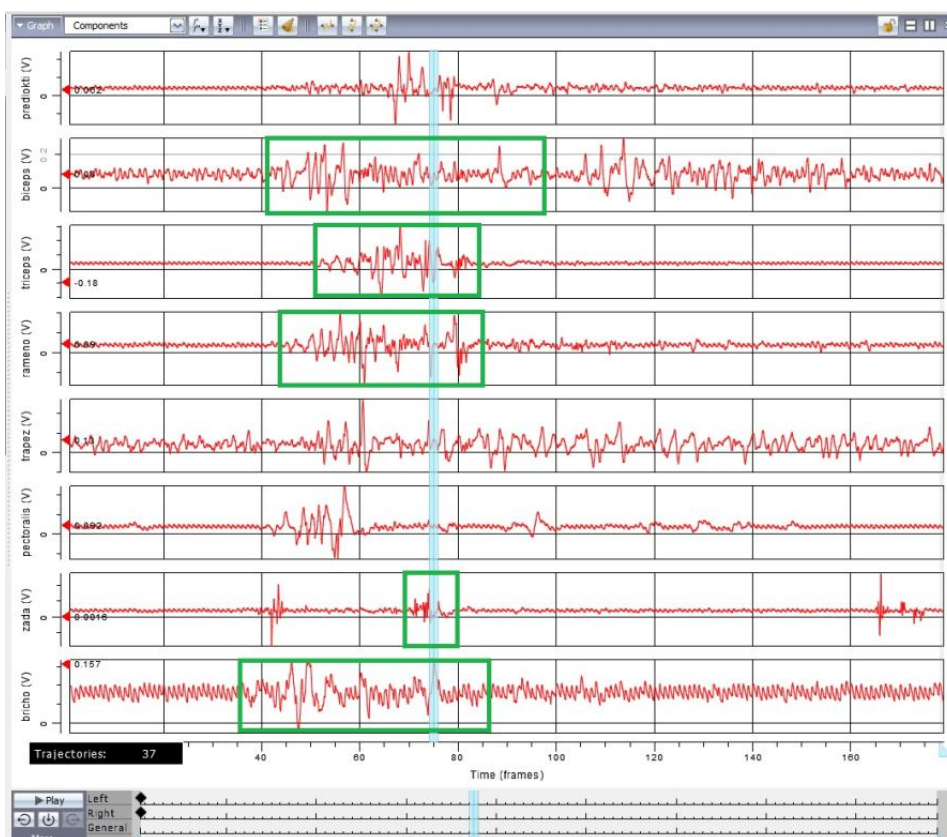
Na první pohled jsou záznamy z EMG velmi podobné, ale je možné objevit rozdíly. U M. biceps brachii lze vidět, že netréovaná žena stáhla sval dlouho před dopadem ruky na terč (Obr. 68). Naopak u trénované ženy je sval stažen převážně až těsně před dopadem ruky na terč (Obr. 69). U M. triceps brachii netréované ženy je patrný velký nárůst aktivity před dopadem, ale značný pokles při samotném kontaktu s terčem. U břišních svalů je vidět silnější stažení u trénované ženy.

Jako zajímavé srovnání byla změřena atletka (Obr. 70), která se dlouhodobě zabývá hodem kladivem. Měření se zúčastnila proto, že je zvyklá zapojovat svaly při pohybu, ale nemá žádné zkušenosti se sebeobranou ani profesní obranou.



Obr. 70. Přímý úder – atletka (pohled shora a zezadu)

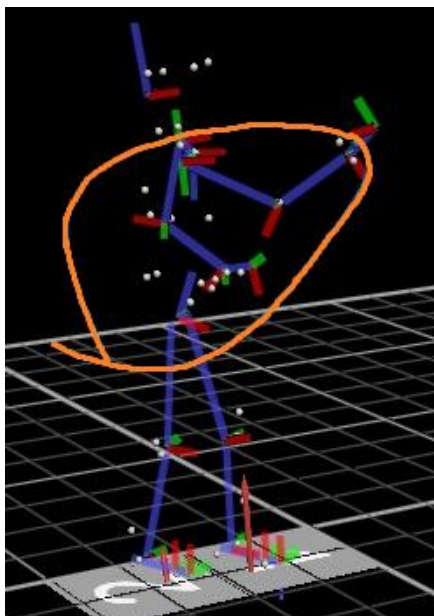
Z obrázku je zřejmé, že se jedná o netrénovaný úder, protože při pohledu zezadu je patrný obloukový pohyb lokte.



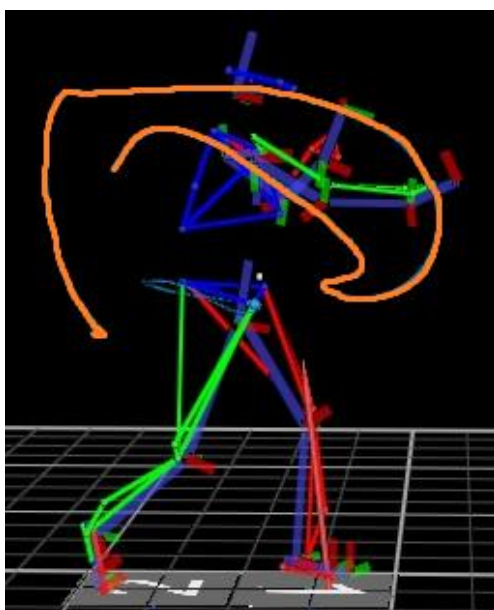
Obr. 71. Záznam EMG při přímém úderu u atletky

Záznam EMG je ale zajímavý v tom, že jsou při úderu zapojeny skoro všechny snímané svaly (Obr. 71). Atletka je pro zvýšení svého výkonu zvyklá využívat svaly, ale např. u bicepsu je v době kontaktu s terčem sval povolen. U M. latissimus dorsi je nejvýraznější rozdíl oproti netréované i trénované ženě, kdy dochází k velmi krátkému zpevnění svalů přesně v okamžiku dopadu ruky.

10.2.2 Facka

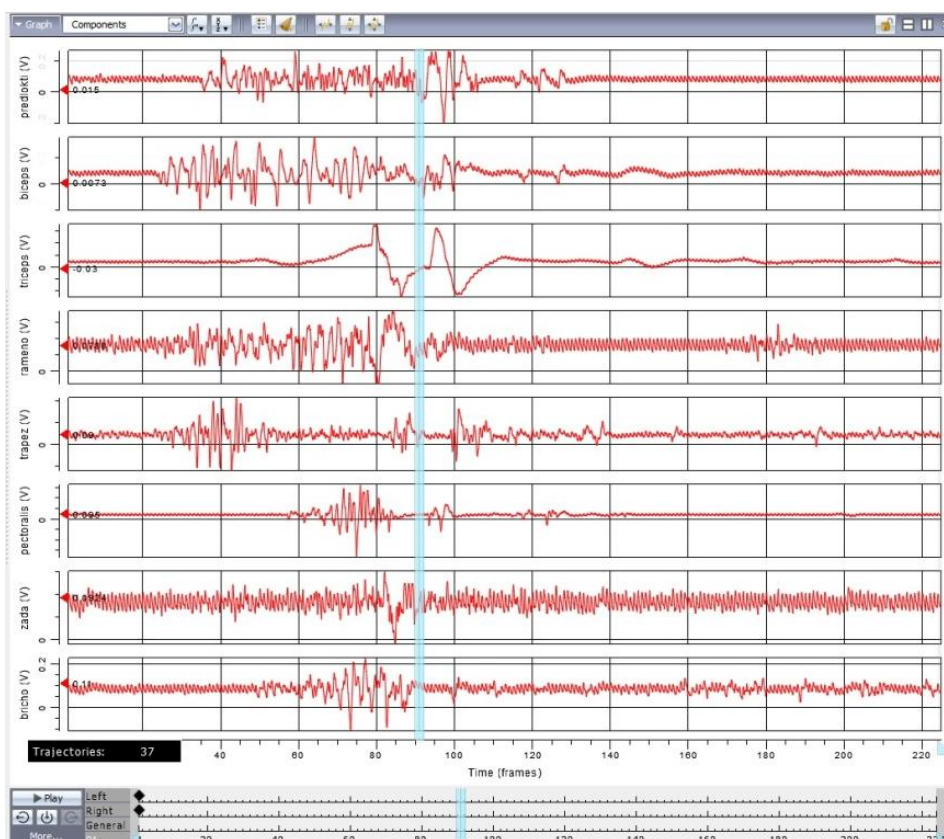


Obr. 72. Facka – netréovaná žena

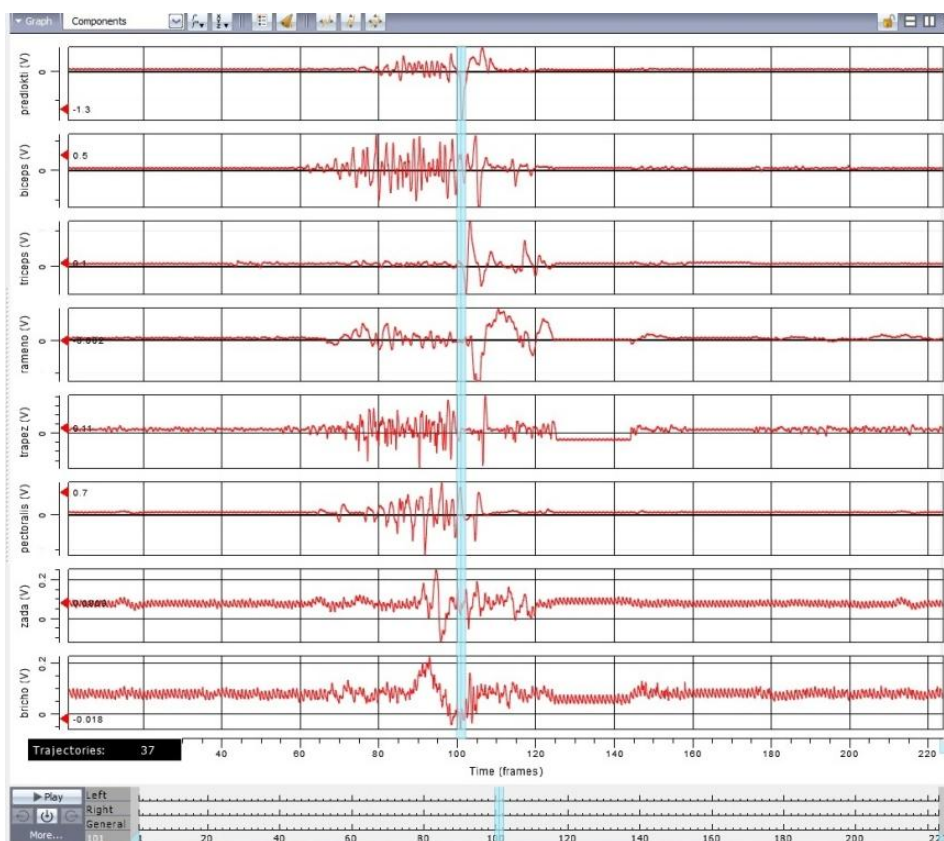


Obr. 73. Facka – trénovaný muž

U facky je viditelný rozdíl ve tvaru křivky. U obou byl zobrazen marker na hřbetu ruky a při srovnání je vidět, že u trénovaného muže je křivka vyšší (Obr. 73). Netrénovaná žena (Obr. 72) napřáhla ruku nízko a při pohybu směrem k cíli musela ruku trochu zvednout, aby se správně trefila. Tím rozkládá sílu do dvou os a výsledná síla je pak menší. Trénovaný muž naproti tomu zvedne ruku na začátku a pak má pohyb k terči po rovné dráze a na konci je pokles. Výhoda je, že tím přispěje k rychlejšímu pohybu i hmotnost ruky ve spojení s gravitací.



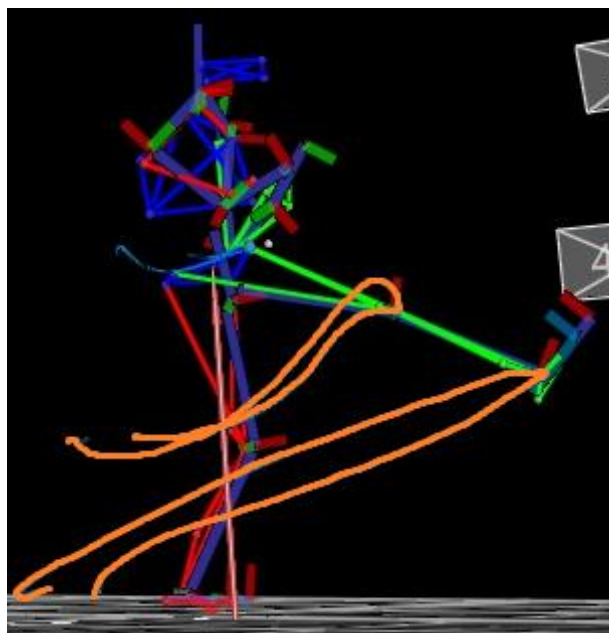
Obr. 74. Záznam EMG při facce u netrénované ženy [52]



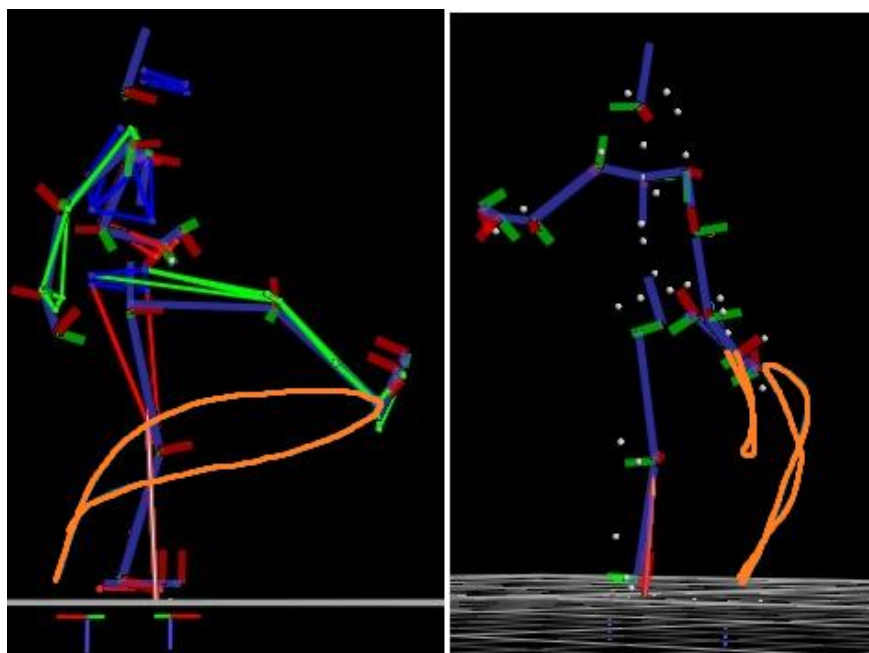
Obr. 75. Záznam EMG při facce u trénovaného muže [52]

Technicky správná facca je provedena švihem s uvolněnou rukou a se zpevněním až na konci. Z průběhu EMG lze toto přesně poznat. Netrénovaná žena (Obr. 74) využívala svaly skoro po celou dráhu úderu a při samotném kontaktu s terčem je většina svalů uvolněná. Oproti tomu trénovaný muž (Obr. 75) se zpevnil až na konci a u některých svalů lze vidět, že až těsně před dopadem.

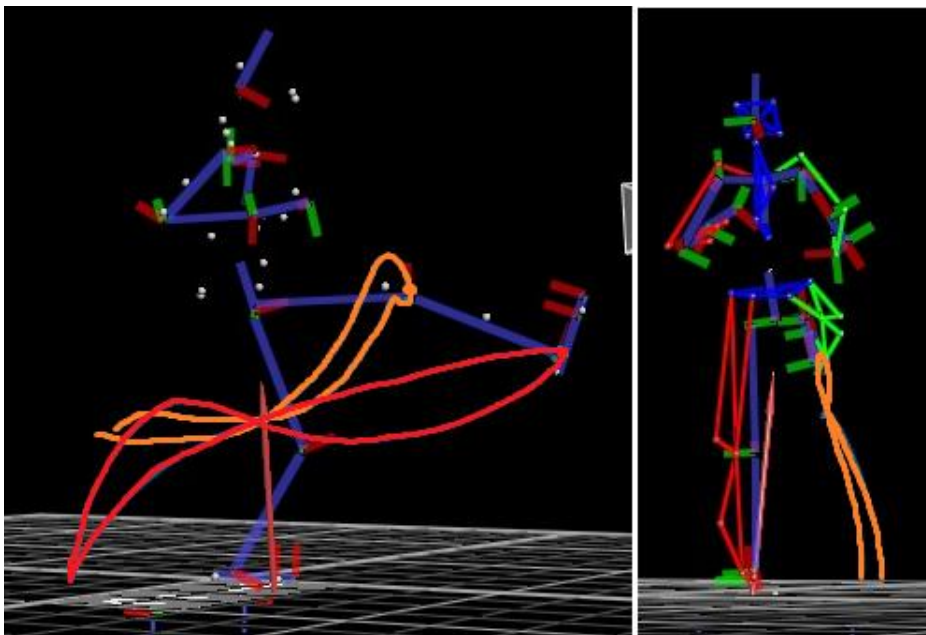
10.2.3 Přímý kop



Obr. 76. Přímý kop – netrénovaný muž



Obr. 77. Přímý kop – netrénovaná žena

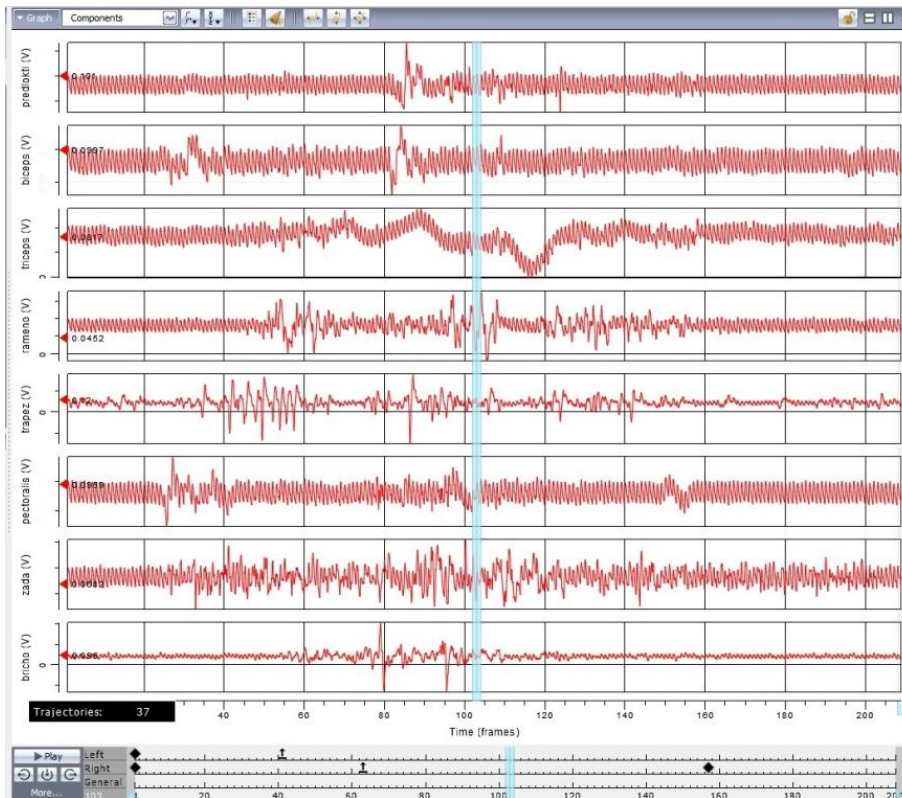


Obr. 78. Přímý kop – trénovaná žena

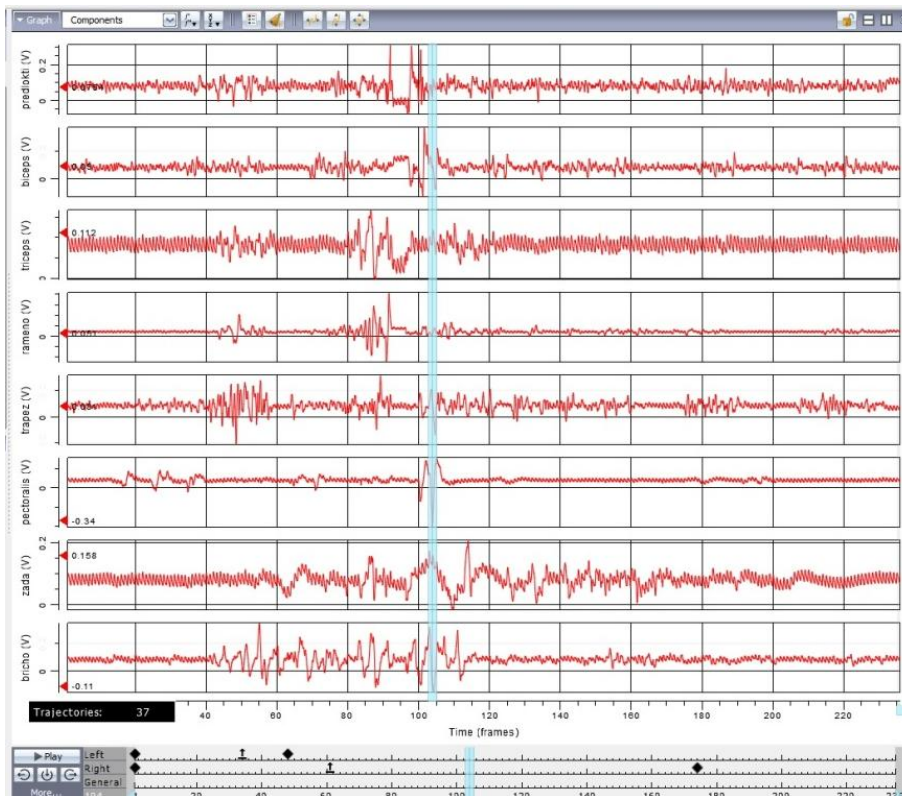
Podobně jako u přímého úderu je vidět, že u netréované ženy (Obr. 77) nebo muže (Obr. 76) je kop po oblouku a je hodně veden zespodu, takže opět dochází k rozkladu sil do více os. Žena má nohu sice zvednutou, ale z pohledu zezadu je vidět, že noha se pohybuje hodně po oblouku.

Trénovaná žena (Obr. 78) zvedne koleno vysoko již na začátku kopu, a pak pokračuje po co nejpřímější dráze k terči. Ze zadního pohledu je vidět, že zde není žádný oblouk.

U EMG došlo k přepojení senzorů na další dva snímané svaly a to M. vastus lateralis a M. vastus medialis. Bohužel nedošlo k jejich přeznačení, proto jsou na snímcích z EMG stále popisky předchozích snímaných svalů.



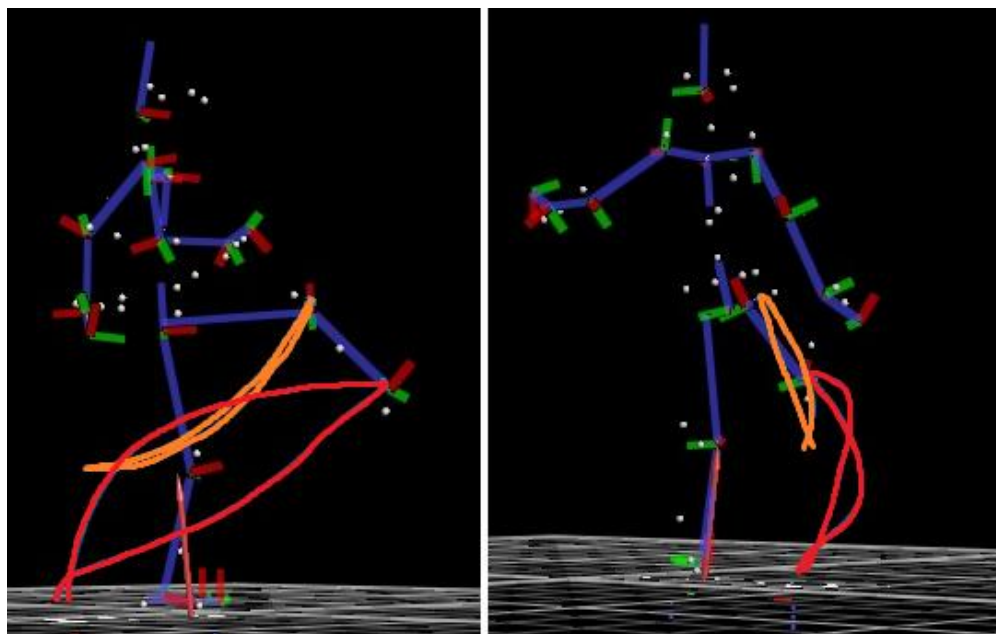
Obr. 79. Záznam EMG při přímém kopu u netréované ženy



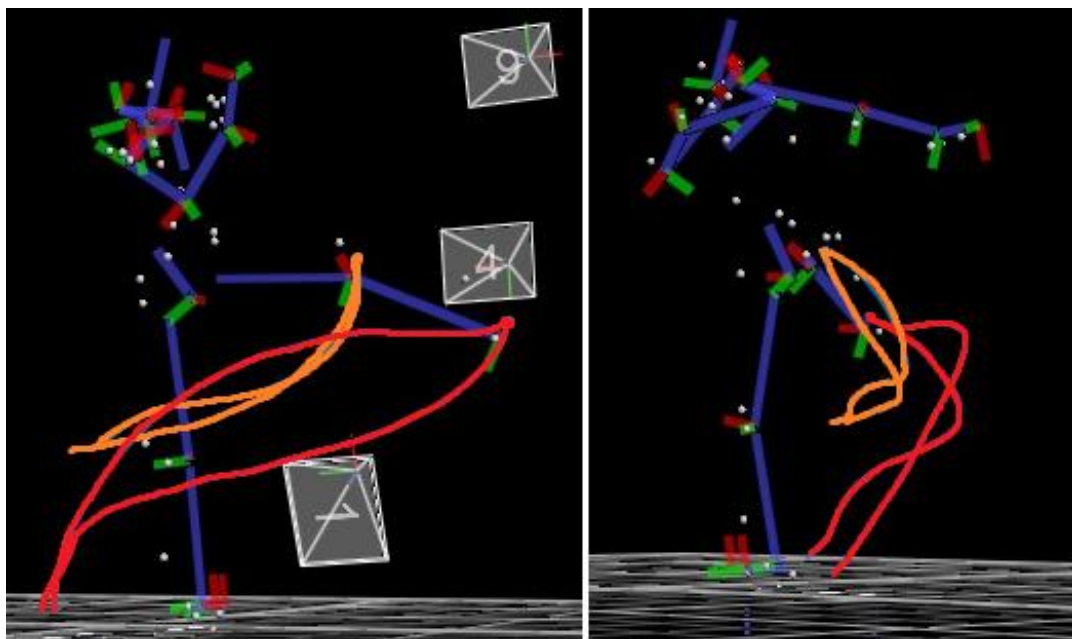
Obr. 80. Záznam EMG při přímém kopu u trénované ženy

EMG je velmi zajímavé v tom, že netrénovaná žena (Obr. 79) měla stažené snad všechny snímané svaly po celou dobu kopu. U trénované ženy (Obr. 80) docházelo ke zpevnění před dopadem nohy na terč.

10.2.4 Obloukový kop

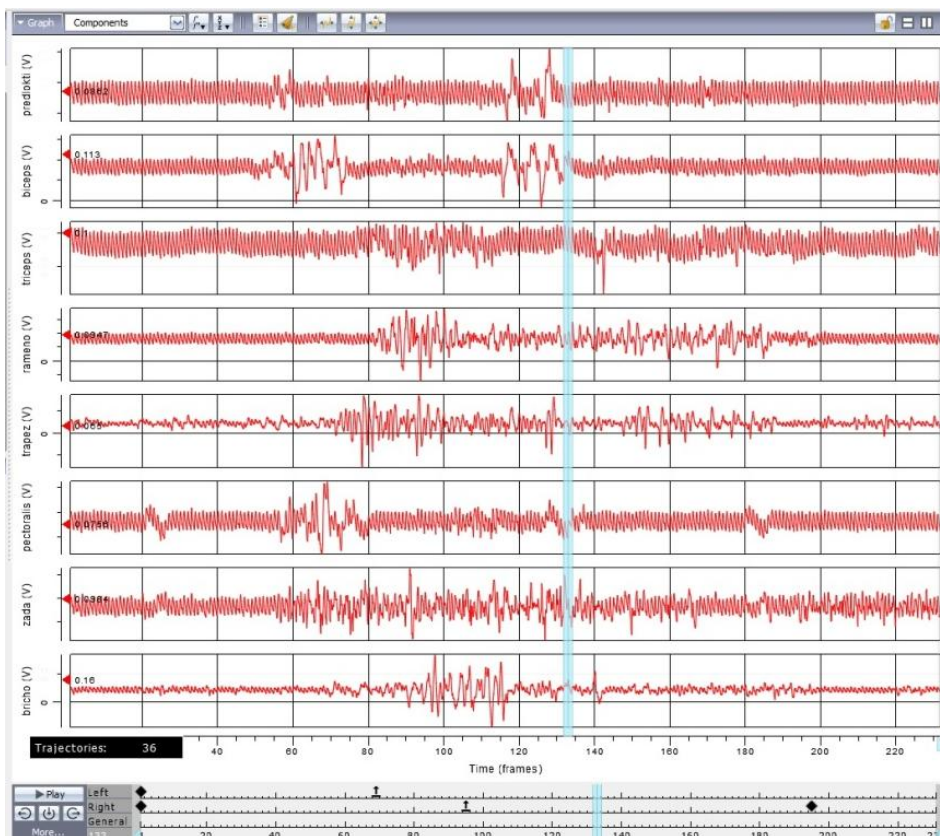


Obr. 81. Obloukový kop – netrénovaná žena

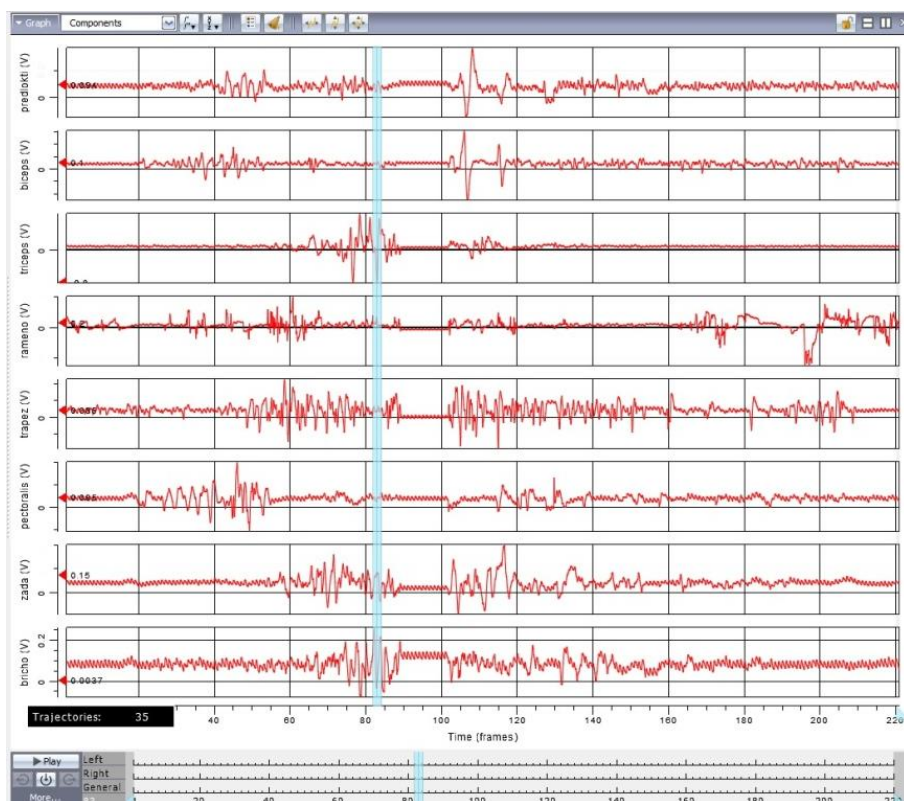


Obr. 82. Obloukový kop – trénovaný muž

Z bočního pohledu není na první pohled patrný žádný velký rozdíl mezi netrénovanou ženou (Obr. 81) a trénovaným mužem (Obr. 82). Rozdíl je ale v postavení stojné nohy a v poloze rukou. U netrénované ženy je stojná noha špičkou k terči, ale při obloukovém kopu tak dochází k nepřírozené rotaci v levém kyčelním kloubu. Poloha rukou ukazuje, že muž si stále levou rukou kryje obličej, ale ženě ruce padají dolů, takže je úplně nechráněná. Lepší je pohled zezadu, kdy jde vidět, že obloukový kop u trénovaného muže probíhá po výrazném oblouku. Sledovány byly zároveň dva markery a to na nártu a na koleni. U netrénované ženy je vidět, že po oblouku pohybovala nárt, ale koleno zůstávalo téměř v rovině. Trénovaný muž rotoval oba klouby.



Obr. 83. Záznam EMG při obloukovém kopu u netrénované ženy



Obr. 84. Záznam EMG při obloukovém kopu u trénovaného muže

EMG opět ukazuje, že netrénovaná žena (Obr. 83) byla zpevněná celou dobu kopu, ale trénovaný muž (Obr. 84) vedl kop volněji a zpevnil se až na konci. Díky tomu je noha po téměř celou dobu pohybu uvolněná a je možné tak dosáhnout většího švihů, tedy i větší rychlosti. Díky zpevnění až na konci je kop silnější.

System VICON má v této oblasti potenciál zejména pro zachycení pohybu. To by mohlo sloužit k výcviku, kdy by bylo ukázáno, jak má technika správně vypadat, pak by byl natočen student a byly by mu názorně ukázány chyby a odchylky od správného provedení. Následně se touto metodou dá vysvětlit, jak lze na první pohled poznat, jestli je osoba trénovaná či nikoli.

Rozdíly v technice podle trénovanosti jsou velmi výrazné. Jediná zajímavost je u osob, které dělají profesionálně, nebo alespoň na vysoké úrovni některý ze sportů. Umí využívat svou hmotnost, dokážou využívat svaly, a proto jediný rozdíl je v provedení techniky.

Rozdíly mezi pohlavím se v této části nezkoumaly, protože hlavní bylo zachytit samotný pohyb a objasnit výrazné rozdíly v provedené technice.

Výpočet rychlosti a podrobnější analýza pohybu je v rámci budoucího výzkumu. Jelikož je tento systém navržen na snímání pohybu chůze, tak se dostupný software zaměřuje na tuto oblast. Zpracování dat z úderových technických prvků je proto složitější.

11. MĚŘENÍ DYNAMIKY POHYBU

Při měření síly bylo použito opět měřicí stanoviště dynamických vlastností úderu. Do zadní části lapy byl vložen tenzometrický snímač, aby při úderu nedocházelo k přímému kontaktu se snímačem. Jak již bylo zmíněno v teoretické části, byly použity dva snímače - tenzometrický snímač SRK-3/V a L6E-C3-300kg.

11.1 Tenzometrický snímač SRK-3/V

Jako první byl firmou VTS Zlín vyroben tenzometrický snímač typu SRK-3/V.

11.1.1 Popis experimentu

Měření se zúčastnilo 210 osob, 188 mužů a 22 žen. Osoby byly ve věkovém rozmezí 19 - 25 let. Byly rozděleny do několika kategorií - podle pohlaví a podle stupně trénovanosti. Stupeň trénovanosti byl rozdělen do následujících kategorií (stejně jako u měření rychlosti):

- Netrénovaní - Tyto osoby nikdy nedělaly žádný bojový sport, umění nebo systém. Neznají teorii ani praxi úderových technik. Před měřením jim byla technika jednou ukázána z důvodů bezpečnosti (správné sevření pěsti). V disertační práci jsou označovány NM (pro muže) a NZ (pro ženy).
- Středně trénovaní - Tyto osoby znají teorii úderových technik a minimálně půl roku navštěvují předmět Speciální tělesná příprava na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně, který je zaměřen na výuku sebeobrany a profesní obrany (výcvik probíhá 1x týdně). Dále jsou označovány STM (pro muže) a STZ (pro ženy).
- Trénovaní - Déle jak dva roky navštěvují předmět Speciální tělesná příprava nebo déle jak 2 roky provozují některý bojový sport, umění nebo systém, který vyučuje úderovou techniku. Dále jsou označováni TM (pro muže).
- Samostatní - Tyto osoby provozovaly nebo stále ještě provozují (kratší dobu než dva roky) některý bojový sport, umění nebo systém. Vzhledem k tomu, že nejsou dostupné podrobné informace o jejich tréninku (délka tréninku, jeho přesná náplň, kvalita instruktora apod.), byly tyto osoby vyčleněny do samostatné kategorie. Dále jsou označovány SM (pro muže) a SZ (pro ženy).

Tohoto měření se nezúčastnily žádné trénované ženy, proto kategorie TZ není přítomna. Osoby prováděly jeden až tři údery. V Tab. 6 je uveden počet vzorků.

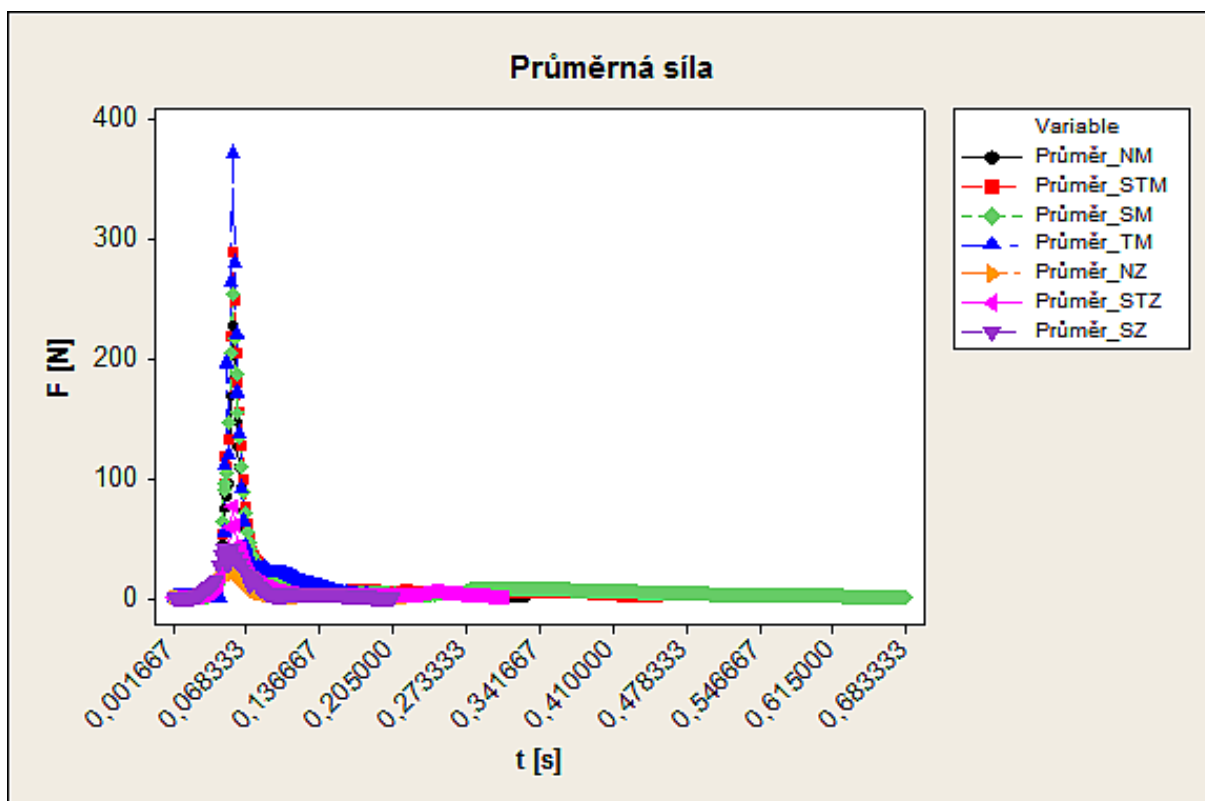
Tab. 6. Počet vzorků v jednotlivých kategoriích

Kategorie osob	Počet vzorků
Netrénovaní muži	162
Středně trénovaní muži	163
Samostatní muži	43
Trénovaní muži	4
Netrénované ženy	6
Středně trénované ženy	37
Samostatné ženy	4

Při měření byla lapa umístěna v takové výšce, aby střed tenzometrického snímače byl na stejné úrovni jako rameno měřené osoby. Tím bylo dosaženo přímého úderu s maximální rychlostí a maximální silou (při správně provedeném úderu nedocházelo k rozložení síly a rychlosti do více os). Podmínkou měření bylo, že osoby musely stát na stále stejném místě. Pokud by někteří prováděli krok dopředu při úderu (tzv. výpad), docházelo by ke zkreslení údajů.

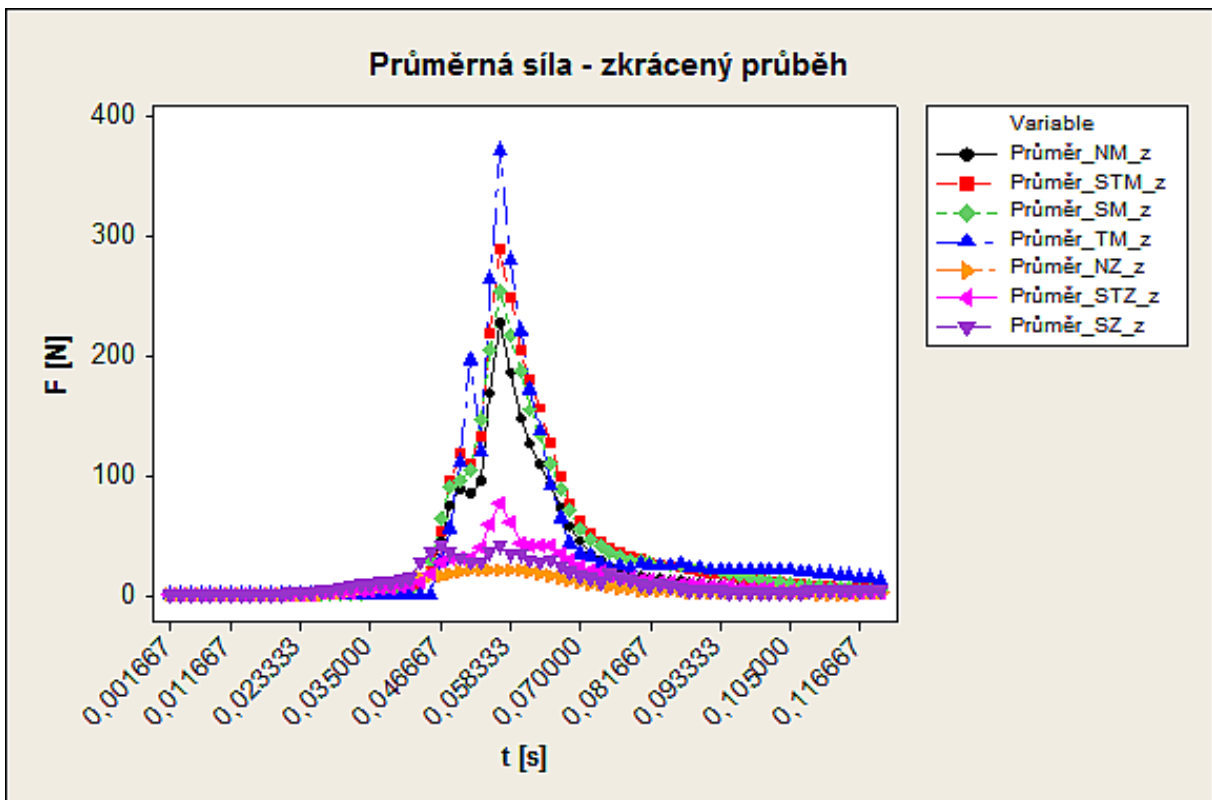
11.1.2 Síla úderových technických prvků obrany osob

Při zpracování dat se jednotlivé průběhy poskládaly tak, aby jejich maxima byla v jednom okamžiku. Každý úder měl jiný průběh začátku úderu (časový interval mezi začátkem a maximem) a mohlo by tak dojít ke zkreslení výsledků. Potom byly spočítány průměry v jednotlivých kategoriích a vykresleny (Obr. 85).

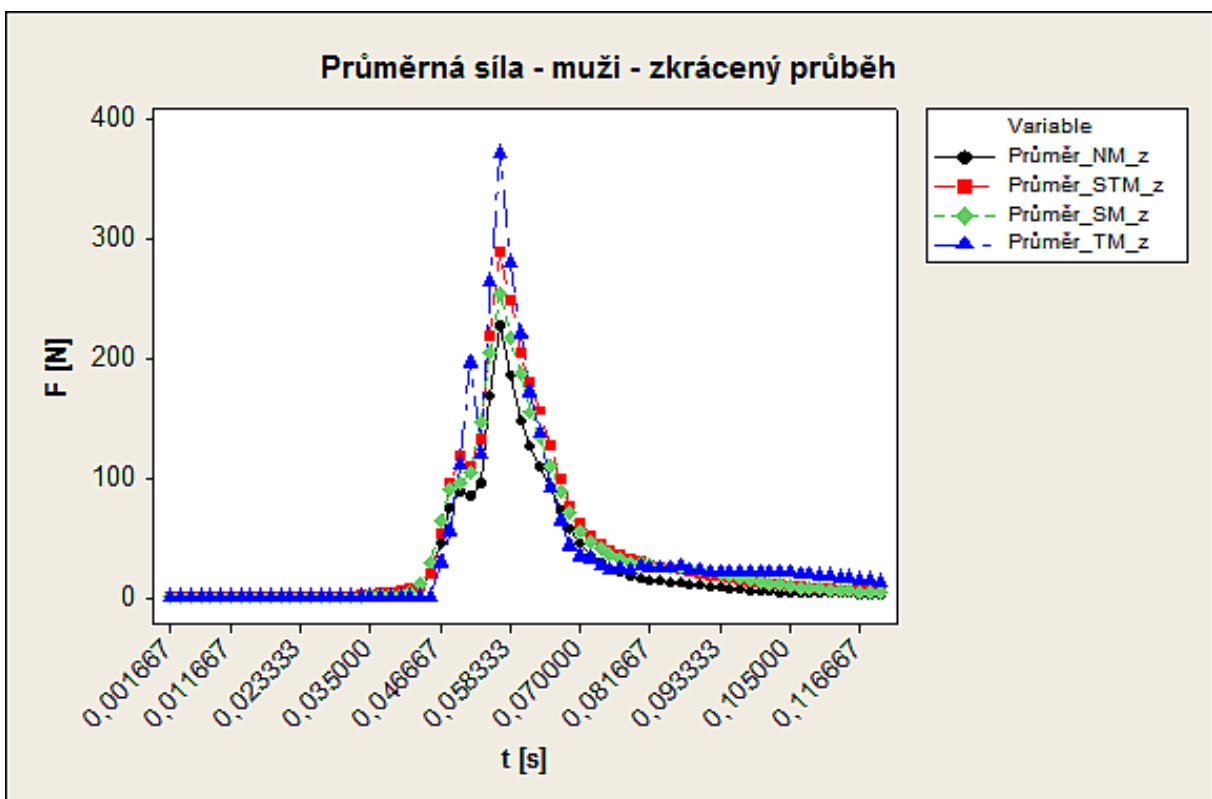


Obr. 85. Závislost průměrné síly na čase

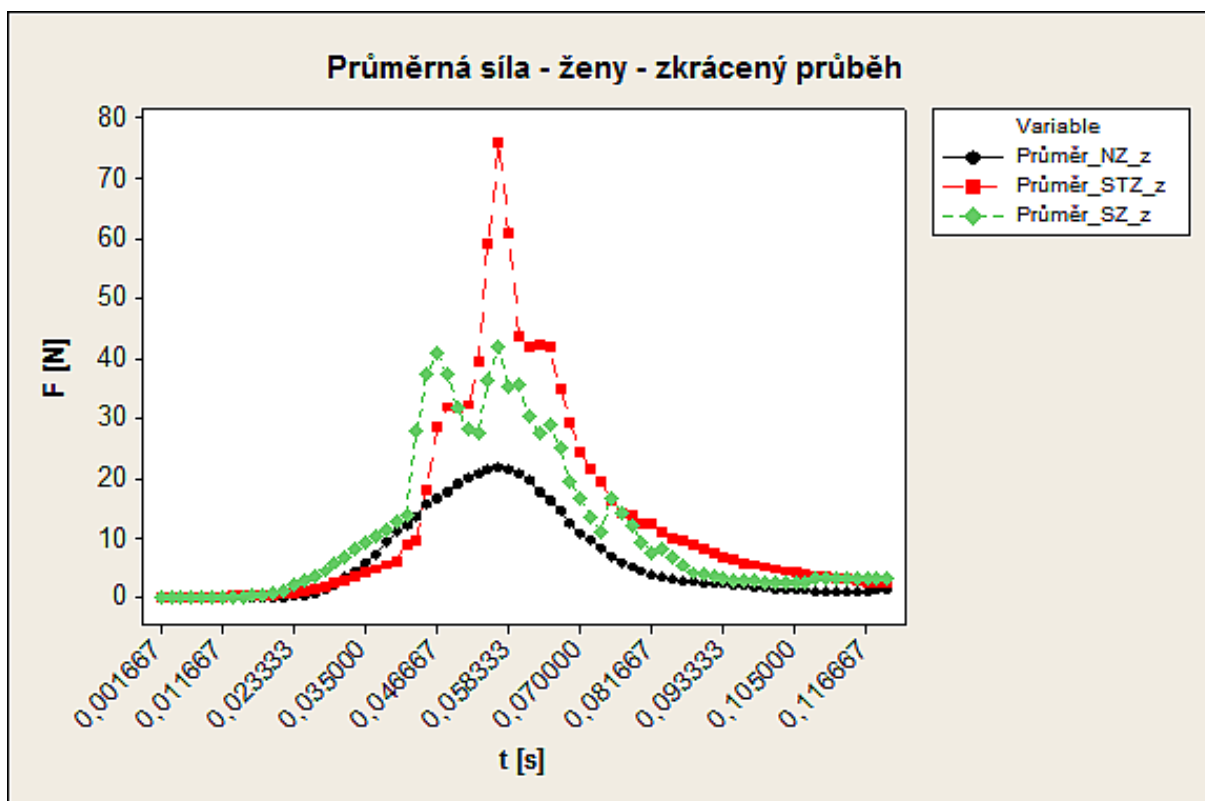
Na grafu výše jsou znázorněny průměrné síly pro jednotlivé kategorie, ale pro lepší názornost byl proveden výřez (Obr. 86), kdy jsou smazány pro nás nedůležité údaje zejména na konci úderu.



Obr. 86. Závislost průměrné síly na čase – zkrácený průběh [42]



Obr. 87. Závislost průměrné síly na čase pro muže – zkrácený průběh [42]



Obr. 88. Závislost průměrné síly na čase pro ženy – zkrácený průběh [42]

Jak je vidět na Obr. 87 a Obr. 88, průběhy byly rozděleny podle pohlaví, aby mohlo dojít k porovnání v odpovídajících skupinách. U mužů jsou patrné rozdíly, kdy nejvyšších hodnot dosahují trénovaní a nejnižších netrénovaní. Zajímavá je vzestupná hrana grafu, kdy je vidět nárůst síly, potom dojde k zastavení a zpomalení (u SM) nebo dokonce k poklesu síly a pak až k opětovnému nárůstu. To je způsobeno dotlačení ruky. Je zajímavé, že se vyskytuje i u trénovaných mužů, protože se jedná o chybu v provedené technice, kdy není energie úderu předána plynule v co nejkratším okamžiku.

Následně byly vypočítány průměrné hodnoty a maxima pro všechny průběhy (Tab. 7, Tab. 8). Cílem bylo zjistit, zda je pro jednotlivé kategorie rozdíl v maximech nebo průměrech, a hlavně, jestli je tento rozdíl výrazný. Pokud by byly rozdíly výrazné, bylo by možné vytvořit intervaly pro klasifikaci jednotlivých kategorií.

Tab. 7. Průměrné síly pro jednotlivé kategorie

Kategorie osob	Průměr [N]	Směrodatná odchylka průměru [N]
Netrénovaní muži	36,08	37,54
Středně trénovaní muži	47,27	60,75
Samostatní muži	39,65	33
Trénovaní muži	37,9	30,5
Kategorie osob	Průměr [N]	Směrodatná odchylka průměru [N]
Netrénované ženy	5,271	1,484
Středně trénované ženy	14	13,28
Samostatné ženy	12,22	11,18

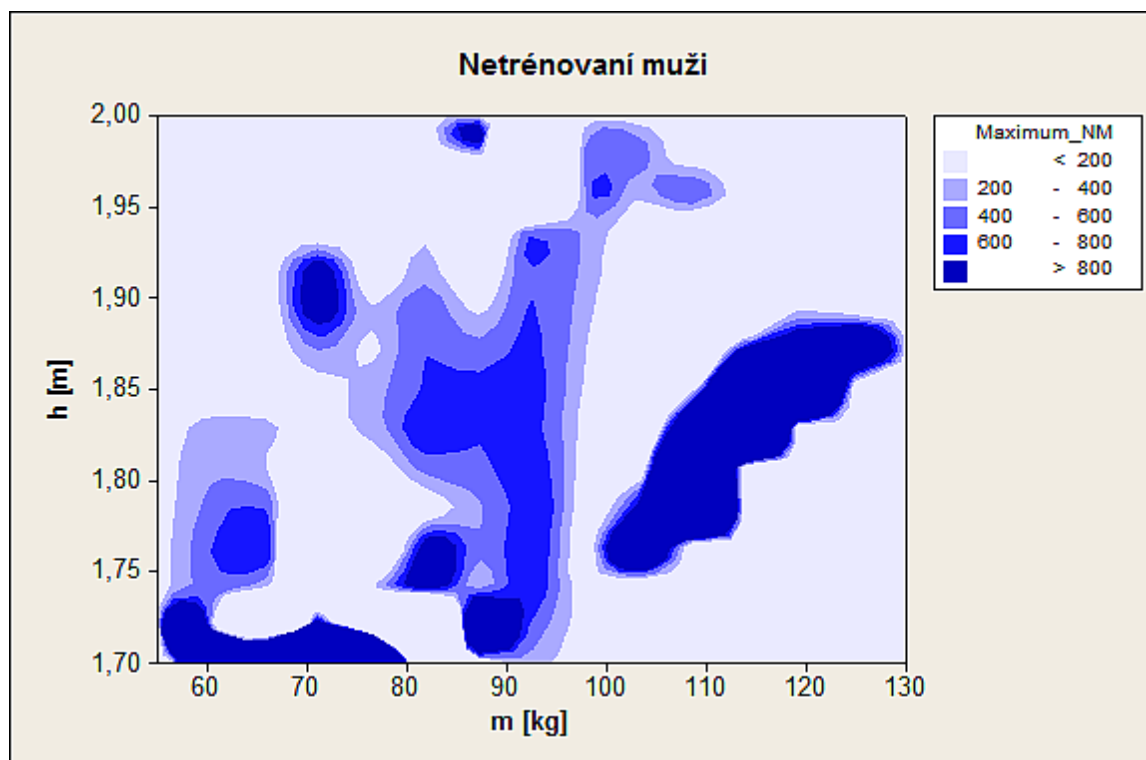
Tab. 8. Maximální síly pro jednotlivé kategorie [42]

Kategorie osob	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Netrénovaní muži	228,9	233,9
Středně trénovaní muži	289,5	287
Samostatní muži	254,1	264,3
Trénovaní muži	372	370
Kategorie osob	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Netrénované ženy	21,75	7,14
Středně trénované ženy	75,9	103,3
Samostatné ženy	44,6	48,3

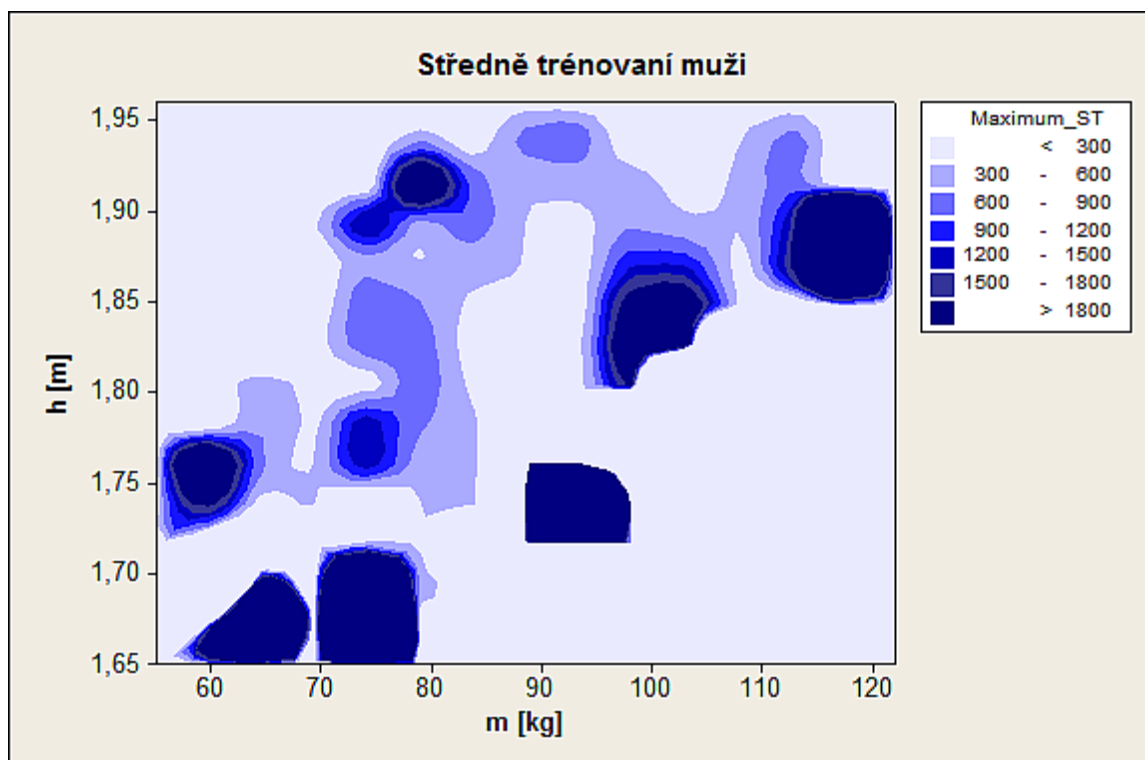
U průměrů (Tab. 7) se neprojeví relevantní rozdíly mezi jednotlivými kategoriemi. U maxim (Tab. 8) jsou vidět rozdíly u mužů, kdy souhlasí, že největších maxim dosahují trénovaní muži. Výrazné rozdíly jsou mezi pohlavími.

11.1.3 Závislost na vstupních parametrech

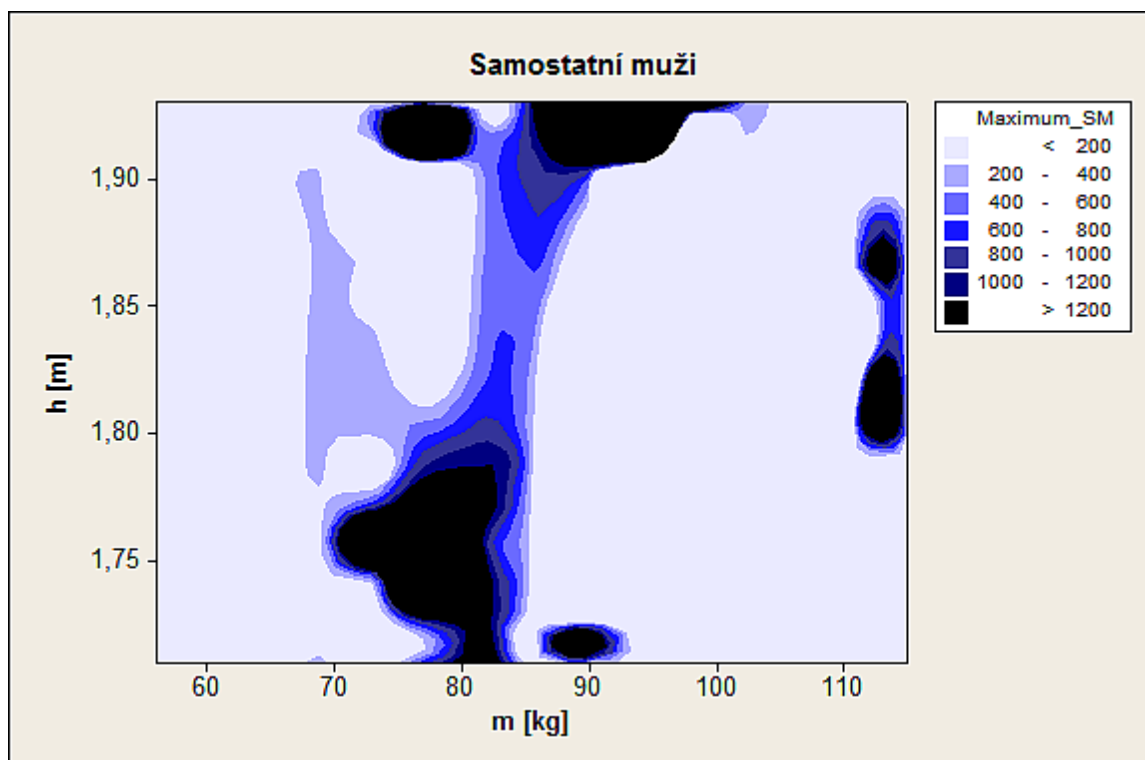
Stejně jako u rychlosti i zde byl záměr zjistit, zda je závislost maximální síly na vstupních parametrech – tělesná hmotnost a tělesná výška. Už od začátku se data rozdělila podle pohlaví, protože předchozí měření prokázala, že rozdíly v pohlaví jsou zřetelné (Obr. 89, Obr. 90, Obr. 91, Obr. 92, Obr. 93).



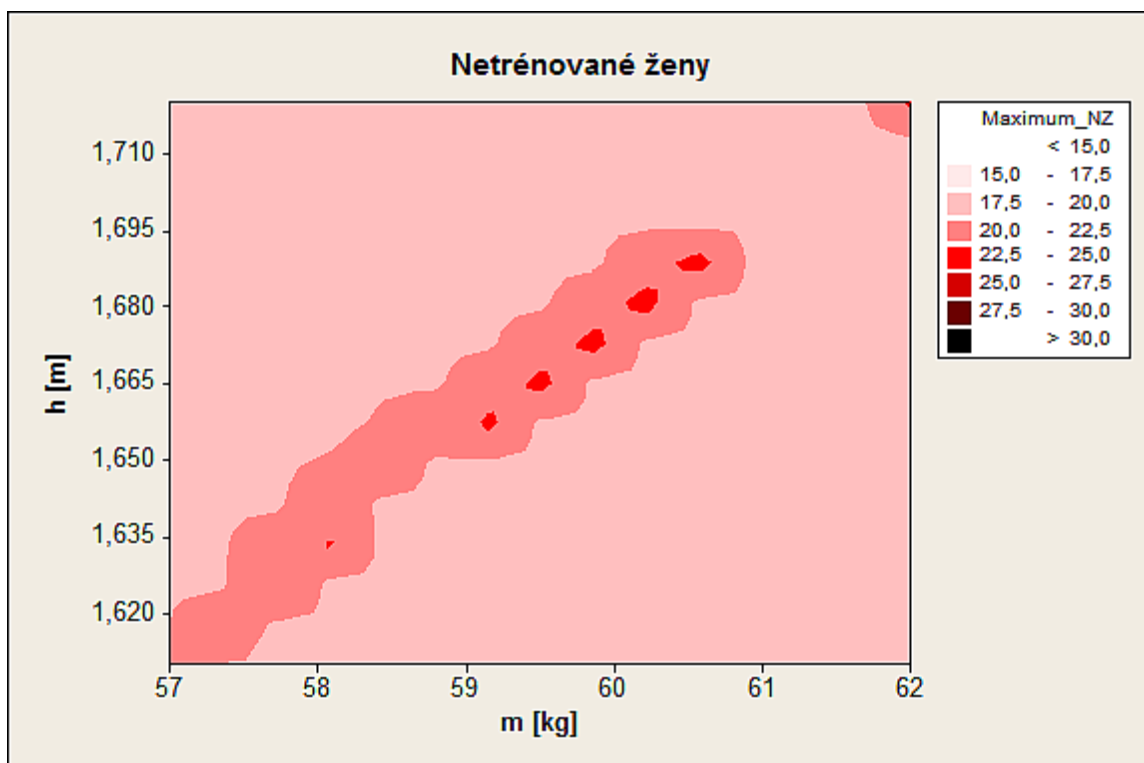
Obr. 89. Závislost maximální síly na tělesné výšce a hmotnosti pro netrénované muže [42]



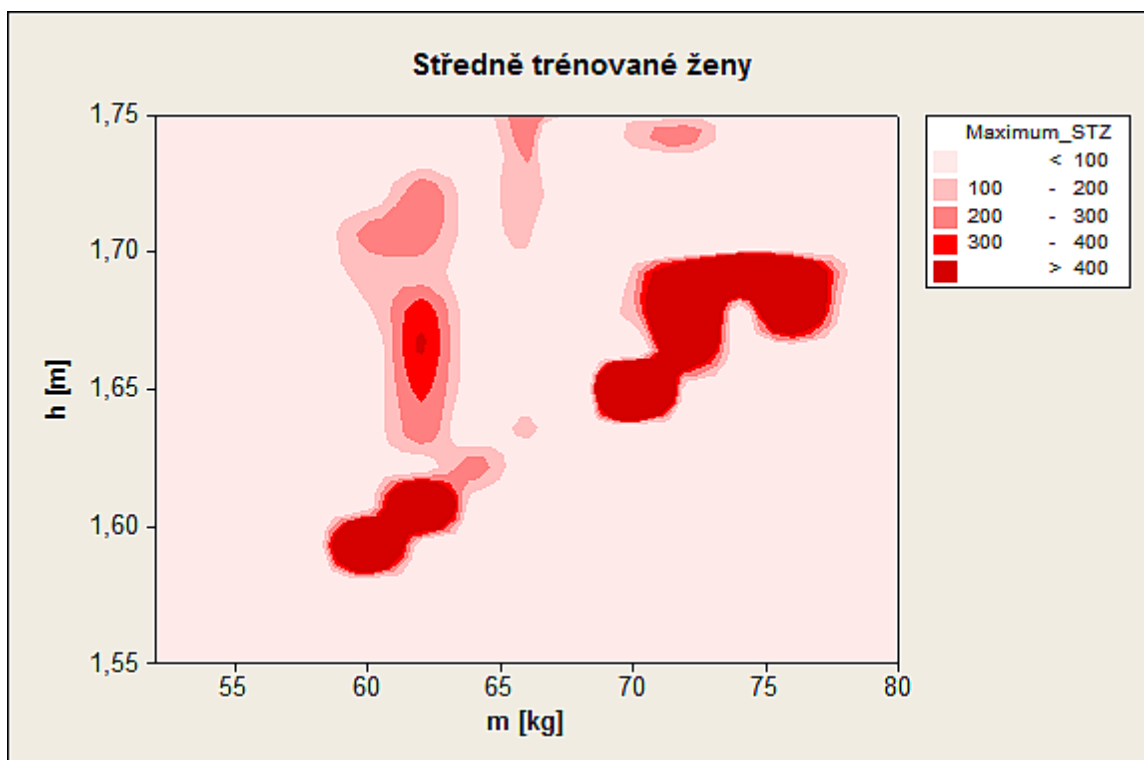
Obr. 90. Závislost maximální síly na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované muže [42]



Obr. 91. Závislost maximální síly na tělesné výšce a hmotnosti pro samostatné muže [42]



Obr. 92. Závislost maximální síly na tělesné výšce a hmotnosti pro netrénované ženy [42]



Obr. 93. Závislost maximální síly na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované ženy [42]

Vypracované závislosti maximální síly na tělesné výšce a hmotnosti pro jednotlivé stupně trénovanosti neukázaly žádný trend. Nelze říct, že by u některé kategorie byla viditelná závislost.

Po vyhodnocení statistických dat se tenzometrický snímač typ SRK-3/V ukázal jako nevhodný pro tento typ měření. Směrodatné odchylky průměrů nabývají velkých hodnot, a proto průměry nemají žádnou vypovídající hodnotu. Vzhledem k jeho velikosti bylo problematické zasáhnout ho úderem přímo na střed, což je pro správné měření nezbytné. Proto jsou tak výrazné rozdíly v síle úderu u jednoho člověka.

11.2 Tenzometrický snímač L6E-C3-300kg

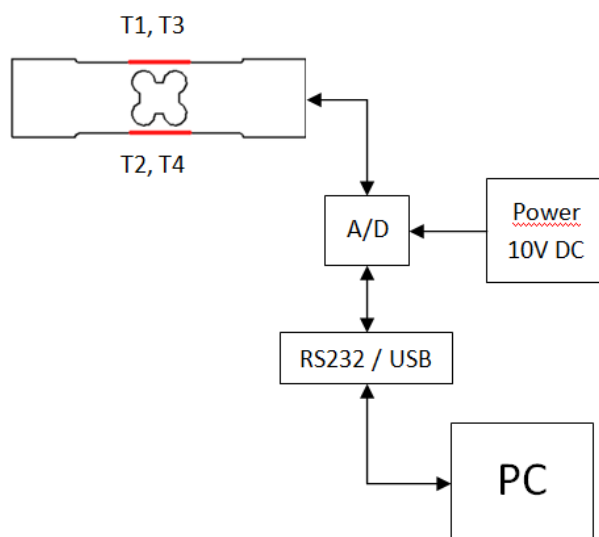
Jelikož se tenzometrický snímač typ SRK-3/V ukázal jako nevhodný, byl firmou VTS Zlín vyroben snímač nový. Nedostatek předchozího typu byl vyřešen pomocí úderné desky o rozměrech 200x200x5 mm, bylo proto snazší ji zasáhnout.

11.2.1 Popis experimentu

Celé měřicí stanoviště se skládalo z lapy, stojanu na pověšení lapy, tenzometrického snímače, tenzometrického měřidla typu TENZ2334 (stejně jako u tenzometrického snímače typu SRK-3/V) a kamery pro zachycení pohybu měřených osob (Obr. 94, Obr. 95). Kamera nebyla využita na snímání síly, ale pro pozdější kombinaci rychlosti a síly při návrhu hodnocení trénovanosti osob.



Obr. 94. Měřicí stanoviště [54]



Obr. 95. Měřicí stanoviště schematicky [41],[54]

Měření

Osoby byly rozděleny do několika kategorií - podle pohlaví a podle stupně trénovanosti. Stupeň trénovanosti byl rozdělen do následujících kategorií:

- Netrénovaní - Tyto osoby nikdy nedělaly žádný bojový sport, umění nebo systém. Neznají teorii ani praxi úderových technik. Před měřením jim byla technika jednou ukázána z důvodů bezpečnosti (správné sevření pěsti). V disertační práci jsou dále označovány NM (pro muže) a NZ (pro ženy).
- Středně trénovaní - Tyto osoby znají teorii úderových technik a minimálně půl roku navštěvují předmět Speciální tělesná příprava na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně, který je zaměřen na výuku sebeobrany a profesní obrany (výcvik je 1x týdně). Dále jsou označovány STM (pro muže) a STZ (pro ženy).
- Trénovaní - Déle jak dva roky navštěvují předmět Speciální tělesná příprava nebo déle jak 2 roky provozují některý bojový sport, umění nebo systém, který vyučuje úderovou techniku. Dále jsou označováni TM (pro muže) a TZ (pro ženy).
- Samostatní - Tyto osoby provozovaly nebo stále ještě provozují (kratší dobu než dva roky) některý bojový sport, umění nebo systém. Vzhledem k tomu, že nejsou dostupné podrobné informace o jejich tréninku (délka tréninku, jeho přesná náplň, kvalita instruktora apod.), byly tyto osoby vyčleněny do samostatné kategorie. Dále jsou označovány SM (pro muže) a SZ (pro ženy).
- Hrající fotbal – Tato samostatná kategorie byla vyčleněna u mužů v rámci kopů (přímého a obloukového kopu). Fotbalisté mají velmi odlišný způsob kopů, proto byly v kategoriích podle trénovanosti ještě vyčleněny skupiny fotbalistů.

Při měření byla lapa umístěna v takové výšce, aby střed tenzometrického snímače byl na stejné úrovni jako rameno měřené osoby. Tím bylo dosaženo úderů s maximální rychlostí a maximální silou (při správně provedeném úderu nedocházelo k rozložení síly a rychlosti do více os). U kopů byl střed lapy ve výšce 0,7 m od země pro všechny.

Pro měření byly vybrány čtyři úderové techniky – přímý úder, facka, přímý kop a obloukový kop. Tyto techniky byly zvoleny z toho důvodu, že jsou jako základ učeny u většiny bojových umění, sportů nebo systémů. V následujících tabulkách je uvedeno, kolik osob se v jednotlivých kategoriích zúčastnilo a kolik vzorků bylo naměřeno. Každá osoba provedla techniku minimálně jednou, maximálně dvacetkrát. Nejčastěji byla technika provedena desetkrát.

Tab. 9. Počet osob a vzorků u přímého úderu

Přímý úder	Počet osob	Počet vzorků
Netrénovaní muži	81	729
Středně trénovaní muži	58	580
Samostatní muži	37	360
Trénovaní muži	16	149
Netrénované ženy	12	111
Středně trénované ženy	8	90
Samostatné ženy	2	20
Trénované ženy	6	71

Tab. 10. Počet osob a vzorků u facky

Facka	Počet osob	Počet vzorků
Netrénovaní muži	73	726
Středně trénovaní muži	55	549
Samostatní muži	34	344
Trénovaní muži	9	91
Netrénované ženy	11	109
Středně trénované ženy	4	80
Samostatné ženy	2	20
Trénované ženy	6	60

Tab. 11. Počet osob a vzorků u přímého kopu

Přímý kop	Počet osob	Počet vzorků
Netrénovaní muži	44	444
Netrénovaní muži + fotbal	18	180

Středně trénovaní muži	32	326
Středně trénovaní muži + fotbal	13	135
Samostatní muži	23	228
Samostatní muži + fotbal	3	31
Trénovaní muži	3	20
Netrénované ženy	9	80
Středně trénované ženy	4	76
Samostatné ženy	2	20
Trénované ženy	3	38

Tab. 12. Počet osob a vzorků u obloukového kopu

Obloukový kop	Počet osob	Počet vzorků
Netrénovaní muži	44	439
Netrénovaní muži + fotbal	18	177
Středně trénovaní muži	32	315
Středně trénovaní muži + fotbal	13	130
Samostatní muži	23	222
Samostatní muži + fotbal	3	30
Trénovaní muži	3	30
Netrénované ženy	9	91
Středně trénované ženy	4	80
Samostatné ženy	2	20
Trénované ženy	3	30

Vzhledem k tomu, že většina měření probíhala na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně na osobách ve věkovém rozptylu 19 – 25 let, je větší zastoupení mužů než žen. Ženy proto prováděly techniku vícekrát.

U trénovaných mužů došlo k nárůstu počtu, protože byly osloveny osoby věnující se Kyokushin karate v Kroměříži. Měření bylo provedeno několikrát, bohužel přímý kop a obloukový kop změřeny nebyly.

11.2.2 Síla úderových technických prvků obrany osob

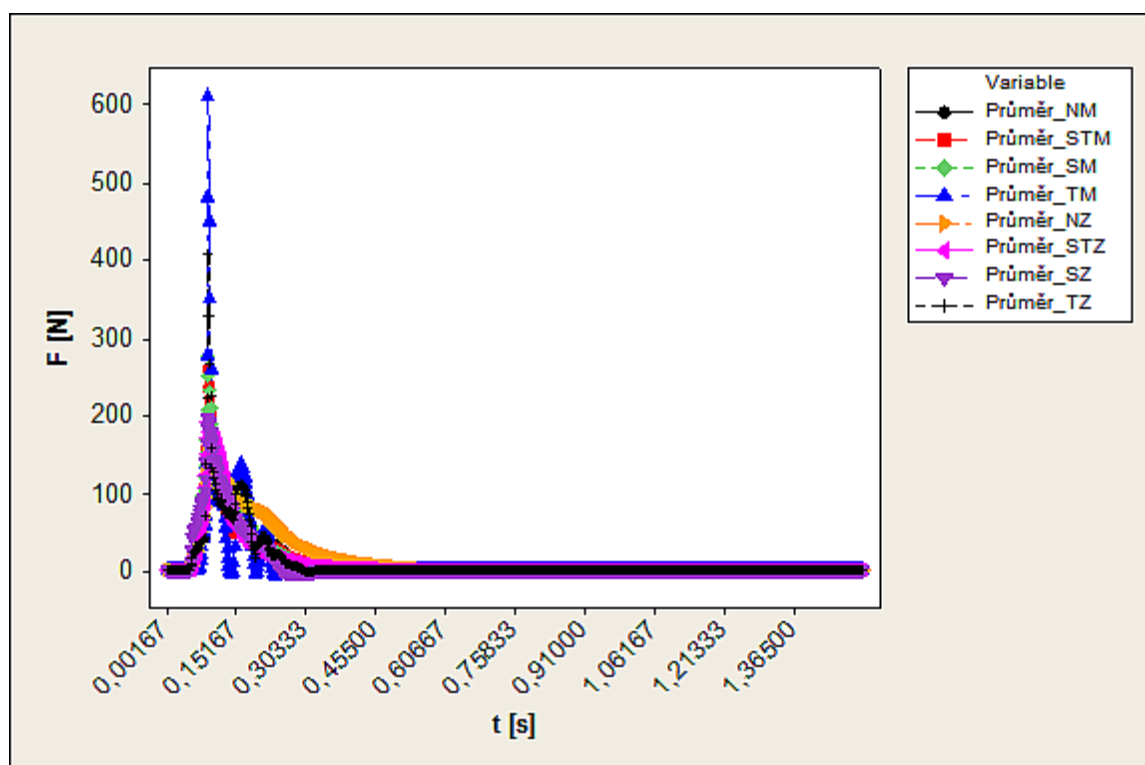
Pro zpracování dat byl využit software MINITAB, který se zaměřuje na statistické vyhodnocování dat. Všechny průběhy byly srovnány tak, aby maxima byla ve stejném okamžiku.

Níže jsou zpracovány průběhy pro přímý úder. Výsledky ostatních technických prvků (facka, přímý kop a obloukový úder) jsou v přílohách (Příloha A, Příloha B, Příloha C). Vždy je zobrazen celý průběh síly v čase (Obr. 96) a následně zkrácená verze (Obr. 97), aby bylo poznat, jak se jednotlivé

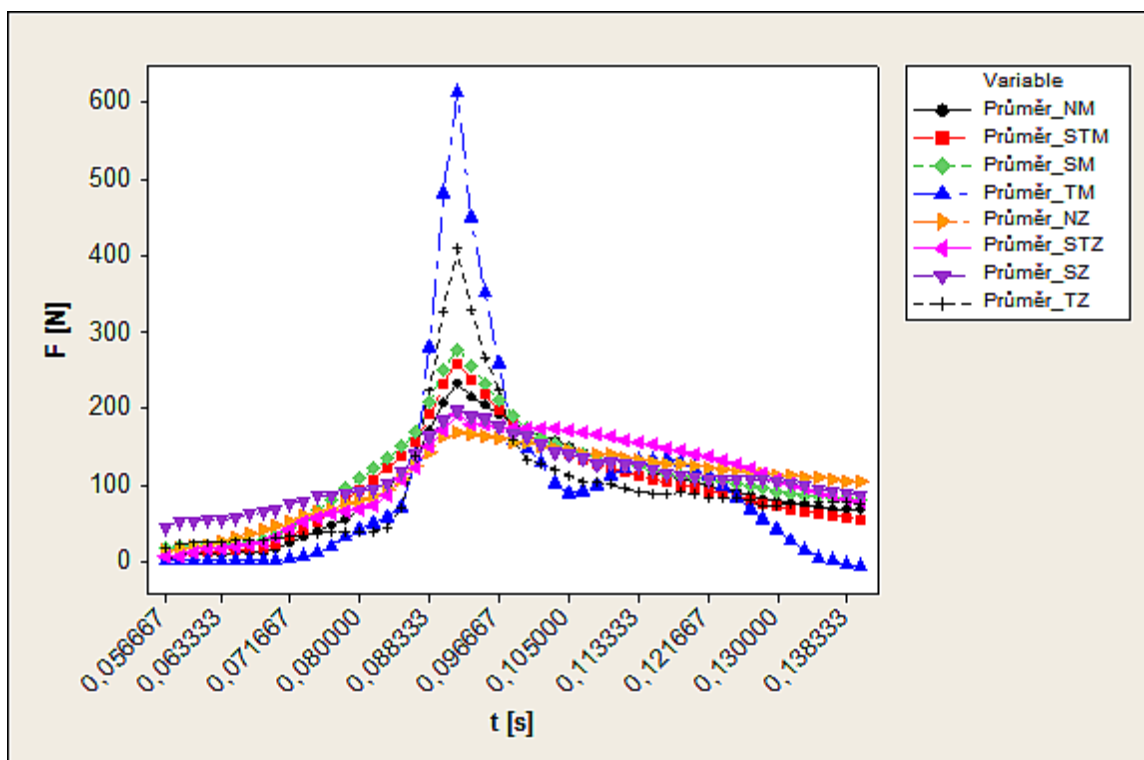
průběhy od sebe liší. Potom jsou průběhy rozděleny tak, aby byli zobrazeni samostatně muži (Obr. 98) a samostatně ženy (Obr. 99).

Další grafy zobrazují techniky rozdělené podle stupňů trénovanosti. Cílem je ukázat na stejné technice a ve stejném stupni trénovanosti rozdíl pro obě pohlaví (Obr. 100, Obr. 101, Obr. 102, Obr. 103). V následných tabulkách (Tab. 13, Tab. 14) jsou uvedeny statistické hodnoty – průměr, směrodatná odchylka průměru, maximum a směrodatná odchylka maxima. Tyto statistické údaje jsou důležité z pohledu následného vyhodnocování dat. Podobně jako u rychlosti se bude hledat metodika hodnocení, pomocí které by bylo možné průběhy seřadit podle trénovanosti. Cílem je najít, zda je možné na základě průběhu vyhodnotit, kdo úder provedl a jaký stupeň trénovanosti měl. Zkoumá se také, zda je síla úderu závislá na tělesné výšce a hmotnosti (Obr. 104, Obr. 105, Obr. 106, Obr. 107, Obr. 108, Obr. 109, Obr. 110).

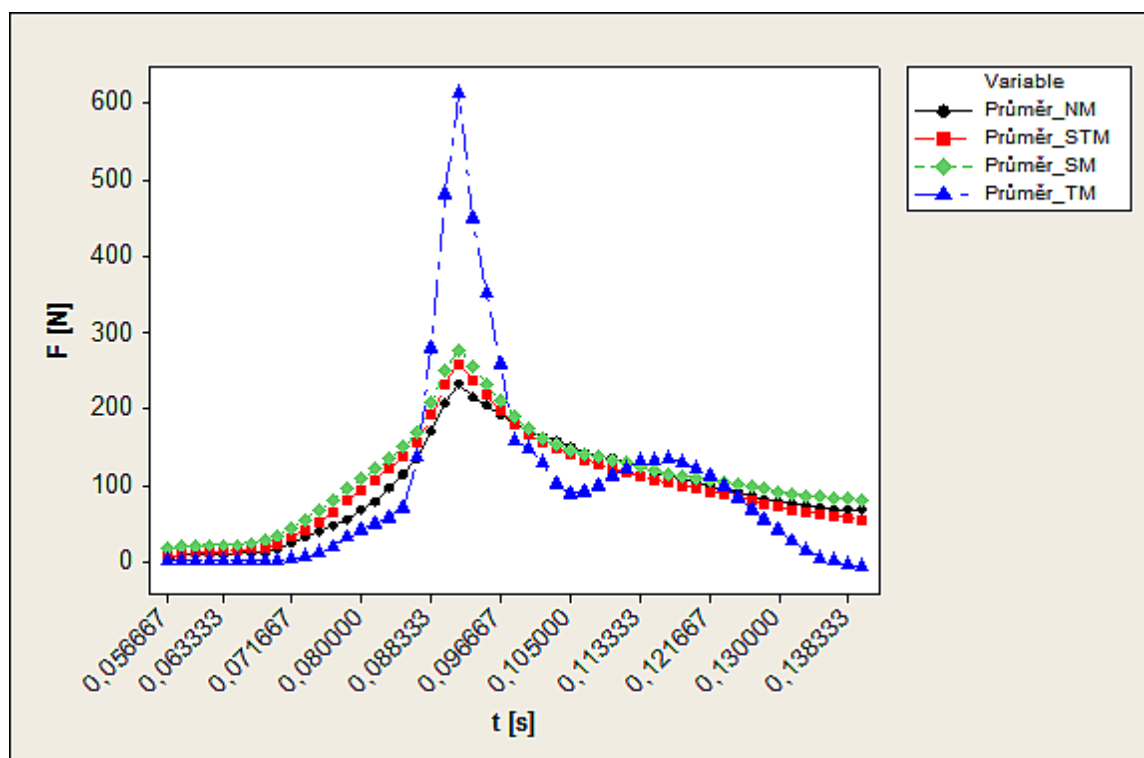
Přímý úder



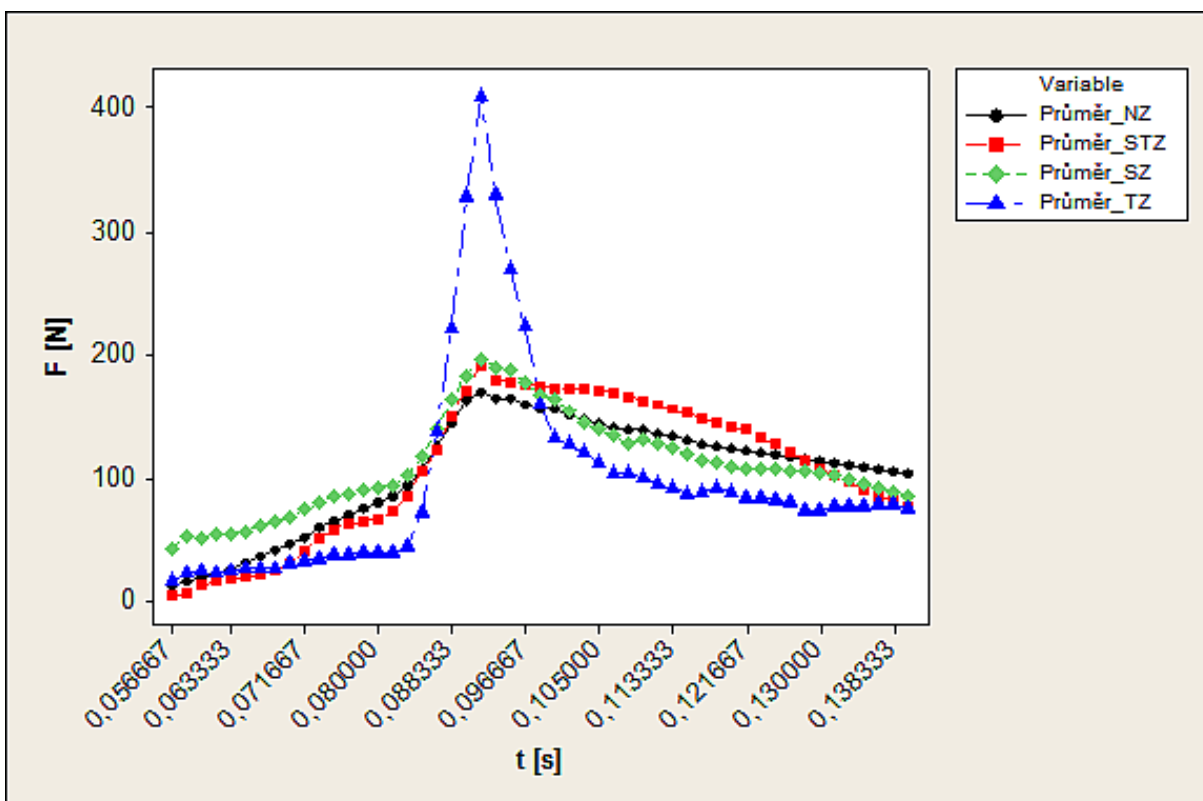
Obr. 96. Závislost průměrné síly přímého úderu na čase [46],[54]



Obr. 97. Závislost průměrné síly přímého úderu na čase – zkrácený průběh

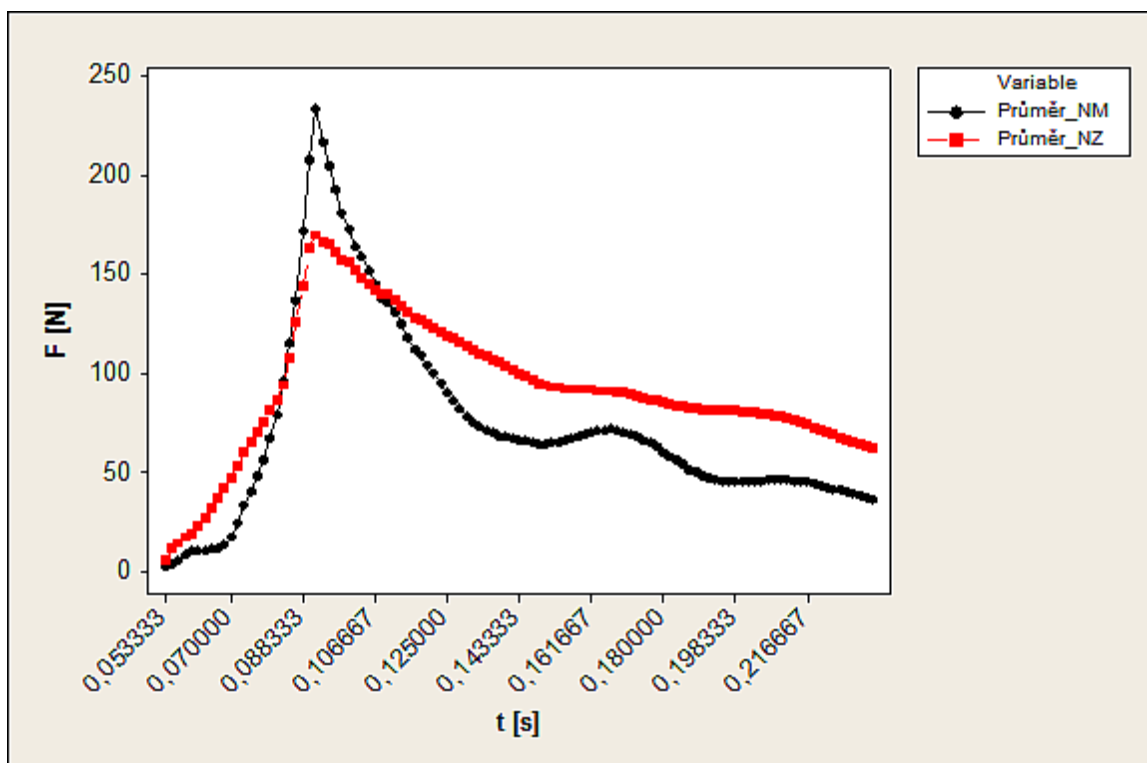


Obr. 98. Závislost průměrné síly přímého úderu na čase pro muže – zkrácený průběh

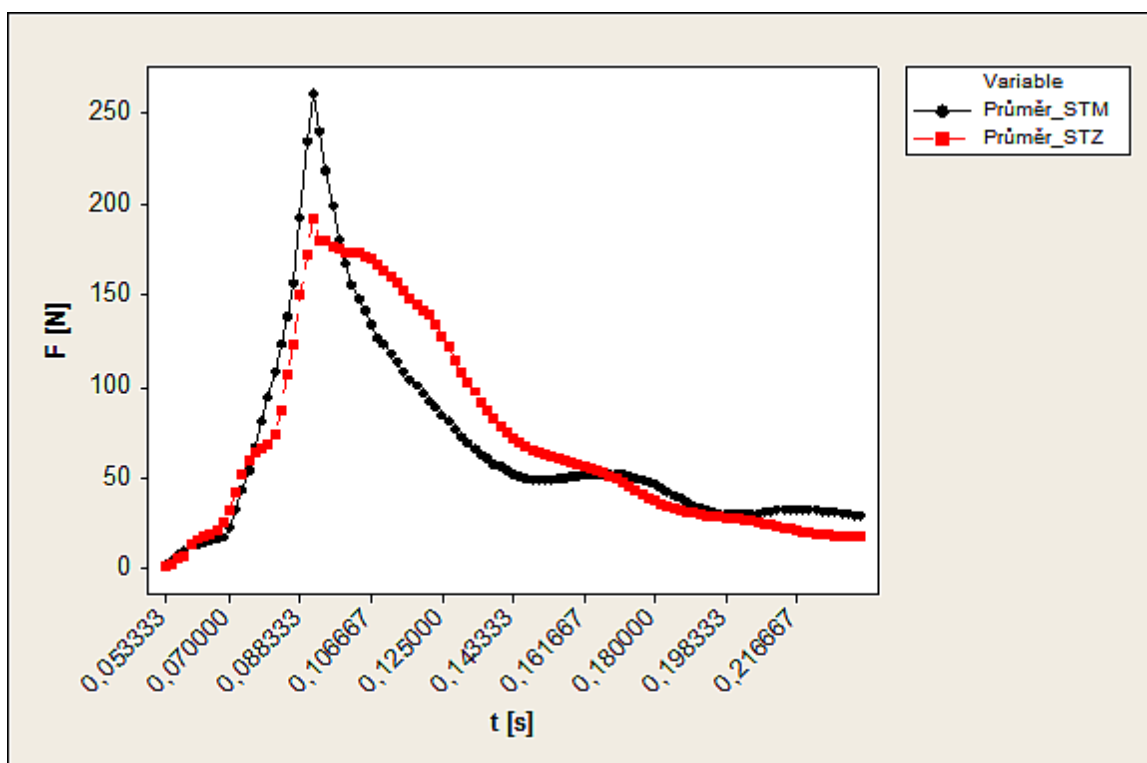


Obr. 99. Závislost síly přímého úderu na čase pro ženy – zkrácený průběh

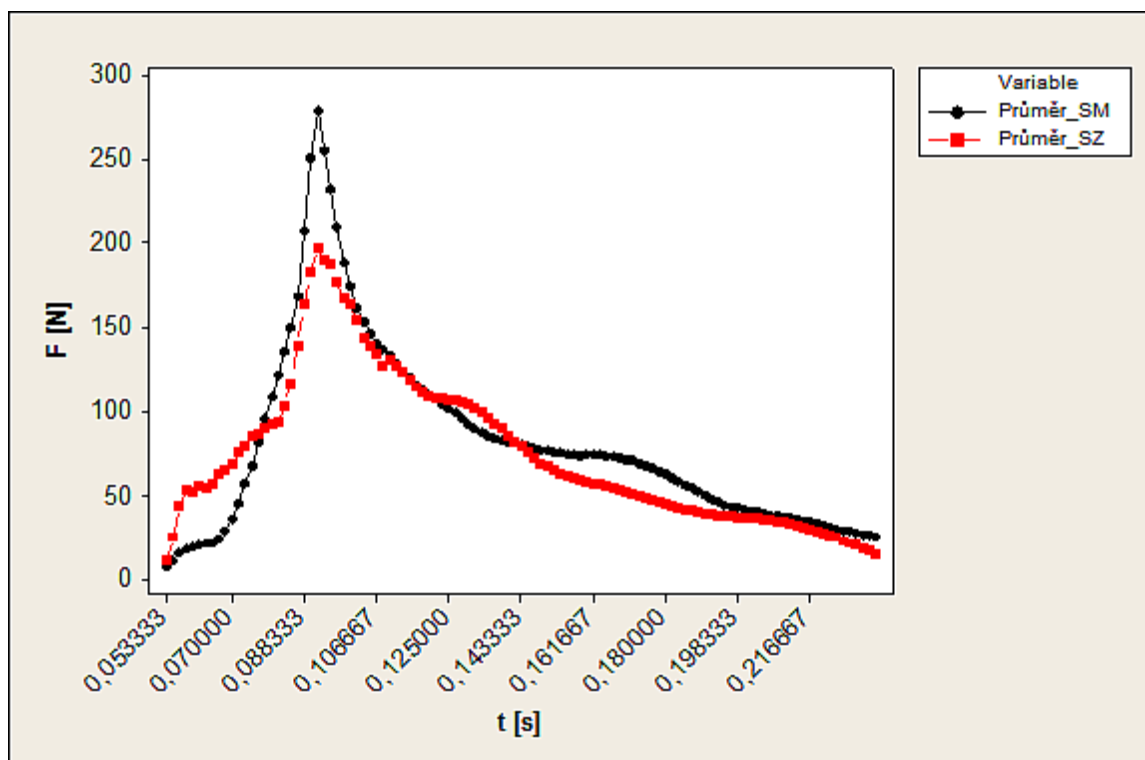
Na grafech je vidět, že kategorie trénovaných výrazně převyšuje ostatní v maximální síle. U mužů i u žen je vidět rozdíl také v tom, že v kategorii trénovaných je průběh síly strmější. U ostatních kategorií úder trvá delší čas.



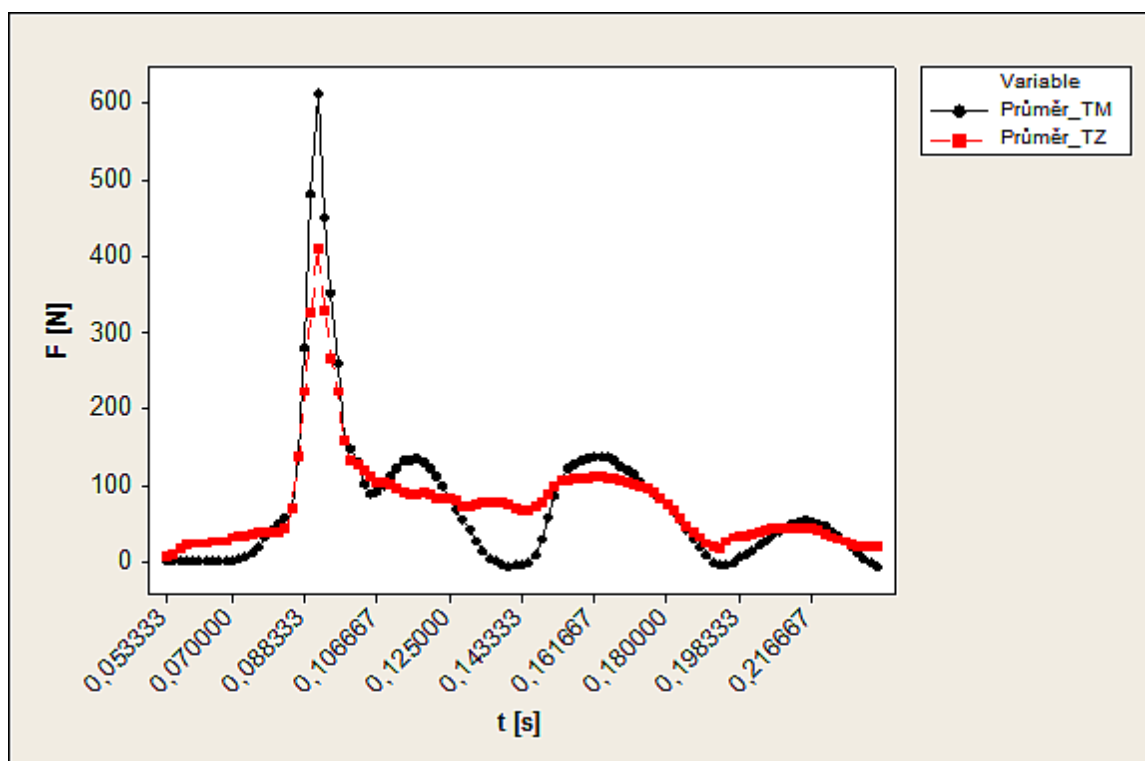
Obr. 100. Závislost průměrné síly přímého úderu na čase pro netréované muže a ženy



Obr. 101. Závislost průměrné síly přímého úderu na čase pro středně trénované muže a ženy



Obr. 102. Závislost průměrné síly přímého úderu na čase pro samostatné muže a ženy



Obr. 103. Závislost průměrné síly přímého úderu na čase pro trénované muže a ženy

Na grafech lze vidět, jak se liší stejná technika ve stejném stupni trénovanosti pro muže a pro ženy. Vždy je úder ženy slabší z pohledu maximální síly, ale je zajímavé se na průběhy podívat i z pohledu časového intervalu. U kategorie trénovaných (Obr. 103) je průběh téměř identický a rozdíly jsou jen na začátku a na konci grafu, kdy už ale nedochází k předání největší energie.

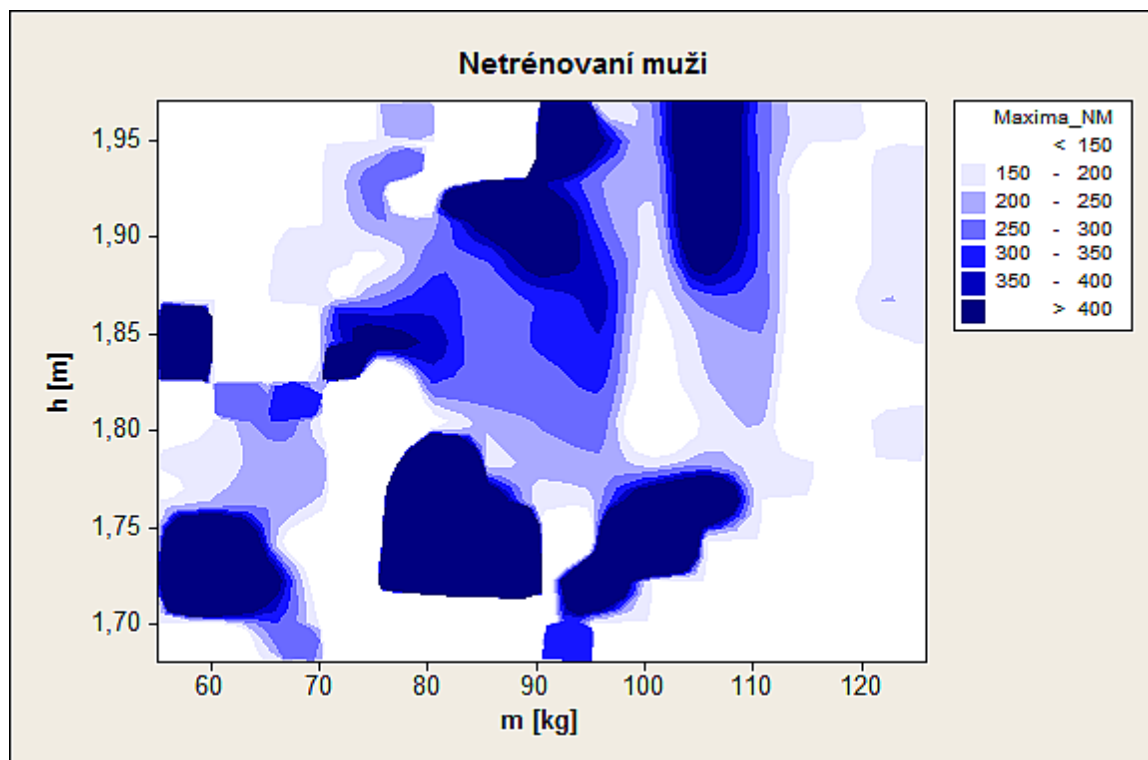
Tab. 13. Průměrné síly přímých úderů pro jednotlivé kategorie

Kategorie osob	Průměr [N]	Směrodatná odchylka průměru [N]
Netrénovaní muži	80,055	25,707
Středně trénovaní muži	54,938	22,619
Samostatní muži	92,3	35,11
Trénovaní muži	66,26	33,42
Kategorie osob	Průměr [N]	Směrodatná odchylka průměru [N]
Netrénované ženy	61,33	14,27
Středně trénované ženy	52,17	21,4
Samostatné ženy	59,55	31,77
Trénované ženy	84,77	39,47

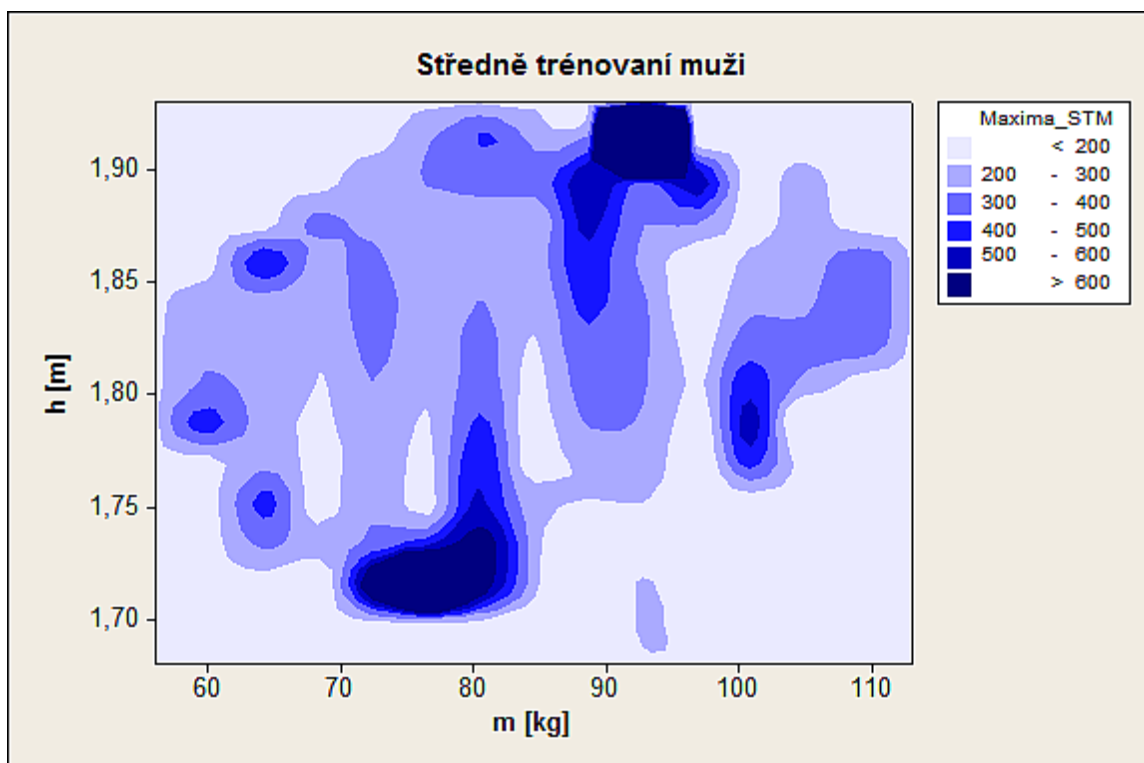
Tab. 14. Maximální síly přímých úderů pro jednotlivé kategorie [47]

Kategorie osob	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Netrénovaní muži	233,76	82,23
Středně trénovaní muži	260,28	123,05
Samostatní muži	278,97	118,56
Trénovaní muži	612,6	203,4
Kategorie osob	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Netrénované ženy	169,9	33,87
Středně trénované ženy	192,09	31,21
Samostatné ženy	197,75	39,29
Trénované ženy	408,7	223,4

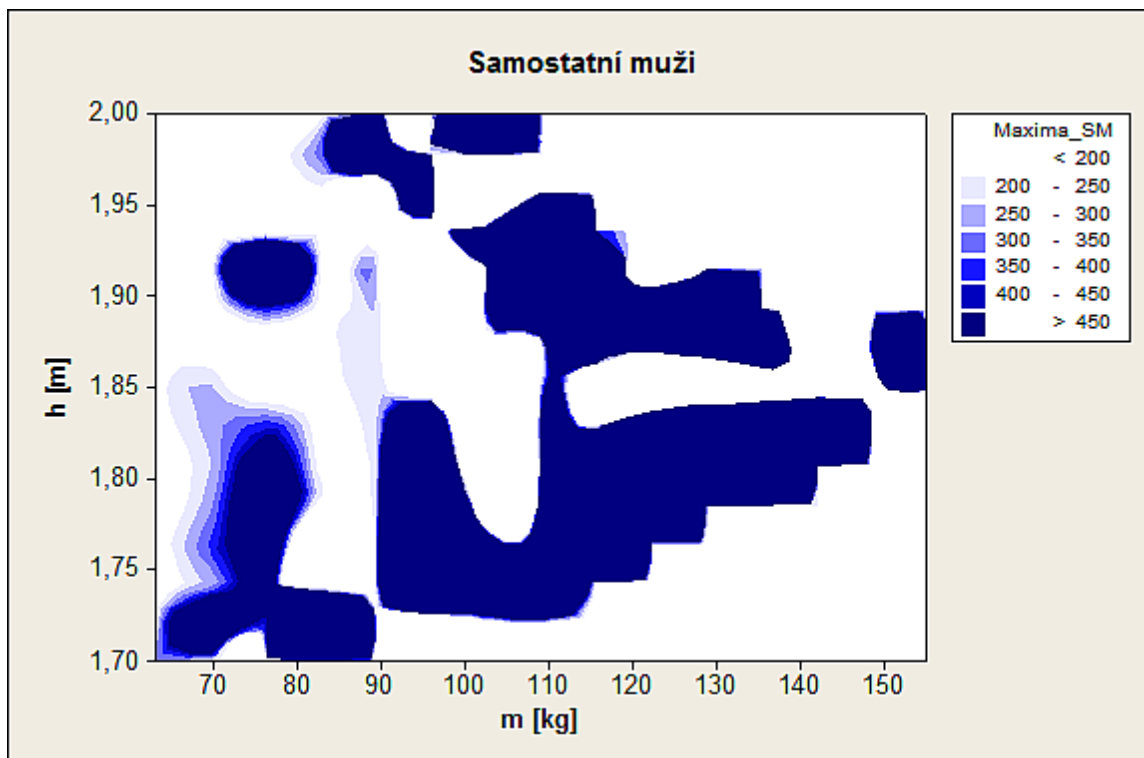
Ze statistických dat (Tab. 13, Tab. 14) jsou nejvýraznější rozdíly v maximu. Tyto hodnoty rostou očekávaným způsobem. Čím je úder trénovanější, tím je jeho maximální síla větší. Pro jednotlivé kategorie byly spočítány také směrodatné odchylky.



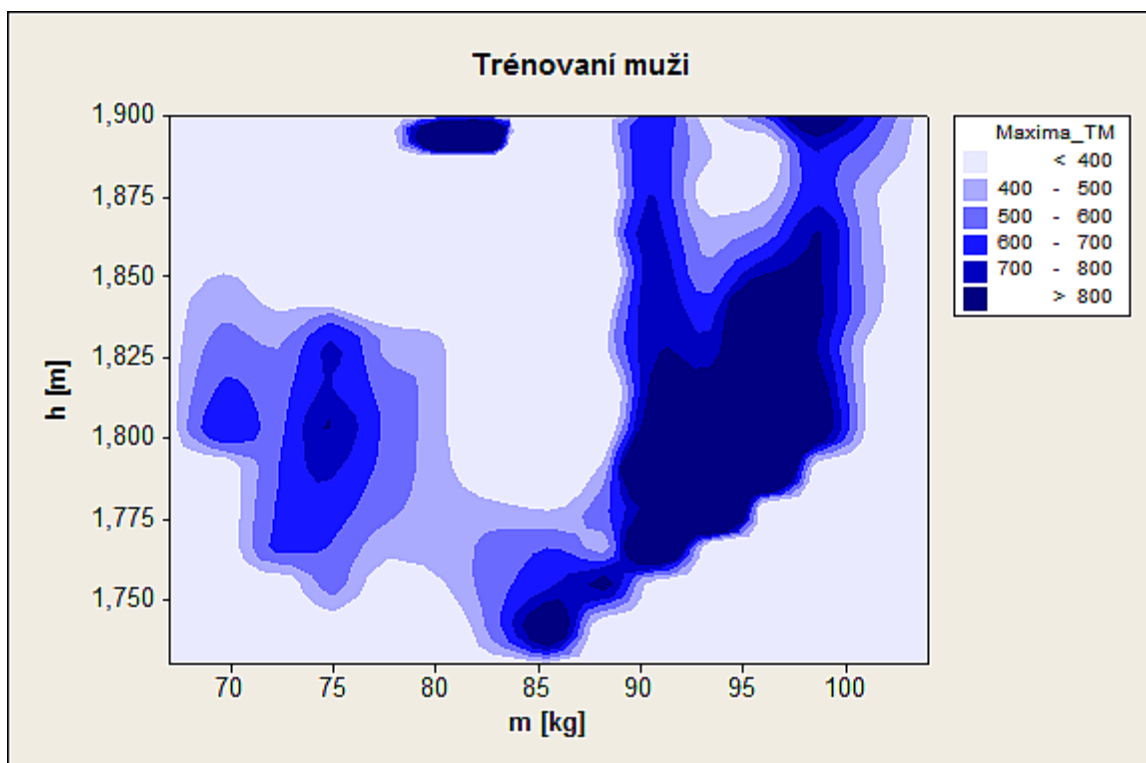
Obr. 104. Závislost maximální síly přímého úderu na tělesné výšce a hmotnosti pro netrénované muže



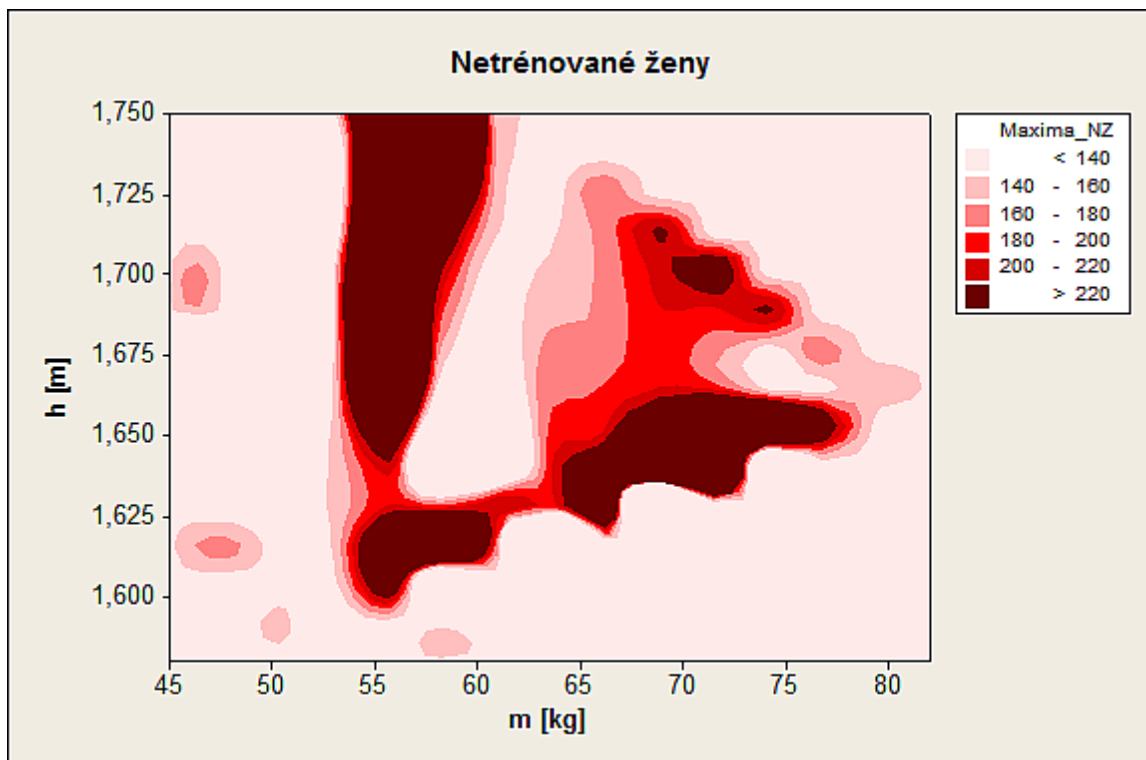
Obr. 105. Závislost maximální síly přímého úderu na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované muže



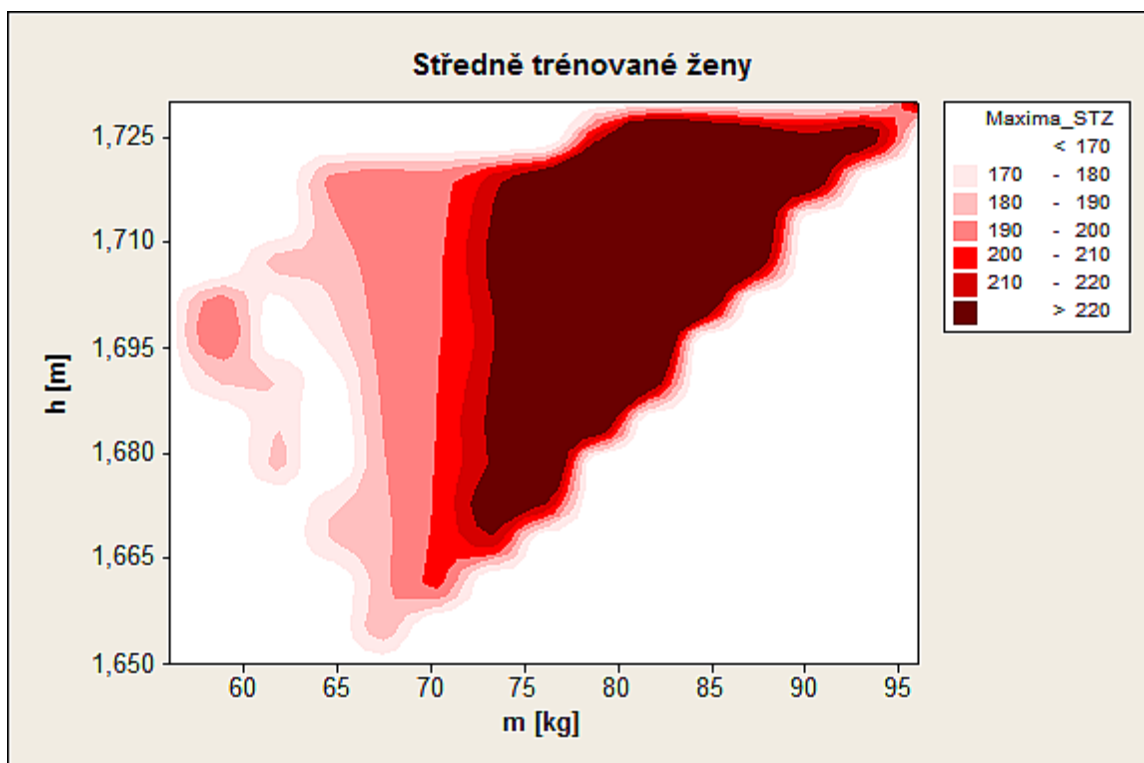
Obr. 106. Závislost maximální síly přímého úderu na tělesné výšce a hmotnosti pro samostatné muže



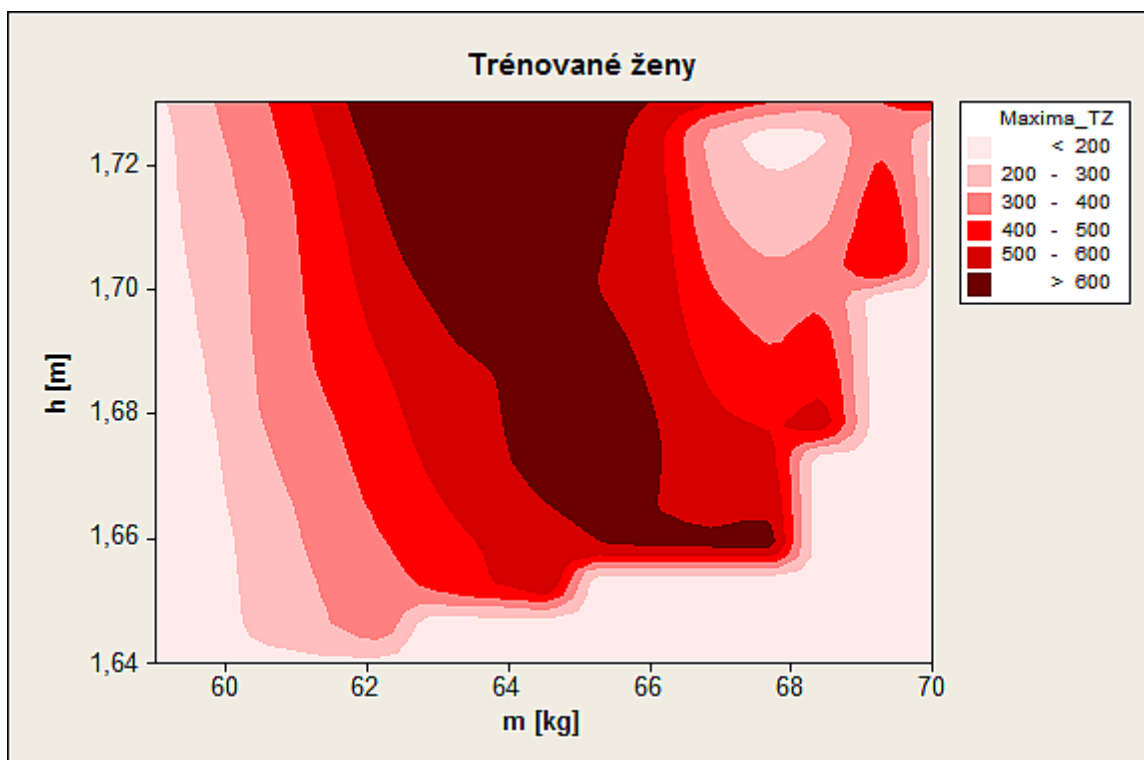
Obr. 107. Závislost maximální síly přímého úderu na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované muže



Obr. 108. Závislost maximální síly přímého úderu na tělesné výšce a hmotnosti pro netrénované ženy



Obr. 109. Závislost maximální síly přímého úderu na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované ženy



Obr. 110. Závislost maximální síly přímého úderu na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované ženy

Z výše uvedených grafů vyplývá, že neexistuje výrazný trend pro závislost maximální síly přímého úderu na tělesné výšce nebo hmotnosti. Jedině u středně trénovaných žen (Obr. 109) můžeme říct, že čím je tělesná hmotnost větší, tím je síla větší. U trénovaných žen je trend nejsilnějšího úderu při hmotnosti okolo 65 kg (Obr. 110).

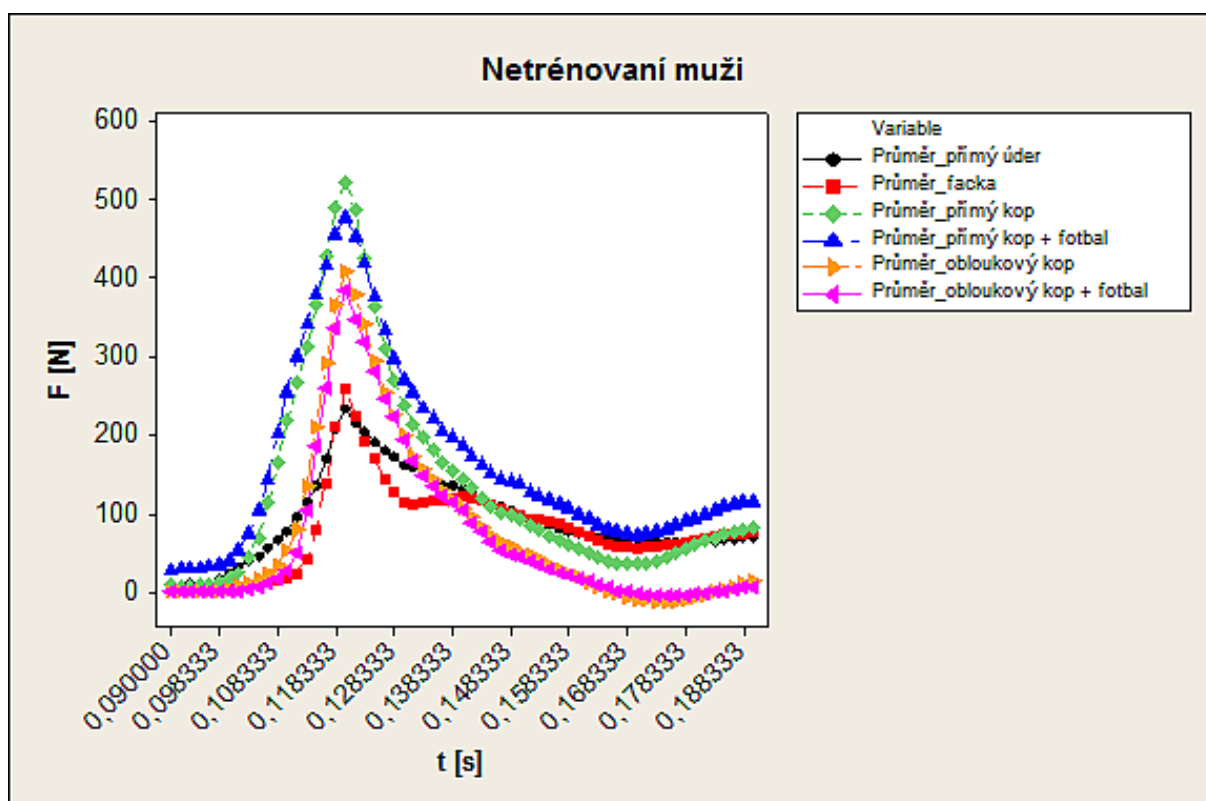
Síla přímého úderu byla dále využita pro nalezení metodiky pro hodnocení trénovanosti. Jelikož byl tento technický prvek obrany zachycen i pomocí vysokorychlostní kamery, bylo možné provést analýzu ze dvou naměřených hodnot – rychlosti a síly.

Ve výsledku můžeme konstatovat, že jsou výrazné rozdíly mezi pohlavími pro všechny měřené techniky. Rozdíly mezi kategoriemi podle trénovanosti nejsou až tak průkazné.

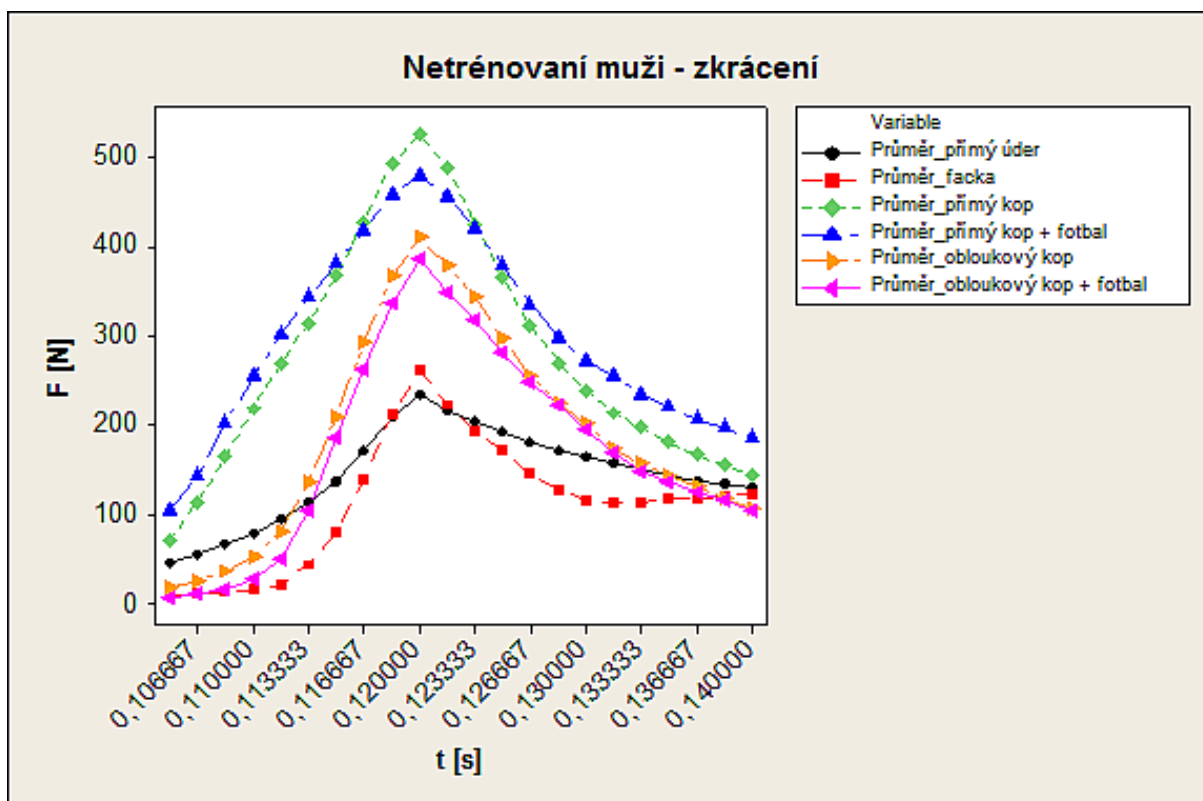
11.2.3 Vyhodnocení podle stupně trénovanosti

Tato podkapitola se zabývá zobrazením všech technik podle stupně trénovanosti. Cílem je porovnat jednotlivé techniky v rámci stejného pohlaví a stejného stupně trénovanosti.

Netrénovaní muži



Obr. 111. Zobrazení technik pro netrénované muže



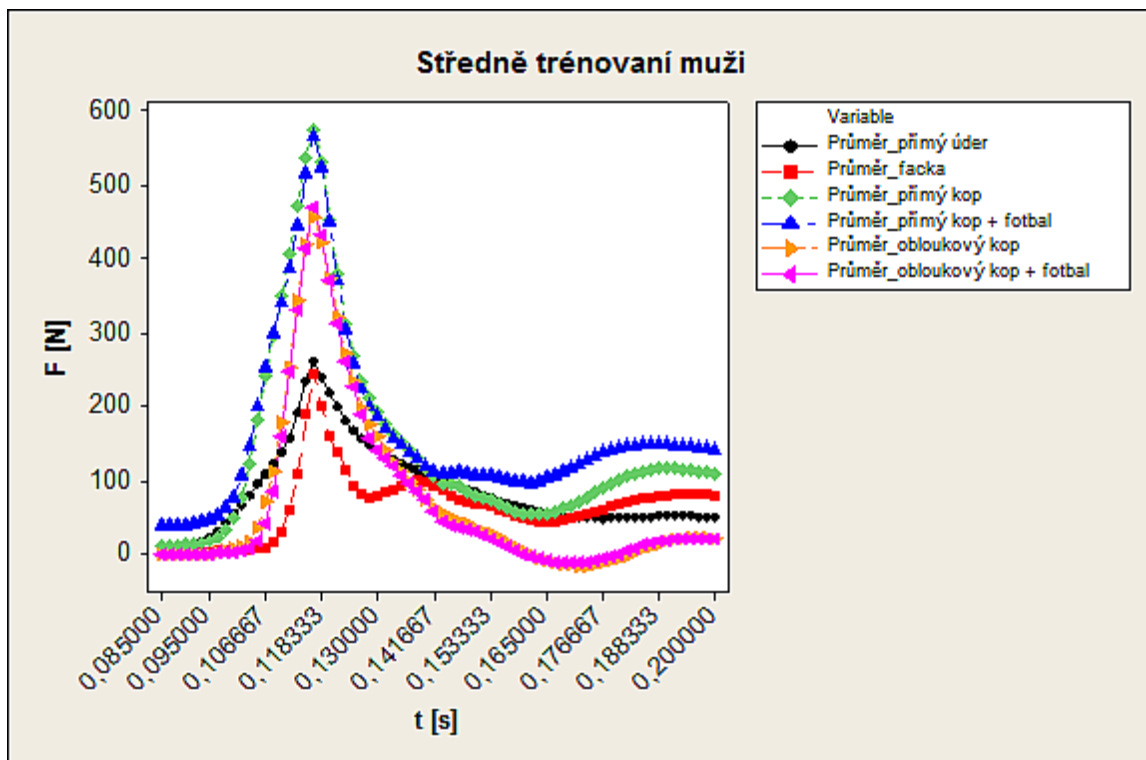
Obr. 112. Zobrazení technik pro netrénované muže – zkrácený průběh

Tab. 15. Maxima technik pro netrénované muže

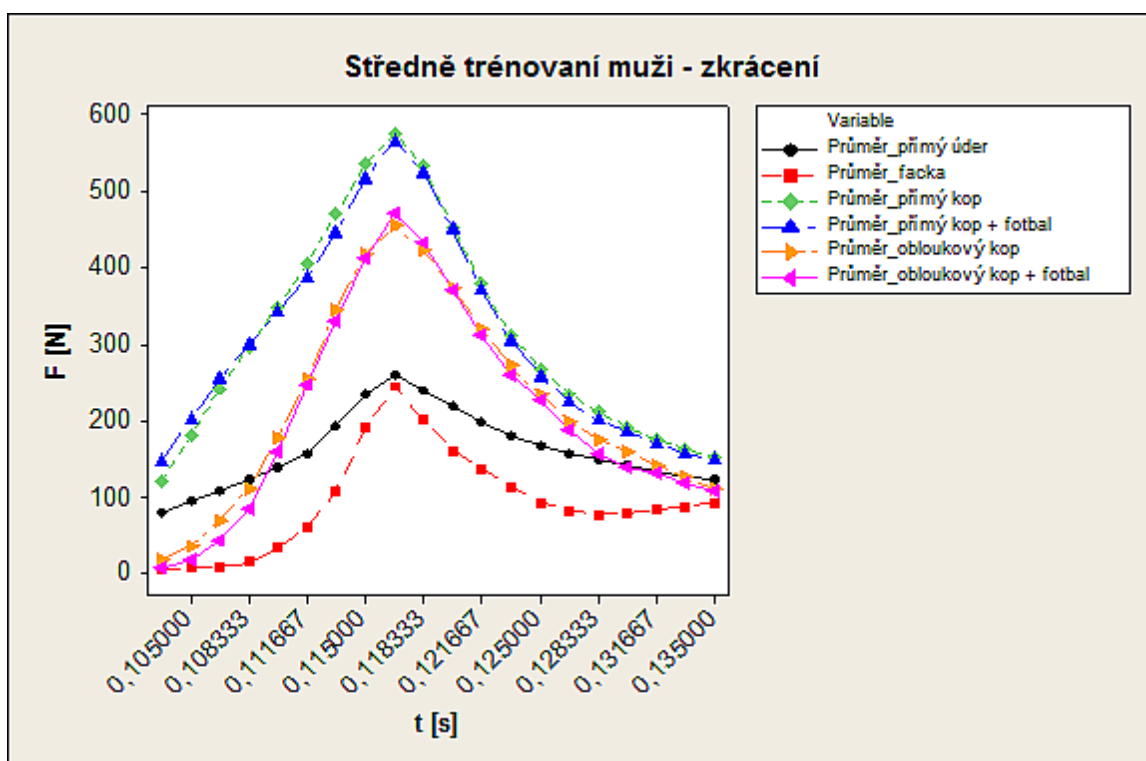
Netrénovaní muži	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Přímý úder	233,76	82,23
Facka	261,31	92,34
Přímý kop	523,8	272
Přímý kop + fotbal	478,3	163,3
Obloukový kop	410,2	211
Obloukový kop + fotbal	386,2	185,7

Z grafů (Obr. 111, Obr. 112) vyplývá, že přímý úder a facka jsou z pohledu maximální síly slabší. U kopů nejsou výrazné rozdíly u osob ze stejné kategorie lišících se jen tím, jestli hrají fotbal. U technik vedených po přímé dráze (přímý úder a přímý kop) je vidět, že trvají delší dobu a mají pomalejší nástup. Obloukové techniky (facka a obloukový kop) mají strmější nárůst síly. Jako nejsilnější technika vychází přímý kop. Zajímavé je, že facka je silnější než přímý úder (Tab. 15).

Středně trénovaní muži



Obr. 113. Zobrazení technik pro středně trénované muže



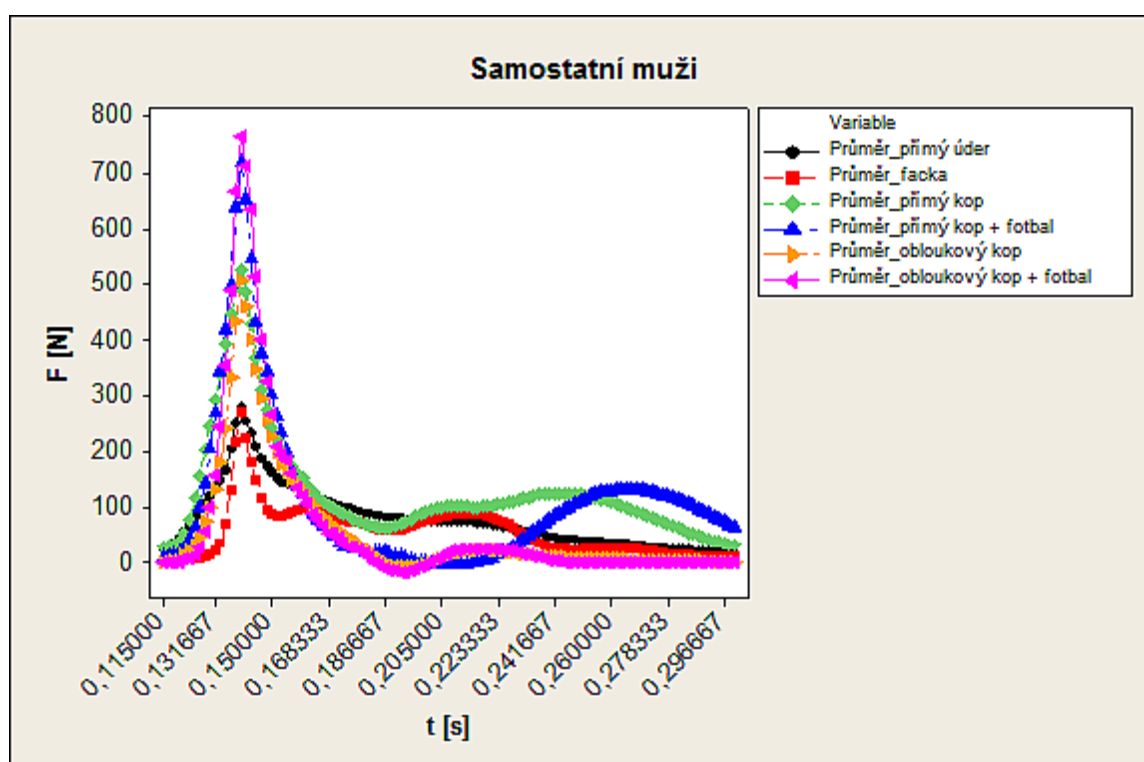
Obr. 114. Zobrazení technik pro středně trénované muže – zkrácený průběh

Tab. 16. Maxima technik pro středně trénované muže

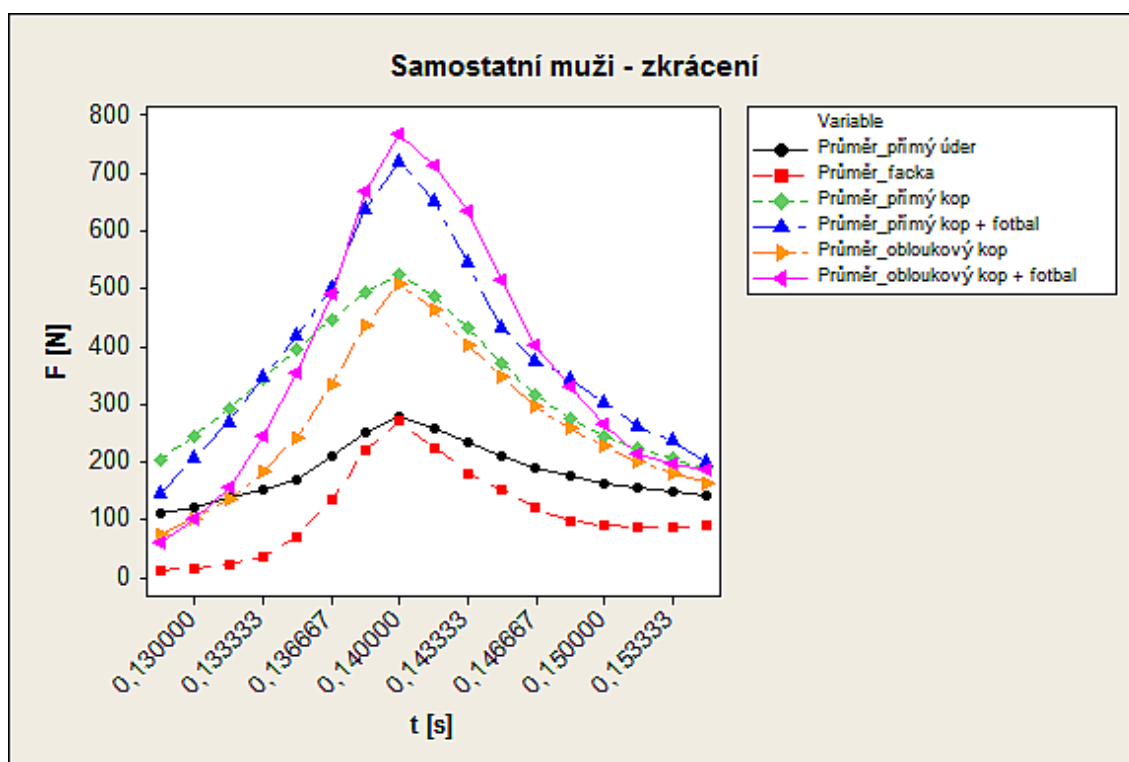
Středně trénovaní muži	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Přímý úder	260,28	123,05
Facka	245,27	91,09
Přímý kop	575,3	249,3
Přímý kop + fotbal	566,2	295
Obloukový kop	455,4	196
Obloukový kop + fotbal	470,9	181,4

U středně trénovaných mužů (Obr. 113, Obr. 114) je to velmi podobné jako u netrénovaných. Rozdíly u osob ve stejné kategorii lišících se hraním fotbalu jsou ještě menší. Také jsou stejné rozdíly mezi technikami po přímé dráze a po obloukové dráze. Nejsilnější technikou je přímý kop. U této kategorie je už přímý úder silnější než facka (Tab. 16).

Samostatní muži



Obr. 115. Zobrazení technik pro samostatné muže



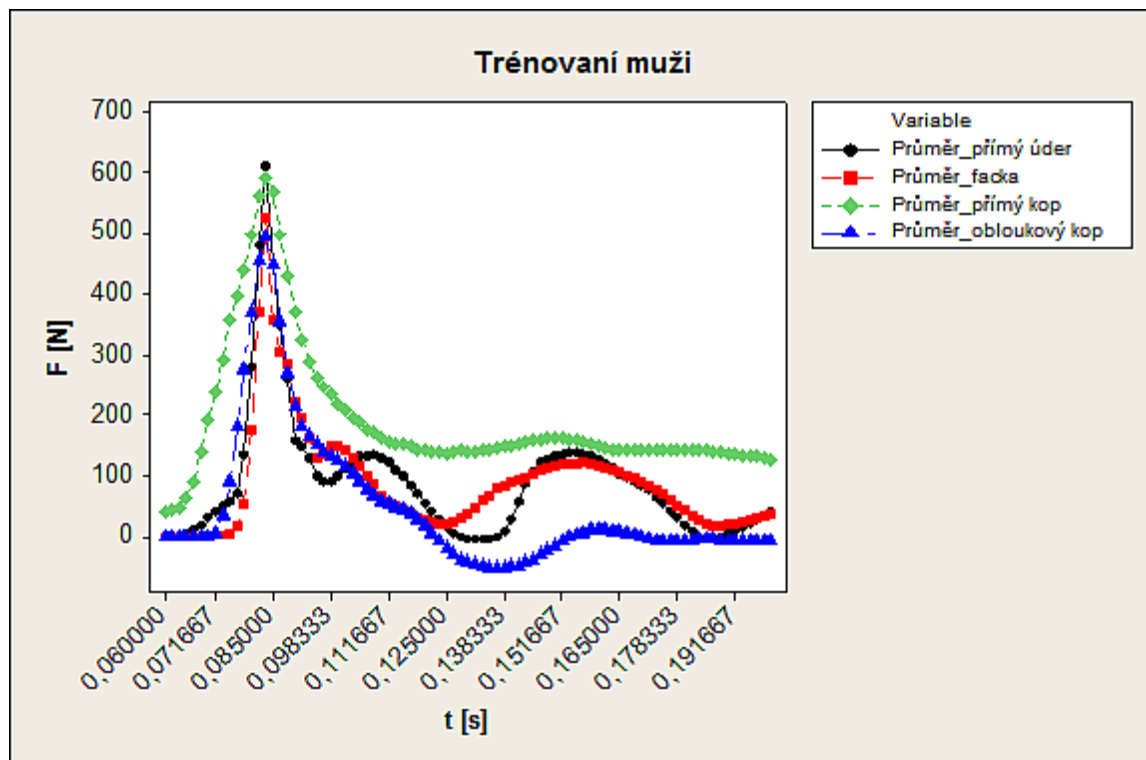
Obr. 116. Zobrazení technik pro samostatné muže – zkrácený průběh

Tab. 17. Maxima technik pro samostatné muže

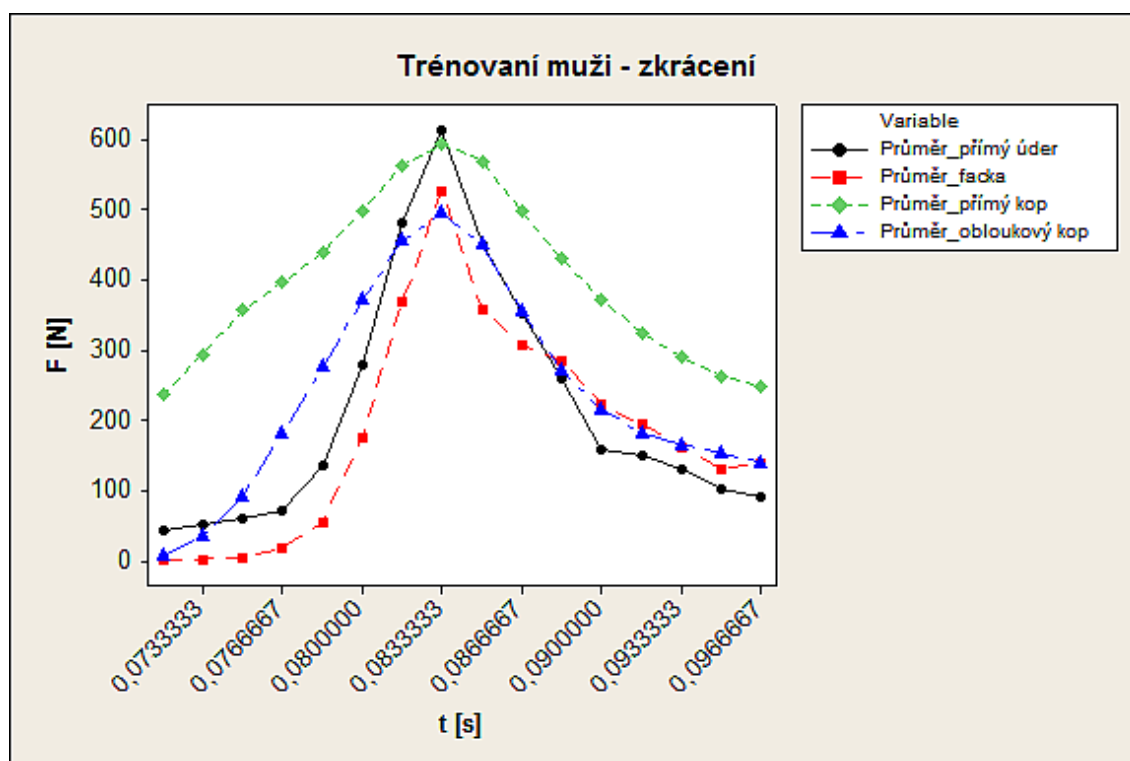
Samostatní muži	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Přímý úder	278,97	118,56
Facka	269,89	106,34
Přímý kop	523,7	245,9
Přímý kop + fotbal	720,5	281,9
Obloukový kop	508,2	293,2
Obloukový kop + fotbal	766,1	257,7

U samostatných mužů (Obr. 115, Obr. 116) jsou výrazné rozdíly u osob hrajících fotbal. V předchozích grafech byl vždy přímý kop silnější než obloukový, v této kategorii je ale podstatnější hra fotbalu. Nejsilnější je obloukový kop provedený osobou hrající fotbal (Tab. 17).

Trénování muži



Obr. 117. Zobrazení technik pro trénované muže



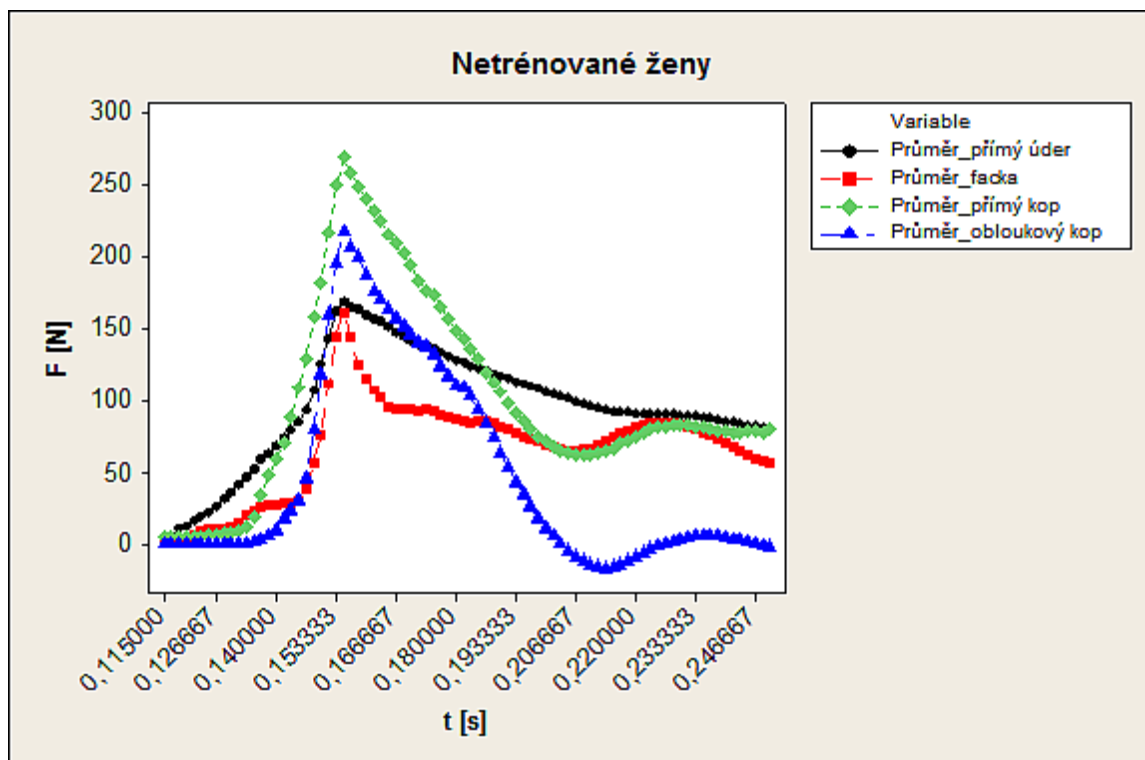
Obr. 118. Zobrazení technik pro trénované muže – zkrácený průběh

Tab. 18. Maxima technik pro trénované muže

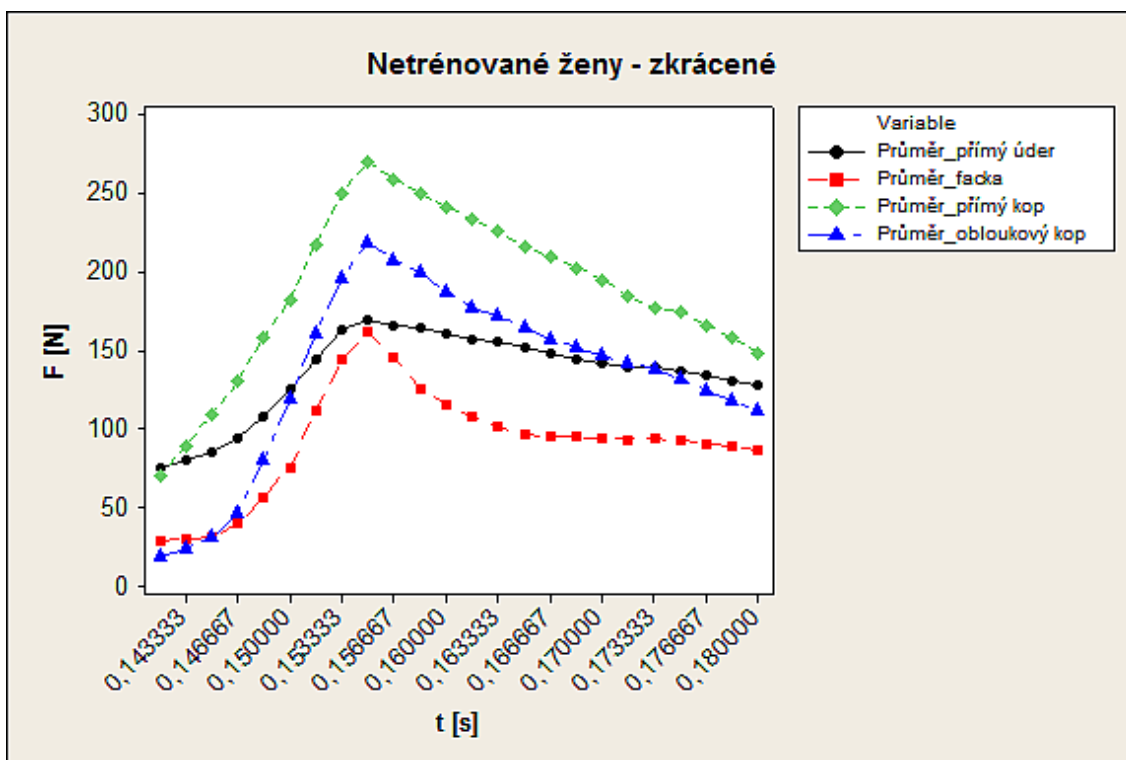
Trénovaní muži	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Přímý úder	612,6	203,4
Facka	526,2	303
Přímý kop	592	222,4
Obloukový kop	495,8	206,9

U trénovaných mužů (Obr. 117, Obr. 118, Tab. 18) je zkrácení kvůli tomu, že měření přímého úderu se zúčastnily osoby z oddílu Karate Kyokushin, bohužel se již nezúčastnily měření kopů. I tak lze tyto průběhy porovnávat. Je zde výrazný rozdíl oproti předchozím kategoriím ve strmosti průběhů. Úderové techniky jsou provedeny v kratším časovém intervalu.

Netrénované ženy



Obr. 119. Zobrazení technik pro netrénované ženy



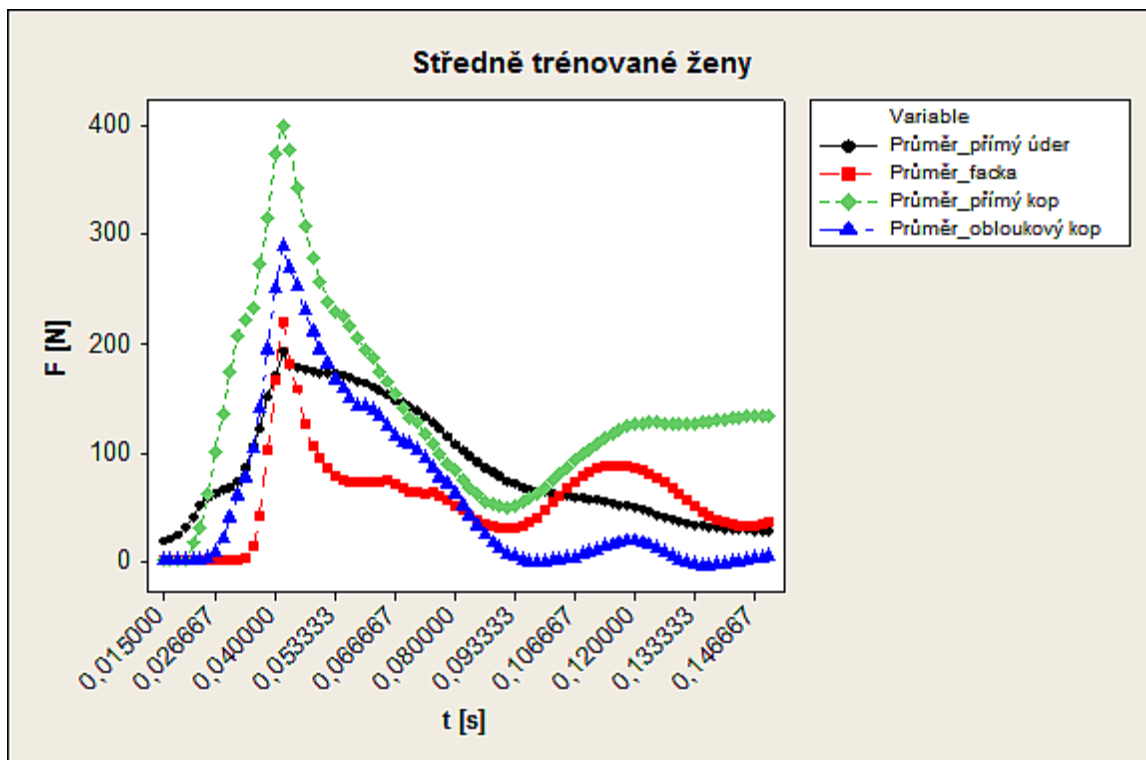
Obr. 120. Zobrazení technik pro netrénované ženy – zkrácený průběh

Tab. 19. Maxima technik pro netrénované ženy

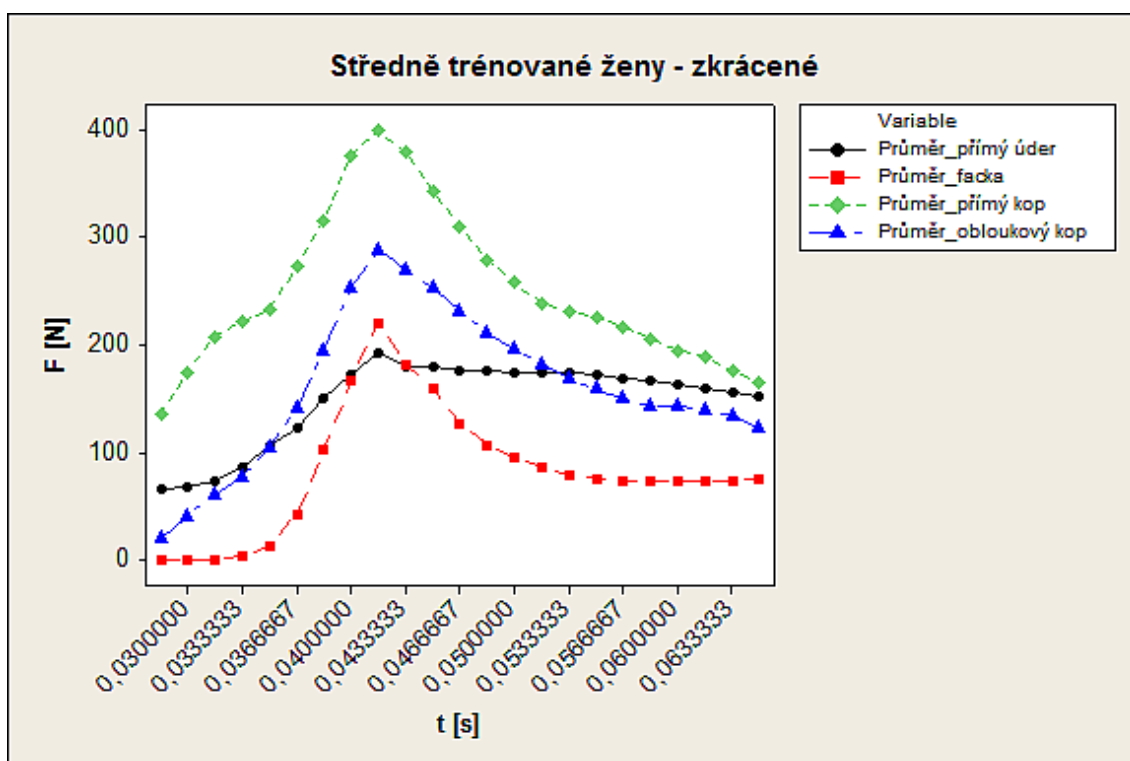
Netrénované ženy	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Přímý úder	169,9	33,87
Facka	162,02	42,06
Přímý kop	269,53	89,22
Obloukový kop	218,28	93,62

U netrénovaných žen (Obr. 119, Obr. 120) lze velmi dobře vidět, jak pomalu technika končí. U nich nedochází k rychlému pohybu tam a zpátky, ale jenom tam. Jejich cílem je rychle předat energii, ale už se nezabývají tím, jak se rychle vrátit do původní pozice. Nejsilněji vychází přímý kop a opět je facka silnější než přímý úder (Tab. 19).

Středně trénované ženy



Obr. 121. Zobrazení technik pro středně trénované ženy



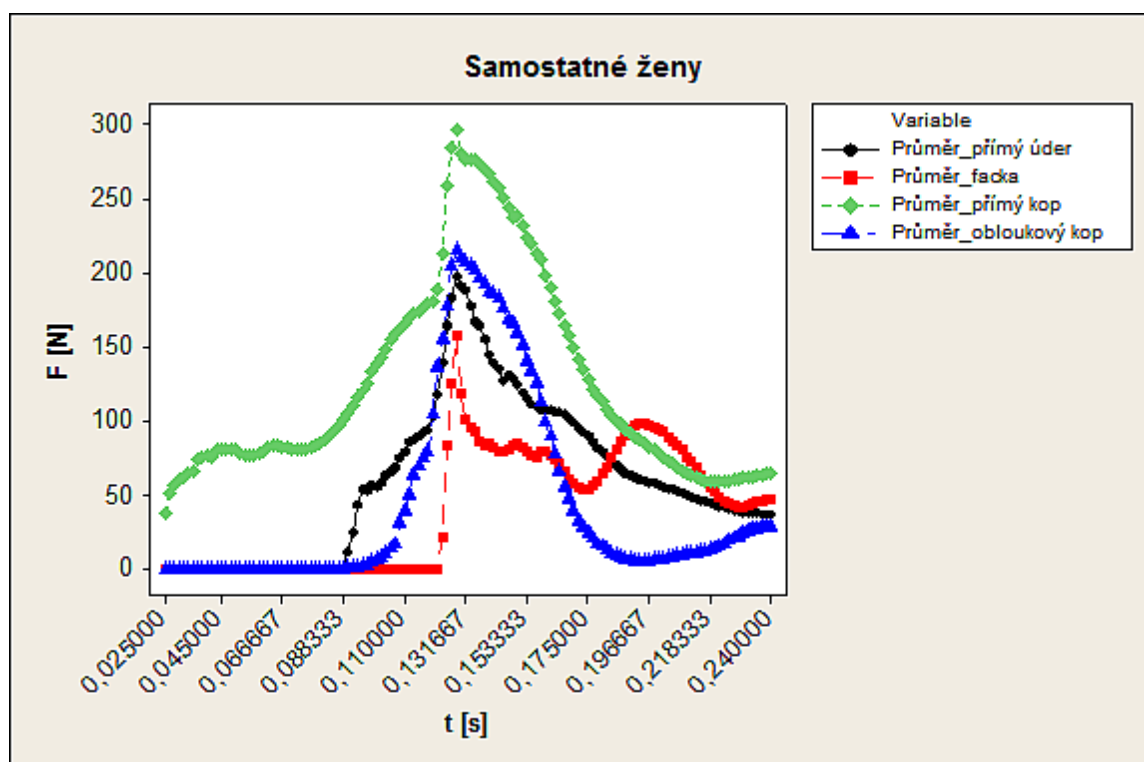
Obr. 122. Zobrazení technik pro středně trénované ženy – zkrácený průběh

Tab. 20. Maxima technik pro středně trénované ženy

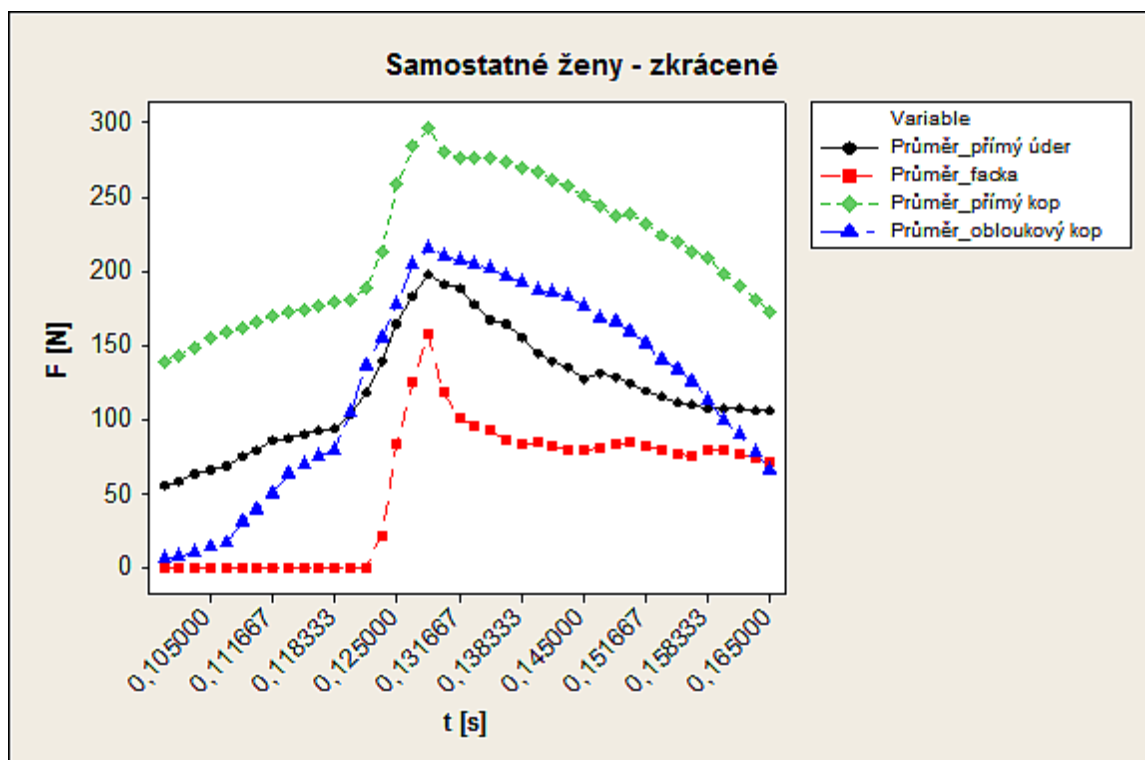
Středně trénované ženy	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Přímý úder	192,09	31,21
Facka	219,95	32,4
Přímý kop	399	186,9
Obloukový kop	288,2	129,9

Středně trénované ženy (Obr. 121, Obr. 122) mají velmi podobné průběhy jako netréované. Jediný rozdíl je v maximální síle a také v tom, že facka a přímý kop mají prudší pokles. Přímý kop vyšel jako nejsilnější technika (Tab. 20).

Samostatné ženy



Obr. 123. Zobrazení technik pro samostatné ženy



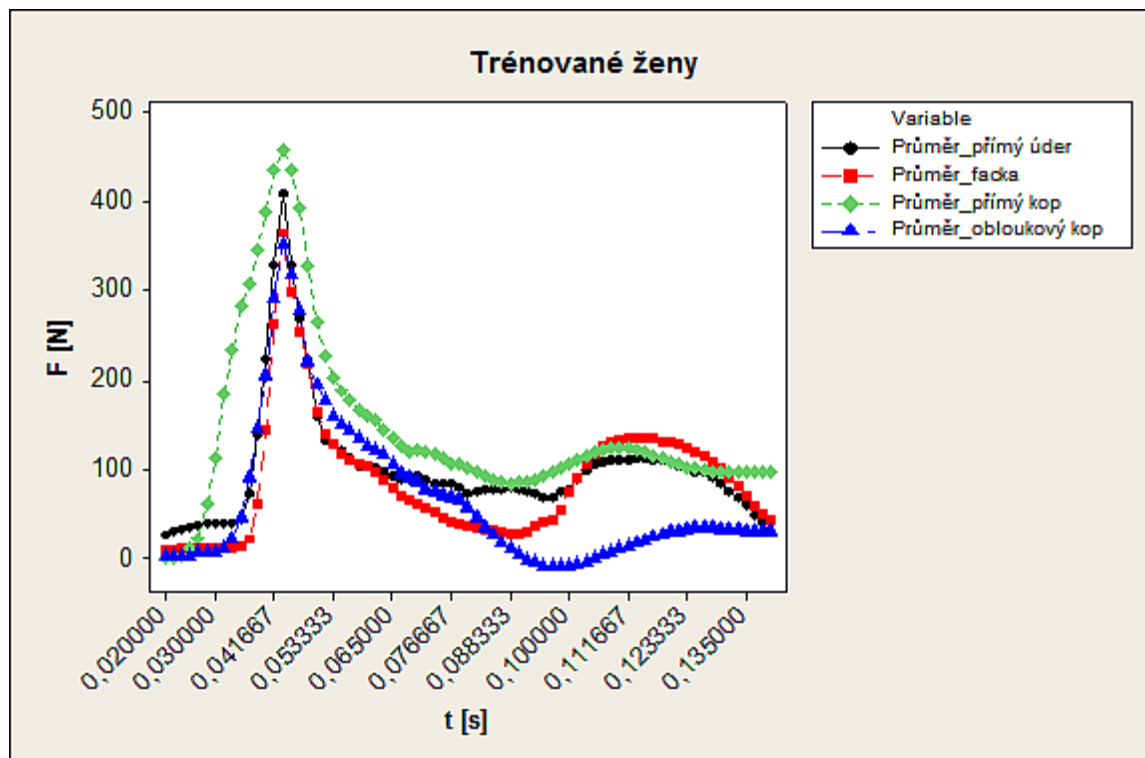
Obr. 124. Zobrazení technik pro samostatné ženy – zkrácený průběh

Tab. 21. Maxima technik pro samostatné ženy

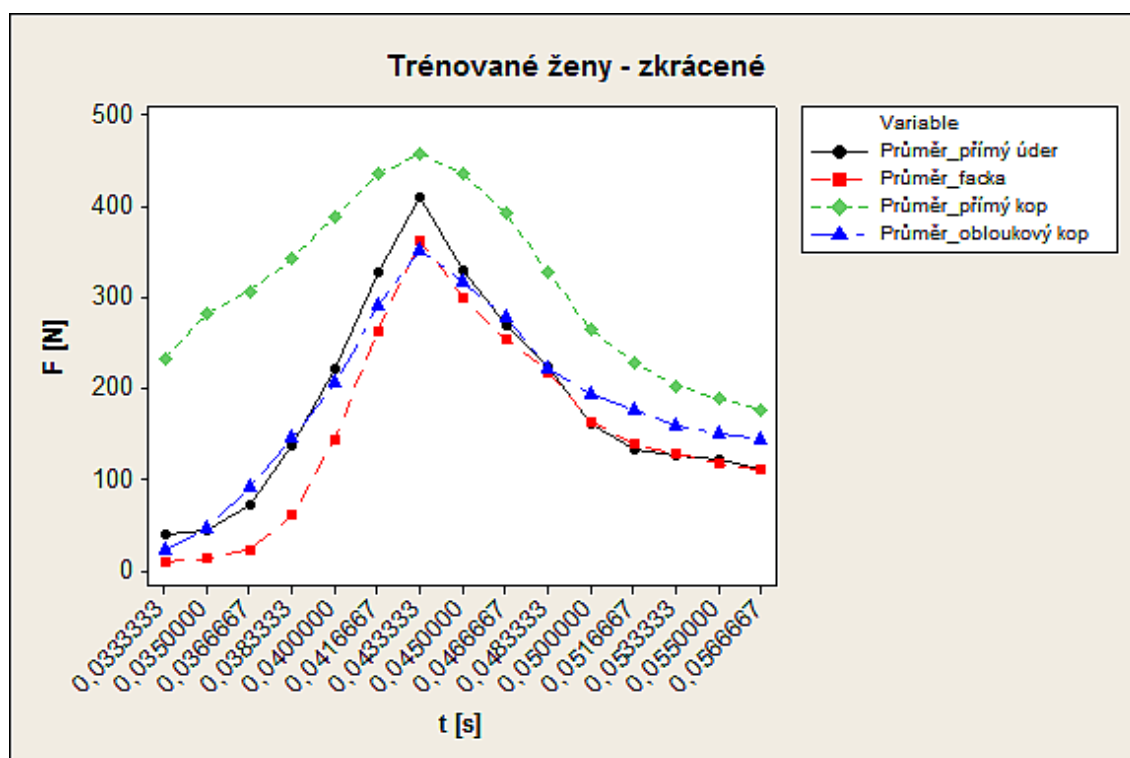
Samostatné ženy	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Přímý úder	197,75	39,29
Facka	157,89	15,75
Přímý kop	295,9	88
Obloukový kop	215,29	29,88

Kategorie samostatných žen (Obr. 123, Obr. 124) je již na první pohled velmi odlišná. Nástupné hrany průběhů jsou velmi prudké, sestupné hrany jsou výrazně pozvolnější. Poprvé je větší rozdíl v maximální síle u přímého úderu a facky (Tab. 21). Opět je přímý kop nejsilnější technikou.

Trénované ženy



Obr. 125. Zobrazení technik pro trénované ženy



Obr. 126. Zobrazení technik pro trénované ženy – zkrácený průběh

Tab. 22. Maxima technik pro trénované ženy

Trénované ženy	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Přímý úder	408,7	223,4
Facka	362,9	212,3
Přímý kop	457,1	108,1
Obloukový kop	351,4	182,7

Trénované ženy mají na první pohled strmější průběh jak nástupné, tak i sestupné hrany (Obr. 125, Obr. 126). Je velmi zajímavé, že přímý úder má větší maximální sílu než obloukový kop. Přímý kop má opět největší maximální sílu (Tab. 22).

Po zpracování výsledků jsou zřejmé tyto závěry:

- Netrénovaní muži – v rámci úderových technik je nejsilnější přímý úder s rozdílem 27,55 N. Pro kopy vyšlo, že nejsilnějším je přímý kop s rozdílem 113,6 N. Oba kopy jsou silnější než kopy od fotbalistů.
- Středně trénovaní muži – nejsilnějším úderem je přímý s rozdílem 15,01 N. U kopů je už změna. Nejvyšší hodnotu má stále přímý kop s rozdílem 120 N, ale přímý kop provedený fotbalistou je nyní silnější než obloukový kop. U obloukového kopu je také vyšší hodnota u fotbalistů.
- Samostatní muži – Silnější je přímý úder, ale s rozdílem 9,08 N. U kopů už je výrazný rozdíl mezi variantou fotbalistů a ostatních. Fotbalisté jsou v rámci přímého kopu silnější o 196,8 N a obloukový kop je vyšší o 257,9 N. Pokud vynecháme kategorii fotbalistů, je silnější přímý kop o 15,5 N.
- Trénovaní muži – silnější je přímý úder o 86,4 N a přímý kop s rozdílem 96,2 N.
- Netrénované ženy – silnější je přímý úder o 7,88 N a přímý kop o 51,25 N.
- Středně trénované ženy – silnější je facka o 27,86 N a přímý kop o 110,8 N.
- Samostatné ženy – přímý úder má vyšší hodnotu o 39,86 N a přímý kop o 80,61 N. Zajímavé je porovnání se středně trénovanými ženami – přímý úder mají silnější samostatné ženy o 5,66 N, ale facka je silnější v kategorii středně trénovaných žen o 62,06 N. Možné vysvětlení je takové, že středně trénované ženy jsou cvičeny v různých úderových technikách, ale ženy procházející bojovými sporty nebo uměními se spíše soustředí na přímý úder než na obloukové varianty.

- Trénované ženy – silnější je přímý úder o 45,8 N a přímý kop o 105,7 N.

Z měření vyplynulo, že jsou výrazné rozdíly mezi pohlavími. Jedině u facky u středně trénovaných žen se maximální síla blíží mužům. U ostatních technických prvků a kategorií jsou výrazné rozdíly. Závislost na ostatních vstupních parametrech (tělesná výška a hmotnost) se neprokázala. Jen u některých kategorií se projevil trend závislosti (rozebráno výše).

Výsledky z experimentů byly použity pro další zpracování, zejména pro nalezení způsobů hodnocení trénovanosti osob.

12. ZPŮSOBY HODNOCENÍ TRÉNOVANOSTI OSOB

Cílem této části disertační práce bylo najít metodiku nebo metodiky, které by dokázaly na základě naměřených údajů kategorizovat osoby podle jejich trénovanosti. Využita byla jako první rychlost, dále síla v podobě impulsu síly a jako poslední byla vytvořena metodika na základě jejich kombinace.

12.1 Hodnocení trénovanosti osob na základě rychlosti

V rámci metodiky hodnocení trénovanosti u přímého úderu byly stanoveny následující koeficienty, které vychází z naměřené rychlosti.

Koeficient monotónnosti funkce

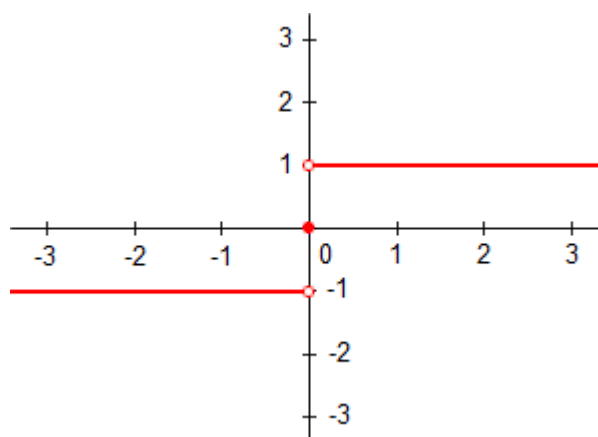
$$k_m = -\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} \operatorname{sgn}(y_{i+1} - y_i) \quad (12.1)$$

k_mkoeficient monotónnosti funkce

npočet dat

Využita byla funkce signum (12.2), (Obr. 127).

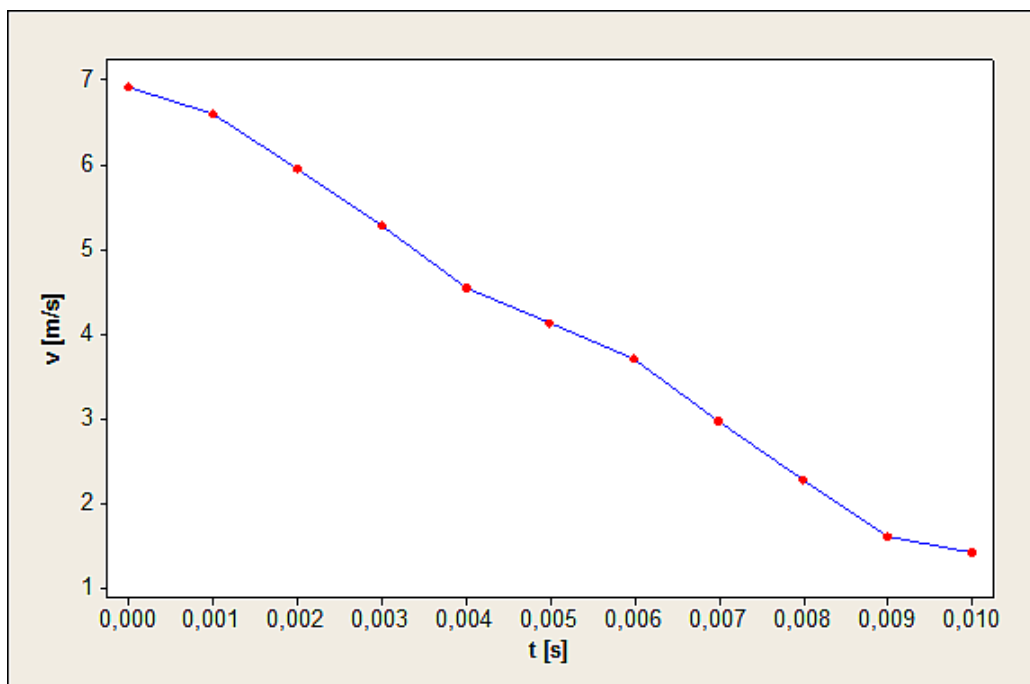
$$\operatorname{sgn}(x) = \begin{cases} 1 & x > 0 \\ 0 & x = 0 \\ -1 & x < 0 \end{cases} \quad (12.2)$$



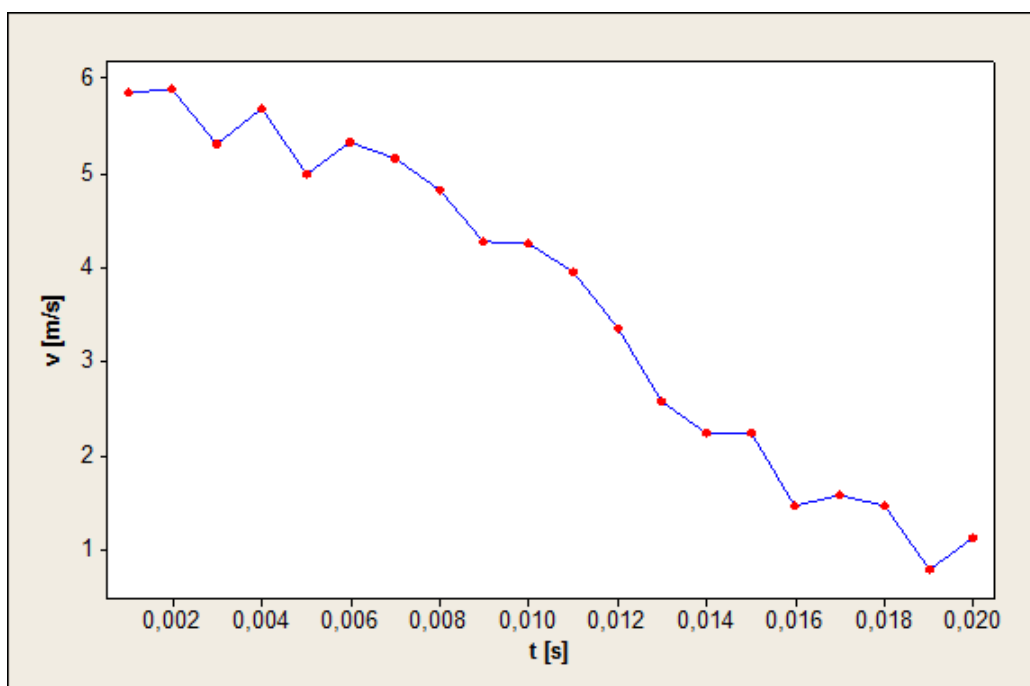
Obr. 127. Funkce signum

Základní myšlenka vychází z toho, že trénovaný úder (Obr. 128) je proveden rychle a jeho křivka je monotónně klesající. To znamená, že nedochází k dotlačování ruky. Byly brány údaje od prvního kontaktu ruky s lapou až po

zastavení jejího pohybu v ose x (moment, ve kterém byla deformace lapy maximální).



Obr. 128. Průběh rychlosti v čase pro trénovaný úder [50]



Obr. 129. Průběh rychlosti v čase pro netrénovaný úder [50]

Jak je z průběhu rychlosti v čase pro netrénovaný úder (Obr. 129) vidět, tento úder není monotónně klesající, ale dochází k výkyvům směrem nahoru. Je to

způsobeno tím, že netrénovaná osoba neumí předat veškerou energii v krátkém plynulém momentu a také se snaží ruku dotlačit pro zvýšení rychlosti a síly úderu.

Koeficient maximální rychlosti

$$k_{mv} = \frac{v_{max}}{v_{mmax}} \quad (12.3)$$

k_{mv}koeficient maximální rychlosti

v_{max}maximální rychlost pro jeden úder

v_{mmax}nejvyšší maximální rychlost v celém souboru dat

Koeficient průměrné rychlosti

$$k_{pv} = \frac{v_p}{v_{pmax}} \quad (12.4)$$

k_{pv}koeficient průměrné rychlosti

v_pprůměrná rychlost pro jeden úder

v_{pmax}nejvyšší průměrná rychlost v celém souboru dat

V rámci každého koeficientu potom bylo stanoveno pořadí jednotlivých vzorků z hlediska celé skupiny pomocí funkce RANK (12.5), (12.6), (12.7).

$$R_m = RANK(k_m) \quad (12.5)$$

$$R_{mv} = RANK(k_{mv}) \quad (12.6)$$

$$R_{pv} = RANK(k_{pv}) \quad (12.7)$$

Koeficient trénovanosti

$$K_T = \frac{R_m + R_{mv} + R_{pv}}{3} \quad (12.8)$$

K_Tkoeficient trénovanosti

R_mpořadí vzorku v souboru z hlediska koeficientu monotónnosti

R_{mv}pořadí vzorku v souboru z hlediska koeficientu maximální rychlosti

R_{pv}pořadí vzorku v souboru z hlediska koeficientu průměrné rychlosti

Koeficient trénovanosti je klasifikátor, podle kterého byly jednotlivé vzorky seřazeny. Následně byla data rozdělena podle pohlaví.

Tab. 23. Seřazení mužů podle koeficientu trénovanosti

Muži	K_T	Muži	K_T	Muži	K_T	Muži	K_T
TM5.2	2,67	TM11.3	21,00	TM19	39,67	STM9	54,67
TM5.3	2,67	TM13.2	21,00	SM3	40,00	STM32.1	56,67
TM14.2	4,67	TM6.2	25,67	STM31.2	40,33	STM32.2	56,67
TM11.1	5,67	TM8.3	25,67	NM1	40,67	SM2.2	57,00
TM4.3	6,00	STM30.3	26,00	STM35.1	40,67	STM34.2	59,67
TM14.1	7,33	TM6.1	27,00	STM12	41,33	NM6	60,00
TM4.2	7,67	TM11.2	27,33	STM11	42,00	SM1.1	60,67
TM20	9,00	STM30.2	29,00	STM8	44,00	STM13	60,67
TM5.1	9,00	TM12.1	30,00	STM34.1	44,33	NM3	62,33
TM12.3	9,33	TM14.3	30,00	STM33.2	45,00	SM2.1	65,00
TM13.3	13,67	TM10.1	30,67	NM8.2	45,67	STM0	65,00
TM21_1	13,67	STM14	31,00	STM36.2	45,67	STM18	65,33
TM13.1	15,00	STM36.4	32,33	NM8.1	46,00	STM16	65,67
TM3.2	15,00	STM35.2	32,67	TM10.2	47,00	STM15	68,00
TM21	17,00	TM8.2	32,67	TM1.1	47,33	STM33.1	72,00
TM12.2	17,33	TM9.1	32,67	NM4	48,33	STM17	75,00
TM3.3	17,67	STM31.3	35,00	NM5	51,00	NM9	76,33
TM8.1	18,00	TM10.3	35,00	SM1.3	51,00	NM2	77,00
TM4.1	18,33	TM1.3	36,00	STM34.3	52,00	STM36.1	80,00
TM6.3	18,33	STM10	36,67	STM36.3	52,00		
TM9.3	19,67	STM30.1	38,33	NM7	53,33		
TM9.2	20,00	STM35.3	39,67	SM1.2	54,00		
SM4	20,67	TM1.2	39,67	STM7	54,67		

Tab. 24. Seřazení žen podle koeficientu trénovanosti

Ženy	K_T	Ženy	K_T
TZ7.2	9,33	STZ8.3	74,67
TZ7.3	13,33	STZ8.1	75,33
TZ7.1	17,67	STZ2	75,67
TZ2.4	49,33	STZ7.2	77,00
TZ2.1	49,67	STZ1	78,00
TZ2.2	57,00	STZ7.1	78,00
STZ10.2	60,33	STZ9.1	82,67
STZ10.1	62,33	STZ9.2	82,67

STZ5	65,67	STZ9.3	83,33
STZ8.2	67,33	STZ4	85,00
STZ3	73,33	NZ1	88,00
STZ6	73,33		

Jak je z výše uvedených tabulek vidět, je možné použít koeficient trénovanosti jako klasifikátor pro rozdělení rychlostí podle stupně trénovanosti. U mužů (Tab. 23) není tolik průkazné seřazení v kategoriích středně trénovaní a netréňovaní. Velkou roli zde hraje genetika, kdy v těchto kategoriích je rozdíl mezi jednotlivými údery větší než mezi jednotlivými kategoriemi. Dá se to vysvětlit tím, že muži mají pro boj více genetických předpokladů.

Pokud ale zvýhodníme některé koeficienty oproti jiným, je možné metodiku zefektivnit. Jako výrazný ukazatel se ukázal koeficient maximální rychlosti. Byla mu přidělena váha 5 (hodnota tohoto koeficientu byla pětinašobně nadřazena ostatním dvěma koeficientům). V níže uvedených tabulkách (Tab. 25, Tab. 26) lze vidět nové seřazení podle koeficientu trénovanosti.

Tab. 25. Seřazení mužů podle nového koeficientu trénovanosti [50]

Muži	K_T	Muži	K_T	Muži	K_T	Muži	K_T
TM5.2	0,8	STM30.3	11,5	TM10.2	20,05	NM7	27,4
TM5.3	1	TM6.1	11,65	TM1.1	20,1	SM1.2	28,3
TM14.2	1,5	TM9.2	12	TM8.2	20,7	STM13	28,7
TM14.1	2,1	TM12.1	12,1	STM35.1	21,1	STM9	29
TM11.1	2,65	SM4	12,3	STM31.3	21,45	STM32.2	29,1
TM4.3	3,9	TM6.2	12,45	NM4	21,65	STM34.2	29,15
TM13.3	4,05	TM11.2	12,7	STM11	22,3	SM1.3	29,25
TM5.1	4,15	TM10.3	13,05	STM12	22,6	STM7	29,6
TM12.3	4,6	TM4.1	13,35	STM36.3	22,6	STM32.1	29,7
TM3.2	5,45	STM14	13,65	NM8.2	22,65	SM1.1	30,5
TM4.2	5,55	STM30.2	15,15	STM34.1	22,65	NM3	30,55
TM12.2	5,6	TM1.2	15,35	STM30.1	22,75	SM2.1	30,95
TM20	5,95	TM10.1	15,4	STM36.2	23,45	NM6	31,2
TM3.3	6,05	TM1.3	15,8	STM33.2	23,55	STM16	33,45
TM9.3	7,35	STM36.4	16,05	STM10	23,9	STM15	34,4
TM21_1	7,45	TM19	16,75	STM8	24,2	STM0	34,55
TM6.3	8,15	TM8.3	17,05	NM5	24,65	STM18	35
TM21	8,35	TM9.1	18,1	NM8.1	24,7	STM33.1	36,8
TM11.3	8,75	TM14.3	18,5	STM35.3	24,75	STM17	36,85
TM13.1	9,45	NM1	18,7	STM31.2	24,85	NM9	37,25
TM8.1	11,1	STM35.2	19,3	STM34.3	26,6	NM2	37,95
TM13.2	11,15	SM3	20	SM2.2	26,75	STM36.1	41

Tab. 26. Seřazení žen podle nového koeficientu trénovanosti [50]

Ženy	K_T	Ženy	K_T
TZ7.2	5,6	STZ1	37,5
TZ7.3	8,4	STZ7.2	37,55
TZ7.1	9,05	STZ8.3	37,8
TZ2.4	22,6	STZ8.1	37,9
TZ2.2	25,15	STZ2	38,35
TZ2.1	26,25	STZ7.1	38,9
STZ10.1	29,75	STZ9.1	40,8
STZ10.2	30,45	STZ9.2	41,6
STZ5	31,85	STZ9.3	41,9
STZ8.2	32,5	STZ4	42,95
STZ3	35,8	NZ1	44,6
STZ6	36,2		

Metodika hodnocení rychlosti pomocí koeficientu trénovanosti je jedna z možností, jak seřadit naměřené hodnoty tak, aby byl poznat rozdíl mezi pohlavími a také mezi stupni trénovanosti. Snahou bylo najít matematické koeficienty a jejich kombinaci, které by dokázaly vyjádřit rozdíly mezi kategoriemi a podložit, proč tyto rozdíly existují.

12.2 Hodnocení trénovanosti osob na základě impulsu síly

Předchozí metodika hodnocení trénovanosti byla zaměřena pouze na rychlost přímého úderu. Dalším krokem bylo zaměření se na sílu, zda můžeme trénovanost určit také z jejího rozboru.

Maximální síla byla zjištěna pomocí tenzometrického snímače L6E-C3-300kg (Tab. 27).

Tab. 27. Maximální síla a směrodatná odchylka u přímého úderu [55]

Kategorie osob	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Netrénovaní muži	233,76	82,23
Středně trénovaní muži	260,28	123,05
Samostatní muži	278,97	118,56
Trénovaní muži	612,6	203,4
Netrénované ženy	169,9	33,87
Středně trénované ženy	192,09	31,21

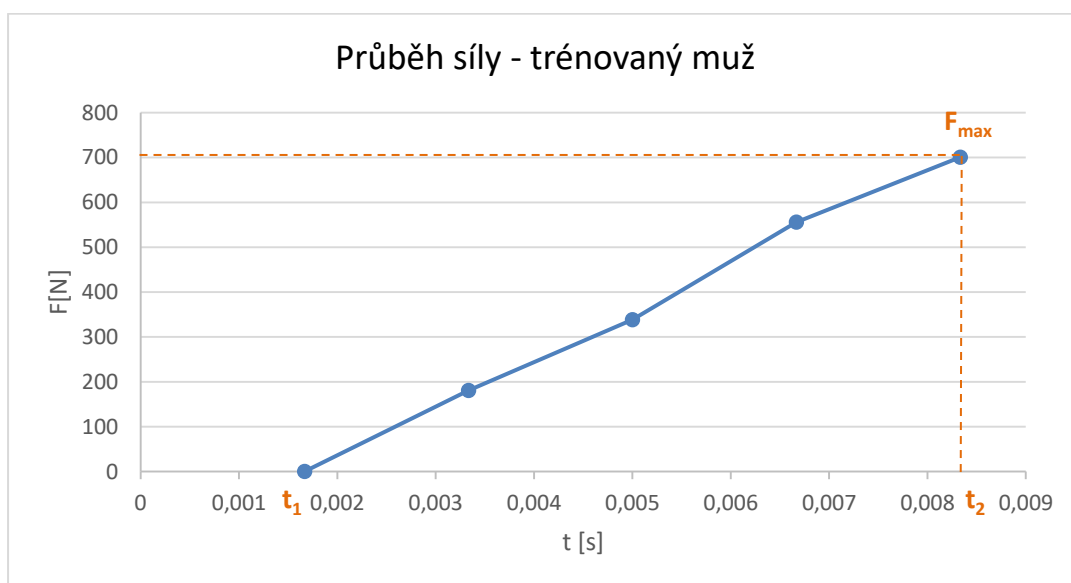
Samostatné ženy	197,75	39,29
Trénované ženy	408,7	223,4

Je vidět, že mezi kategoriemi jsou rozdíly v maximální síle, ale vzhledem k relativně velké směrodatné odchylce není možné říct, že by byly jasně ohraničené hranice mezi jednotlivými kategoriemi. Pro posouzení účinku síly byl využit impuls síly, který je dán vztahem (12.9):

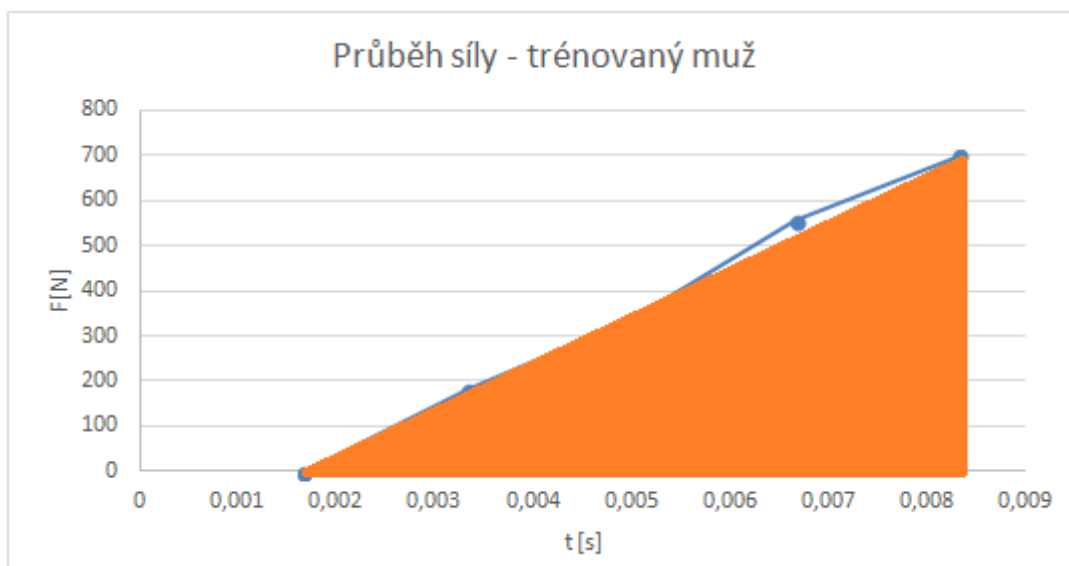
$$I = F \Delta t \quad (12.9)$$

Náhodně bylo vybráno pět úderů z každé skupiny podle trénovanosti a byl vypočítán impuls síly (Obr. 130). Pro výpočet bylo použito zjednodušení pomocí trojúhelníku (12.10), (Obr. 131):

$$I = \frac{F_{max} (t_2 - t_1)}{2} \quad (12.10)$$



Obr. 130. Vypočet impulsu síly – část 1 [55]



Obr. 131. Vypočet impulsu síly – část 2 [55]

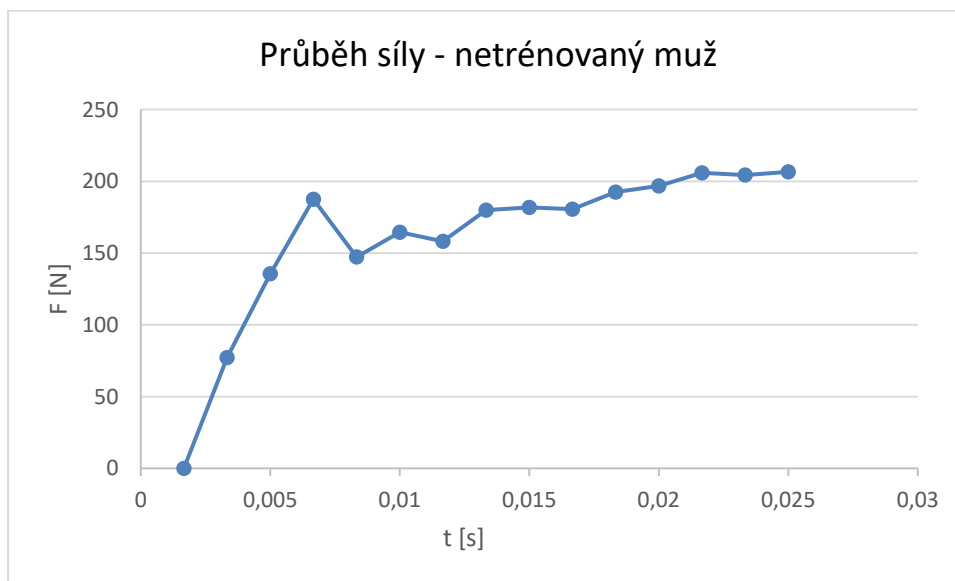
V Tab. 28 jsou výsledky pro jednotlivé kategorie, spolu s jejich průměrem a směrodatnou odchylkou.

Tab. 28. Impuls síly úderu [55]

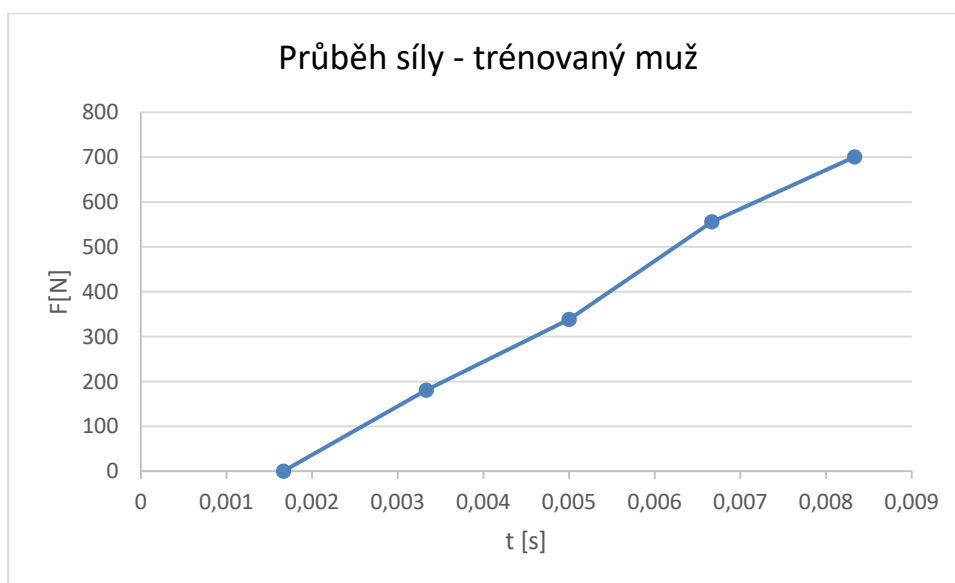
Vzorek	I_{NM} [N s]	I_{STM} [N s]	I_{SM} [N s]	I_{TM} [N s]
1	2,39	4,93	2,55	2,39
2	2,48	2,47	2,7	1,97
3	1,41	2,74	4,68	2,95
4	2,66	0,89	2,27	1,83
5	1,75	6,24	3,88	2,19
Průměr	2,138	3,454	3,216	2,266
Odchylka	0,476126	1,896972	0,915305	0,391592
Vzorek	I_{NZ} [N s]	I_{STZ} [N s]	I_{SZ} [N s]	I_{TZ} [N s]
1	6,88	2,43	4,24	3,56
2	1,9	2,06	3,39	1,74
3	1,56	2,88	3,45	1,61
4	0,68	0,58	0,58	1,1
5	2,51	1,02	0,6	0,68
Průměr	2,706	1,794	2,452	1,738
Odchylka	2,169254	0,863426	1,54965	0,986152

Při porovnání jednotlivých impulsů síly se ukázalo, že není možné nalézt jasný trend, podle kterého by se daly určit osoby podle stupně trénovanosti. Trénované osoby měly v několika případech nižší impuls síly než osoby netréované.

Dalším krokem byla analýza průběhů síly mezi netrévanými a trénovanými osobami a hledání, proč impuls síly vyšel jako nevhodná veličina pro metodiku.



Obr. 132. Průběh síly u netrévaného muže [55]

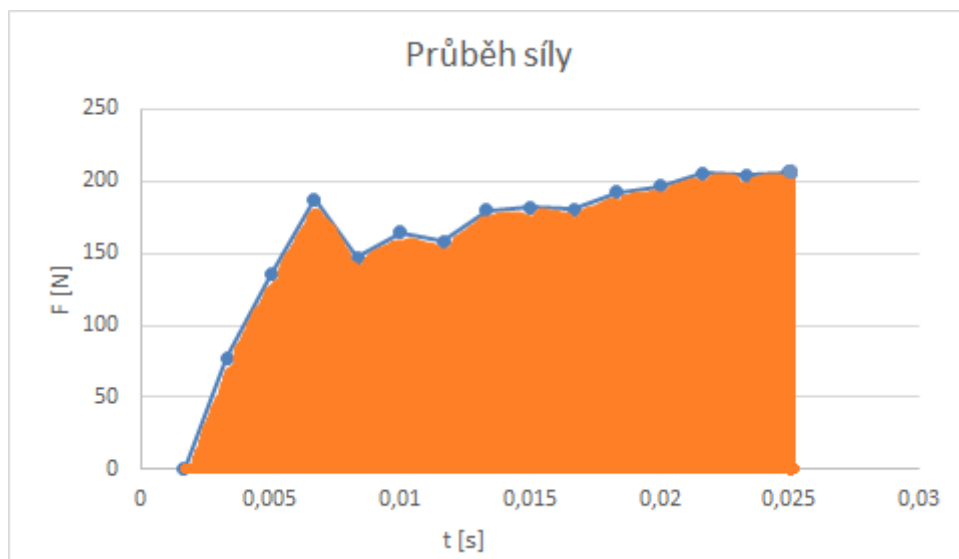


Obr. 133. Průběh síly u trénovaného muže [55]

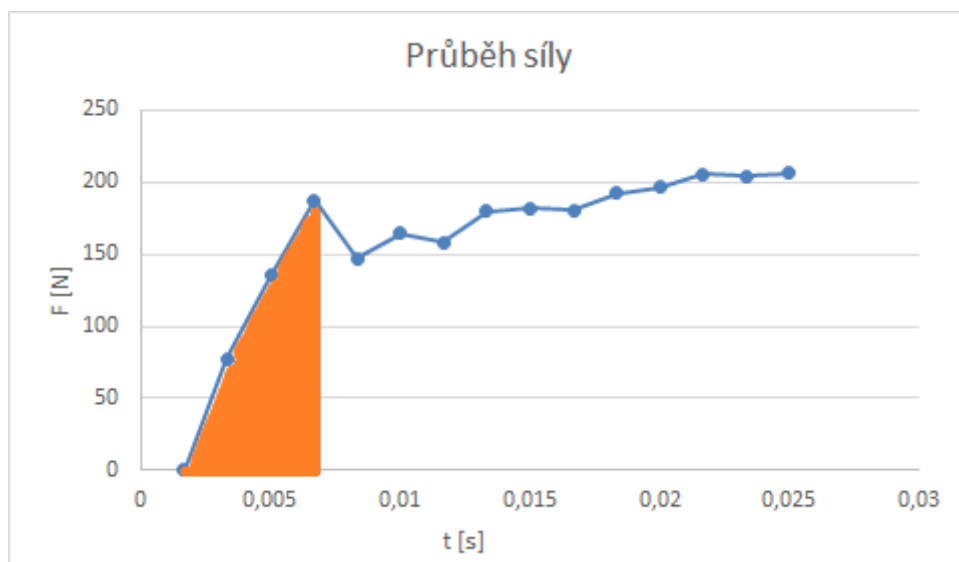
Pro výpočet impulsu síly byl použit celý průběh síly až po maximální sílu. Když ale porovnáme průběh u netrévané osoby (Obr. 132) a trénované (Obr. 133), je patrné, že maximální síla je u trénované daleko vyšší, ale je krátký časový interval, kdy úder působí. Naopak u netrévaného je maximální síla výrazně menší, ale časový interval výrazně větší, proto jsou ve výsledku impulsy síly velmi podobné.

Z tohoto důvodu byly úderové všechny osoby rozděleny na více částí. První část je úderová, kdy dochází k rychlému nárůstu síly. Druhá část je tlaková, kdy dochází k výraznému zpomalení nárůstu síly, nebo dokonce k jejímu poklesu. Tato část trvá až k dosažení maximální síly. Poslední část je klesající, kdy je úder dokončen a ruka je stahována zpět. Tato část není v metodice analyzována.

Na základě tohoto rozdělení byly všechny analyzované úderové upraveny a byla z nich vybrána jenom úderová část, již ne tlaková. Rozdíl je znázorněn níže (Obr. 134, Obr. 135).



Obr. 134. Impuls síly po maximální sílu [55]



Obr. 135. Impuls síly úderové části [55]

V Tab. 29 jsou nové impulsy síly vypočítané pouze z úderových částí.

Tab. 29. Impuls síly úderové části [55]

Vzorek	I_{NM} [N s]	I_{STM} [N s]	I_{SM} [N s]	I_{TM} [N s]
1	0,244167	0,236167	0,45075	2,734666
2	0,1105	0,3425	0,269167	3,383666
3	0,46175	0,4225	0,2785	2,475
4	0,353667	0,45025	0,4395	3,701667
5	0,284	0,47975	0,302833	2,762333
Průměr	0,290817	0,386233	0,34815	3,011466
Odchylka	0,116538	0,087854	0,080018	0,456375
Vzorek	I_{NZ} [N s]	I_{STZ} [N s]	I_{SZ} [N s]	I_{TZ} [N s]
1	0,037	0,34675	0,654667	1,786666
2	0,1575	0,34325	0,270167	1,739
3	0,213	0,202833	0,414	2,23625
4	0,092	0,392667	0,576667	1,609667
5	0,04525	0,204333	0,42225	2,175
Průměr	0,10895	0,297967	0,46755	1,909317
Odchylka	0,067387	0,079014	0,134758	0,249525

Z tabulky je patrné, že jsou rozpoznatelné rozdíly mezi jednotlivými kategoriemi. Směrodatné odchylky jsou také nižší. U skupin středně trénovaných a samostatných osob nejsou rozdíly veliké, ale to je logické vzhledem k tomu, že obě skupiny praktikují některý z bojových systémů, sportů nebo umění. Lze tedy vyvodit závěr, že lze na základě impulsu síly rozčlenit osoby do různých kategorií dle trénovanosti (Tab. 30, Tab. 31).

Tab. 30. Intervaly jednotlivých kategorií u mužů [55]

	Interval
NM	0,174 - 0,407
STM	0,298 - 0,474
SM	0,268 - 0,428
TM	2,555 - 3,468

Tab. 31. Intervaly jednotlivých kategorií u žen [55]

	Interval
NZ	0,041 - 0,176
STZ	0,219 - 0,377
SZ	0,332 - 0,602
TZ	1,660 - 2,159

Kategorie středně trénovaných mužů a samostatných mužů nevykazuje výrazné rozdíly, proto došlo k jejich spojení do jednoho společného intervalu (Tab. 32), pojmenován byl jako spojení středně trénovaní muži (dále jen SSTM). U žen bylo toto spojení provedeno také, i když rozdíly byly výraznější, proto došlo k rozšíření intervalu (Tab. 33).

Tab. 32. Finální intervaly u mužů [55]

	Interval
NM	0,174 - 0,407
SSTM	0,268 - 0,474
TM	2,555 - 3,468

Tab. 33. Finální intervaly u žen [55]

	Interval
NZ	0,041 - 0,176
SSTZ	0,219 - 0,602
TZ	1,660 - 2,159

U intervalů u mužů je patrné, že netréňovaní se částí intervalu kryjí se spojenými středně trénovanými muži. Tento problém se objevil už u metodiky hodnocení pomocí rychlosti. Rozdělit netréňované a středně trénované muže nejde tak jednoznačně jako trénované. U žen jsou tyto rozdíly výraznější.

12.3 Hodnocení trénovanosti osob na základě efektivní úderové hmotnosti

Předchozí dvě metodiky se zabývaly analýzou rychlosti a analýzou síly. Cílem této nové metodiky je analyzovat obě veličiny společně. Jako výchozí rovnice byl zvolen 2. Newtonův zákon.

2. Newtonův zákon (12.11):

$$F = m a \quad (12.11)$$

Po úpravě (12.12):

$$F = m \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (12.12)$$

Hybnost je (12.13):

$$\Delta p = m \Delta v \quad (12.13)$$

Po úpravě dostáváme 1. Impulsovou větu (12.14):

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad (12.14)$$

Cílem této metodiky bylo vypočítat efektivní dopadovou hmotnost, tedy hmotnost, která je skutečně vložena do úderu.

$$m = \frac{F \Delta t}{\Delta v} \quad (12.15)$$

$$I = F \Delta t \quad (12.16)$$

Impuls síly (12.16) je vyjádřen součinem síly a časovým intervalem, po který tato síla působí. Impulzy síly jsou převzaty z metodiky na hodnocení trénovanosti na základě impulsu síly. Po úpravě je celý vzorec na efektivní dopadovou hmotnost (označena jako m_d) následující (12.17), (12.18).

$$m = \frac{I}{v} \quad (12.17)$$

$$m_d = \frac{F_{max} (t_2 - t_1)}{2 v_{max}} \quad (12.18)$$

Tato efektivní dopadová hmotnost udává, kolik z hmotnosti osoba vloží do úderu. Tato hodnota je ale velmi ovlivněna celkovou hmotností těla (označena jako M), proto byl vytvořen koeficient efektivní dopadové hmotnosti K_d (12.19).

$$K_d = \frac{m_d}{M} \quad (12.19)$$

Následně byl tento koeficient zlogaritmován přirozeným logaritmem a vznikl tak výsledný koeficient trénovanosti (označen jako k_{007}), udávající stupeň trénovanosti osoby (12.20).

$$k_{007} = \ln (K_d) \quad (12.20)$$

Tab. 34. Netrénovaní muži [47]

NM	m_d	M	k_{007}	σ
NM_1	0,05078	65	-7,15465	
NM_2	0,044719	86	-7,5617	
NM_3	0,066714	92	-7,22912	
NM_4	0,075747	98	-7,16533	
NM_5	0,058281	65	-7,01687	
NM_6	0,080777	126	-7,35234	
NM_7	0,025696	110	-8,3619	
NM_8	0,038132	95	-7,82058	
Průměr	0,055106		-7,3834	0,417595

Tab. 35. Středně trénovaní muži [47]

STM	m_d	M	k_{007}	σ
STM_1	0,03538	65	-7,516	
STM_2	0,03337	95	-7,95397	
STM_3	0,036715	95	-7,85846	
STM_4	0,039349	95	-7,78917	
STM_5	0,062095	94	-7,32239	
STM_6	0,04036	94	-7,7532	
STM_7	0,046765	78	-7,41932	
STM_8	0,031462	78	-7,81568	
STM_9	0,050734	65	-7,15555	
STM_10	0,036899	93	-7,83218	
STM_11	0,059253	93	-7,35854	
STM_12	0,070783	78	-7,00484	
STM_13	0,072084	78	-6,98663	
STM_14	0,048047	78	-7,39228	
STM_15	0,069463	81	-7,0614	
Průměr	0,048851		-7,4288	0,324215

Tab. 36. Samostatní muži [47]

SM	m_d	M	k_{007}	σ
SM_1	0,039387	115	-7,97925	
SM_2	0,047598	110	-7,74544	
SM_3	0,063428	110	-7,45833	
SM_4	0,054472	100	-7,51523	
SM_5	0,046043	100	-7,68335	

SM_6	0,06889	76	-7,00597	
Průměr	0,053303		-7,5167	0,301257

Tab. 37. Trénování muži [47]

TM	m_d	M	k_{007}	σ
TM_1	0,362736	89	-5,50272	
TM_2	0,298525	78	-5,56561	
TM_3	0,451732	86	-5,24901	
TM_4	0,447632	67	-5,00848	
TM_5	0,230559	68,8	-5,69845	
TM_6	0,386862	89	-5,43832	
TM_7	0,223762	75	-5,81466	
TM_8	0,309457	73	-5,46339	
TM_9	0,457926	100	-5,38622	
Průměr	0,352132		-5,4328	0,223586

Tab. 38. Netrénované ženy [47]

NZ	m_d	M	k_{007}
NZ_1	0,020325	82	-8,30263
Průměr	0,020325		-8,3026

Tab. 39. Středně trénované ženy [47]

STZ	m_d	M	k_{007}	σ
STZ_1	0,079721	67	-6,73391	
STZ_2	0,082675	70	-6,74134	
STZ_3	0,043198	64	-7,30085	
STZ_4	0,077784	71	-6,8165	
STZ_5	0,041638	71	-7,44143	
STZ_6	0,075392	56	-6,6104	
STZ_7	0,04684	56	-7,08637	
STZ_8	0,058548	56	-6,86326	
STZ_9	0,04533	67	-7,29847	
STZ_10	0,069269	68	-6,88927	
Průměr	0,062039		-6,9432	0,270423

Tab. 40. Trénované ženy [47]

TZ	m_d	M	k₀₀₇	σ
TZ_1	0,277216	71	-5,54564	
TZ_2	0,331718	71	-5,36615	
TZ_3	0,362381	71	-5,27774	
TZ_4	0,197744	65	-5,79517	
TZ_5	0,238287	65	-5,60867	
TZ_6	0,239685	65	-5,60282	
Průměr	0,274505		-5,5183	0,169553

Z předchozích tabulek je zřejmé, že koeficient k₀₀₇ ukazuje trend v jednotlivých kategoriích. Jak již předchozí metodiky ukázaly, a i tato to potvrdila, skupina netrénovaných mužů a skupiny středně trénovaných a samostatných mužů jsou velmi blízko u sebe. U žen je trend daleko výraznější, problém je zde v menším počtu vzorků, proto skupina netrénovaných žen není vědecky relevantní, pouze ilustrační. V Tab. 41 jsou uvedeny průměrné hodnoty.

Tab. 41. Průměrné hodnoty [47]

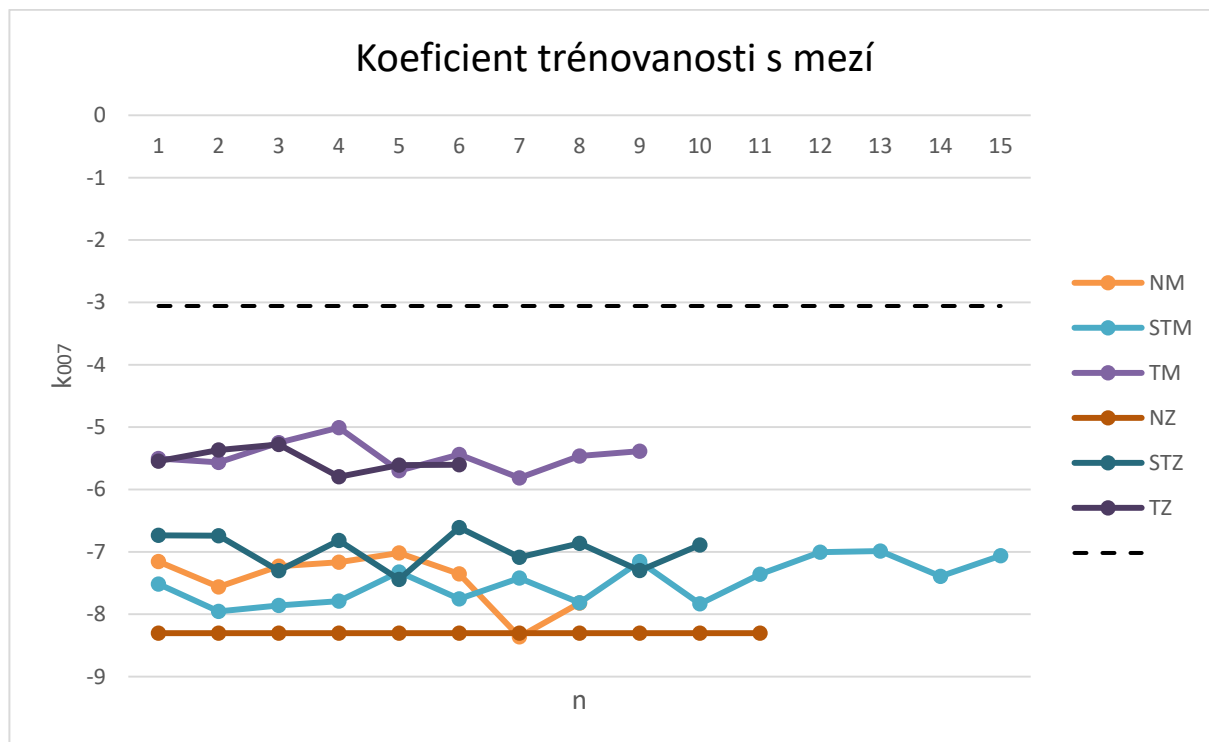
	m_d	k₀₀₇	σ
NM	0,055106	-7,38338	0,417595
STM	0,048851	-7,42878	0,324215
SM	0,053303	-7,51674	0,301257
TM	0,352132	-5,43283	0,223586
NZ	0,020325	-8,30263	
STZ	0,062039	-6,94324	0,270423
TZ	0,274505	-5,51829	0,169553

Pro další zpracování byla stanovena hraniční mez, kterou není možné přesáhnout. Vycházela z fyziologických předpokladů, že nelze přesáhnout hmotnost horní končetiny. Vypočítala se proto celková hmotnost končetiny (Tab. 42), zlogaritmovala se a tím byla stanovena mez.

Tab. 42. Segmenty těla a podíl segmentů na hmotnosti [56]

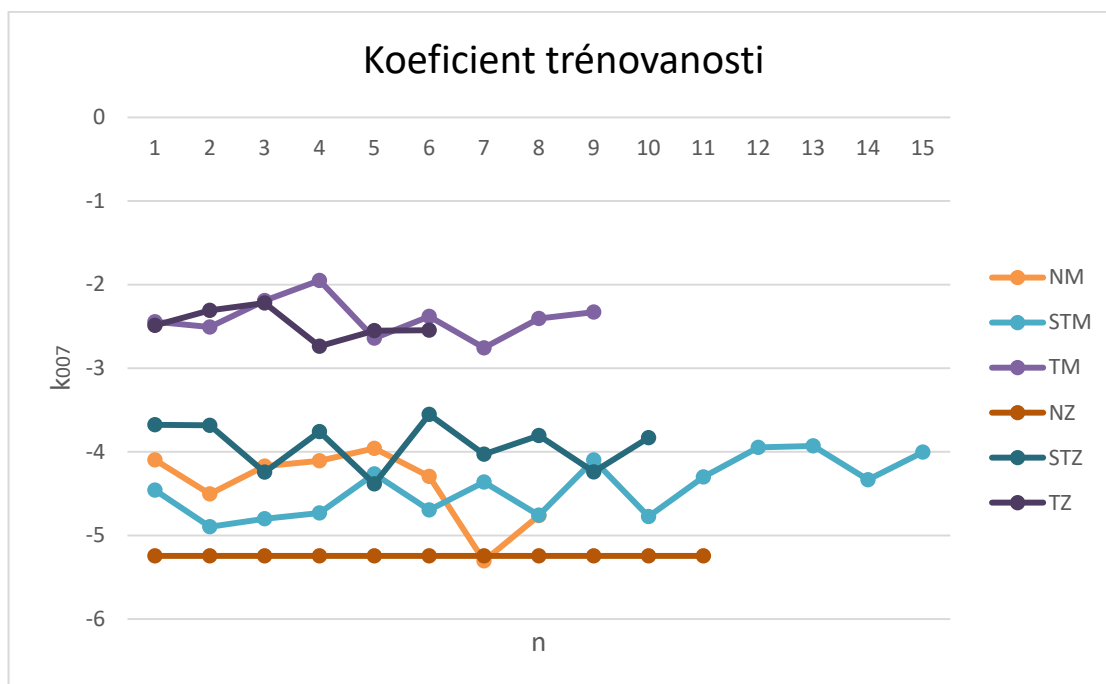
Segmenty těla		Podíl segmentů
Hlava		7%
Trup		46,4%
Horní končetina	Paže	2,7%
	Předloktí	1,4%
	Ruka	0,6%

Dolní končetina	Stehno	13,4%
	Bérec	3,7%
	Noha	1,5%



Obr. 136. Koeficient trénovanosti s vyznačenou mezí [47]

Na Obr. 136 je mez vyznačena černou přerušovanou čarou. Je zřejmé, že trénované osoby se této mezi přibližují daleko více než osoby středně trénované a netréované. Je zajímavé, že koeficient trénovanosti je u mužů i u žen velmi podobný. Pokud mez posuneme na osu x, dostaneme graf níže (Obr. 137).

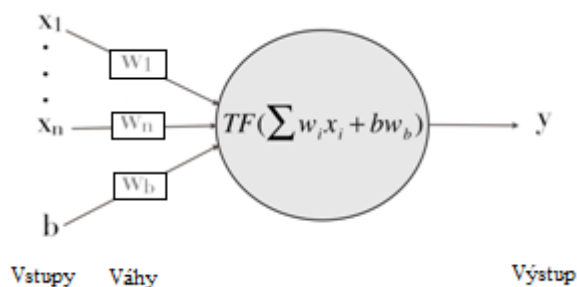


Obr. 137. Koeficient trénovanosti [47]

12.4 Hodnocení s využitím neuronových sítí

Umělé neuronové sítě jsou inspirovány neuronovými systémy v přírodě. Neuronové sítě transformují signál ze vstupních údajů na výstupní odezvu sítě. Jejich předností a důvodem, proč se začaly využívat, je jejich schopnost učit se [57],[58],[59],[60],[61],[62].

Základní model neuronu obsahuje n vstupů, práh a jeden výstup. Důležitou proměnou jsou váhy. Jsou prostředkem učení. Váhy mohou význam konkrétního vstupu posílit nebo utlumit. Lze také říci, že určují důležitost jednotlivých vstupů. Základní model neuronu je zobrazen na Obr. 138.



Obr. 138. Neuron McCulloch-Pitts (MCP) [52]

$x_1 - x_n$	vstupy
b	bias (práh)
$w_1 - w_n, w_b$	váhy

TF *transfer function (přenosová funkce)*
y *výstup*

V samotném neuronu poté probíhají dva procesy a to výpočet vnitřního potenciálu a výpočet hodnoty výstupu pomocí přenosové funkce. Vnitřní potenciál neuronu je hodnota, která vzniká sumací součinů vstupů (včetně prahu) a jejich vah. Přenosová funkce slouží k modulování výstupu na základě vnitřního potenciálu. Bývá nazývána také aktivační funkce [57],[58],[59],[60],[61],[62].

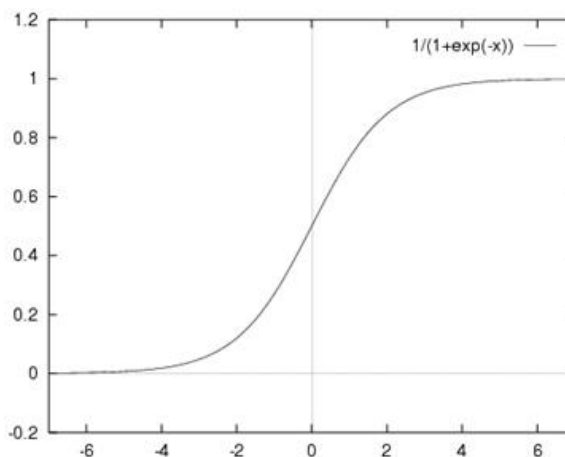
Vnitřní potenciál lze vyjádřit rovnicí (12.21):

$$\delta = \sum_{i=1}^n (x_i w_i) + b w_b \quad (12.21)$$

Umělé neuronové sítě využívají různých přenosových funkcí, například binární skokovou funkci (12.22).

$$y = \begin{cases} 1 & \delta \geq 0 \\ 0 & \delta < 0 \end{cases} \quad (12.22)$$

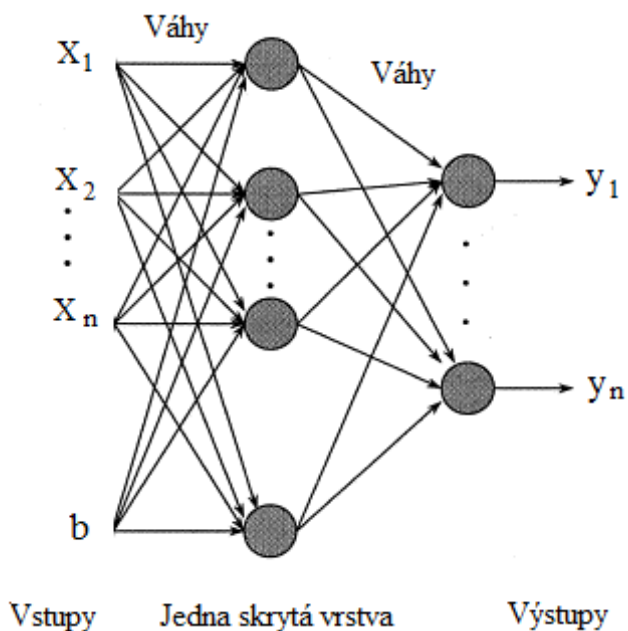
V rámci experimentu byla použita jako aktivační funkce logistická sigmoida (12.23) a (Obr. 139).



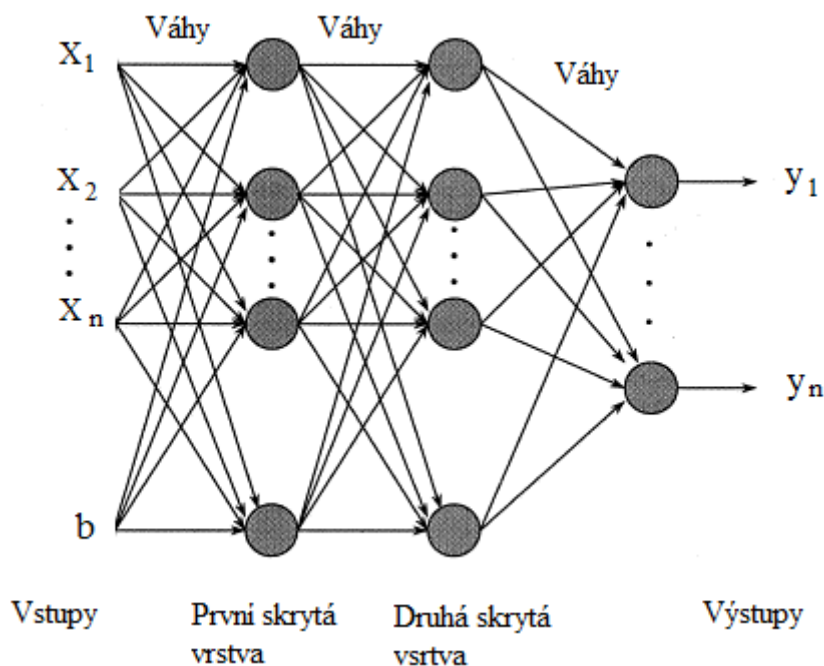
Obr. 139. Sigmoida [57]

$$y = 1/(1 + e^{-\delta}) \quad (12.23)$$

Neuronové jednotky se spojují do větších sítí. Jako základní příklad lze uvést spojení neuronů, kdy si jedna vrstva jako vstupy bere výstupy z předchozí vrstvy. Taková síť se nazývá síť s dopředným šířením (Feedforward Neural Network). Nachází se v ní vstupní vrstva neuronů, výstupní vrstva a libovolný počet vrstev mezi nimi, kterým se říká vrstvy skryté. Vstupní signál se tedy šíří přes vstupní vrstvu, skryté vrstvy a výstupní vrstvu, na obrázcích (Obr. 140, Obr. 141) zleva doprava.



Obr. 140. Neuronová síť s jednou skrytou vrstvou [58]



Obr. 141. Neuronová síť s dvěma skrytými vrstvami [58]

Neuronová síť je založena na učení se, tedy je potřeba přednastavit váhy pomocí učícího (trénovacího) algoritmu. Soubor dat je rozdělen na trénovací skupinu a testovací skupinu. Přiřazení do jednotlivých skupin se provádí různě, například náhodným výběrem vzorků nebo předem určeným způsobem. Smyslem učení je eliminovat chybu na výstupní vrstvě v trénovací sadě dat. Následně se na testovací skupině vyzkouší, zda se neuronová síť naučila vstupy správně klasifikovat.

12.4.1 Popis experimentů

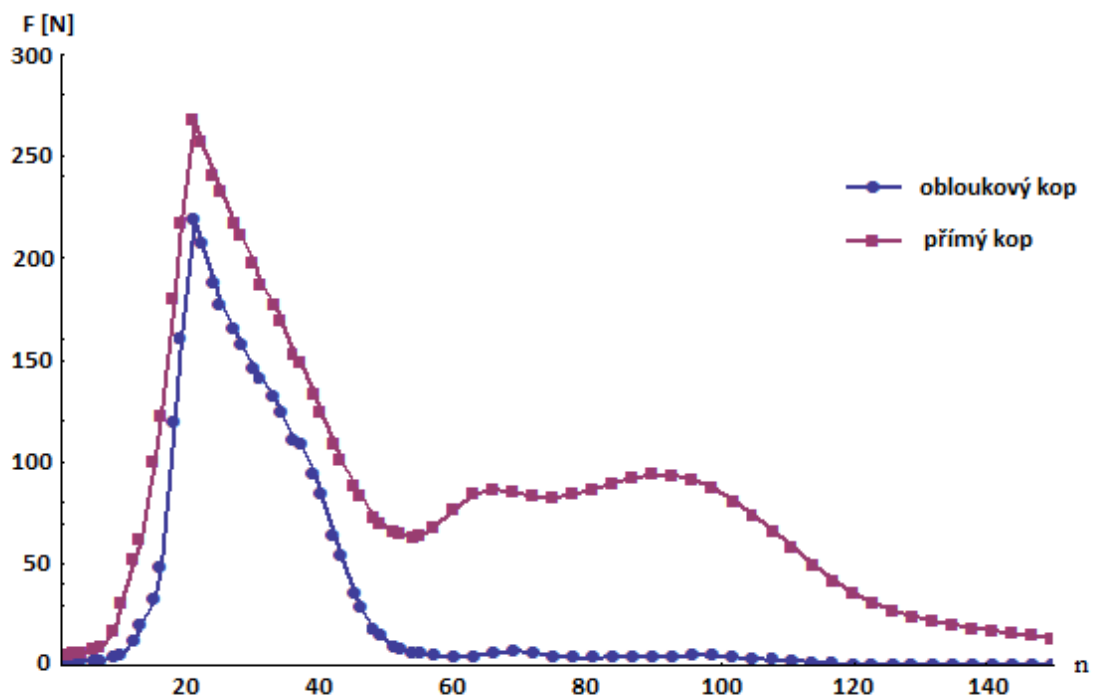
Cílem experimentů bylo zjistit, zda je možné na základě vstupních dat naučit neuronovou síť rozpoznávat, o jaký typ úderu nebo kopu se jednalo, rozpoznat pohlaví osoby i stupeň trénovanosti. Bylo provedeno několik dílčích zpracování dat. Výsledky prokázaly dobrou použitelnost neuronové sítě na tento typ úloh.

Experiment 1. Tento výzkum byl zaměřen na porovnání přímého kopu a obloukového kopu, přičemž každá technika byla provedena desetkrát. Bylo vybráno 103 osob, které byly rozděleny do skupin podle pohlaví a podle trénovanosti (Tab. 43). Cílem bylo zjistit, zda neuronová síť dokáže rozpoznat stupeň trénovanosti jednotlivých osob.

Tab. 43. Počet osob v jednotlivých skupinách

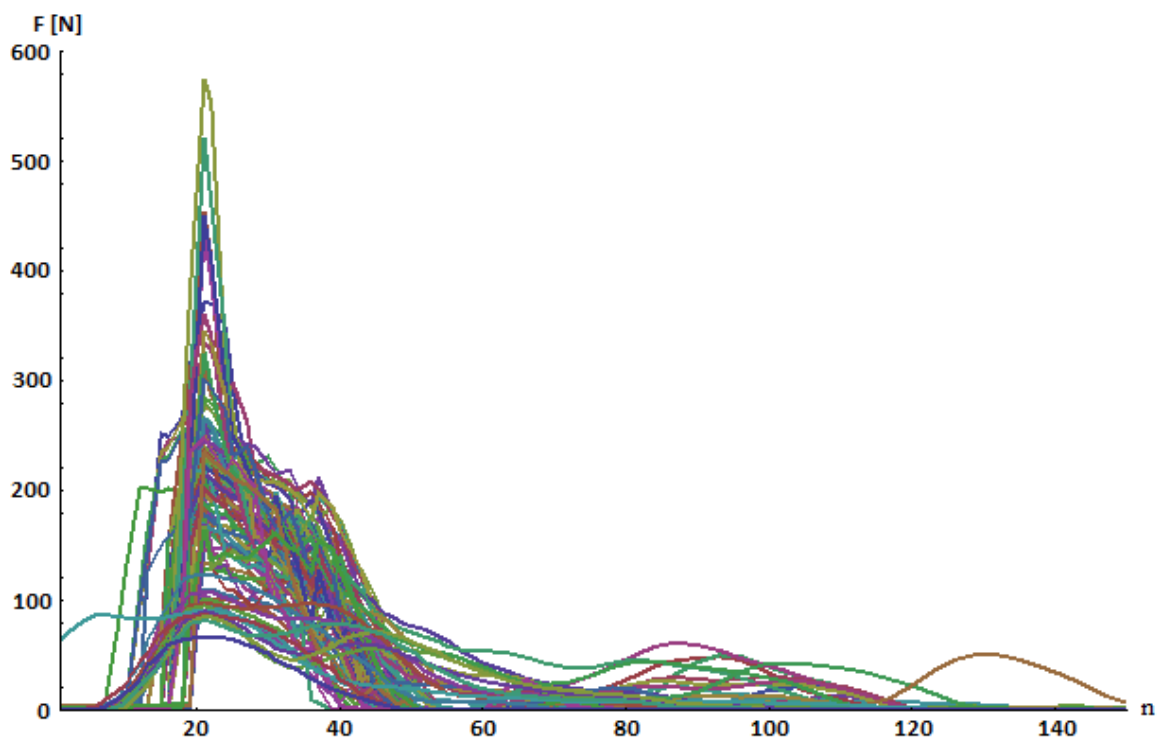
Skupina	Počet účastníků
Netrénovaní muži	44
Středně trénovaní muži	32
Muži hrající fotbal	18
Netrénované ženy	9

Pro neuronovou síť je vždy nutné vybrat vhodné vstupní atributy. Jako nejjednodušší se zprvu zdálo využít časovou řadu měření síly jednotlivých kopů. Graf je názorným způsobem, jak porovnat rozdíly průběhů hodnot pro jednotlivé skupiny. V grafu průměrné síly obloukového a přímého kopu jsou výrazné rozdíly (Obr. 142), ale při vyobrazení všech průběhů jsou tyto rozdíly nerozpoznatelné (Obr. 143), průběhy jednotlivých instancí se překrývají. Pro neuronovou síť by bylo prakticky nemožné tato data kvalitně rozpoznat. Je tedy potřeba data nějakým vhodným způsobem transformovat.



Obr. 142. Průměrný průběh síly – netréované ženy [43]

nčasový průběh v krocích
 Fzměřená síla

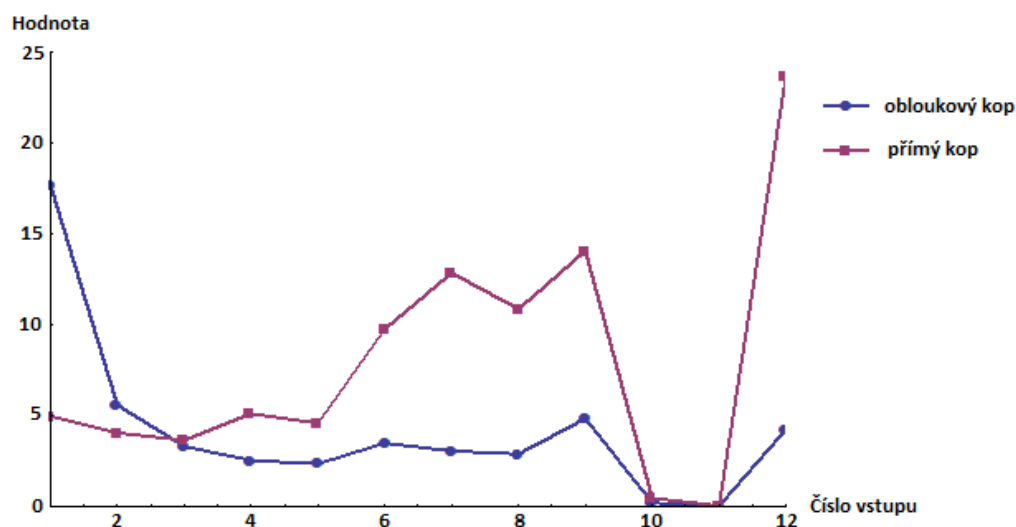


Obr. 143. Jednotlivé průběhy síly – netréované ženy [43]

Jako jedna z vhodných možností byla využita spektrální sekvence dat. Smyslem je záměna osy x a y a vzorkování dat podle zvolené sekvence. V rámci tohoto experimentu byly zvoleny tři sekvence:

- Rozmezí 3 N – 53 N s krokem po 10 N
- Rozmezí 73 N – 133 N s krokem po 20 N
- Rozmezí 201 N – 801 N s krokem po 200 N

Z tohoto vzorkování bylo použito 11 vstupních hodnot pro každý průběh síly v čase. Jako dvanáctý vstup do neuronové sítě se zadával medián (Obr. 144).



Obr. 144. Vstupní hodnoty pro experiment_1 [43],[63]

Byly použity dvě metody rozdělení vzorků do trénovací a testovací skupiny. První variantou (a) bylo rozdělení vzorků na poloviny v každé skupině podle osob. V druhé variantě (b) se od každé osoby využila polovina vzorků do trénovací skupiny a druhá polovina vzorků do testovací. Počet vzorků se u různých osob lišil. Druhá varianta tedy eliminovala nepoměr v zastoupení jednotlivých vzorků. Z mnoha experimentů byly do Tab. 44 vybrány počty neuronů ve skryté vrstvě, které vykazovaly nejmenší výstupní chybu po ukončení trénování.

Tab. 44. Nastavení a parametry trénování neuronové sítě [43]

Skupina	RMSE	Počet neuronů ve skryté vrstvě	Iterace
Netrénovaní muži (a)	0.197889	3	60

Netrénovaní muži (b)	0.202538	3	60
Středně trénovaní muži (a)	0.172885	2	60
Středně trénovaní muži (b)	0.189389	3	20
Muži hrající fotbal (a)	2.02E-15	3	40
Muži hrající fotbal (b)	0.127763	2	40
Netrénované ženy (a)	0.255196	7	60
Netrénované ženy (b)	0.246739	2	30

RMSE...střední kvadratická chyba

Z tabulky (Tab. 45) vyplývá, že úspěšnost je ve většině případů nad 90% nebo se k této hranici blíží. Jenom v případě netrénovaných žen je úspěšnost 82,222%.

Tab. 45. Počet úspěšně klasifikovaných vzorků [43]

Skupina	N₁/N₂	RMSE	N₃	N₃ [%]	N₄	N₄ [%]
Netrénovaní muži (a)	440	0.198	422	95.909	399	90.681
Netrénovaní muži (b)	440	0.203	418	95	407	92.5
Středně trénovaní muži (a)	320	0.173	310	96.875	287	89.687
Středně trénovaní muži (b)	320	0.189	308	96.25	285	89.062
Muži hrající fotbal (a)	180	2.02E-15	180	100	165	91.666
Muži hrající fotbal (b)	180	0.128	177	98.333	170	94.444
Netrénované ženy (a)	80 / 100	0.255	76	95	91	91
Netrénované ženy (b)	90	0.247	83	92.222	74	82.222

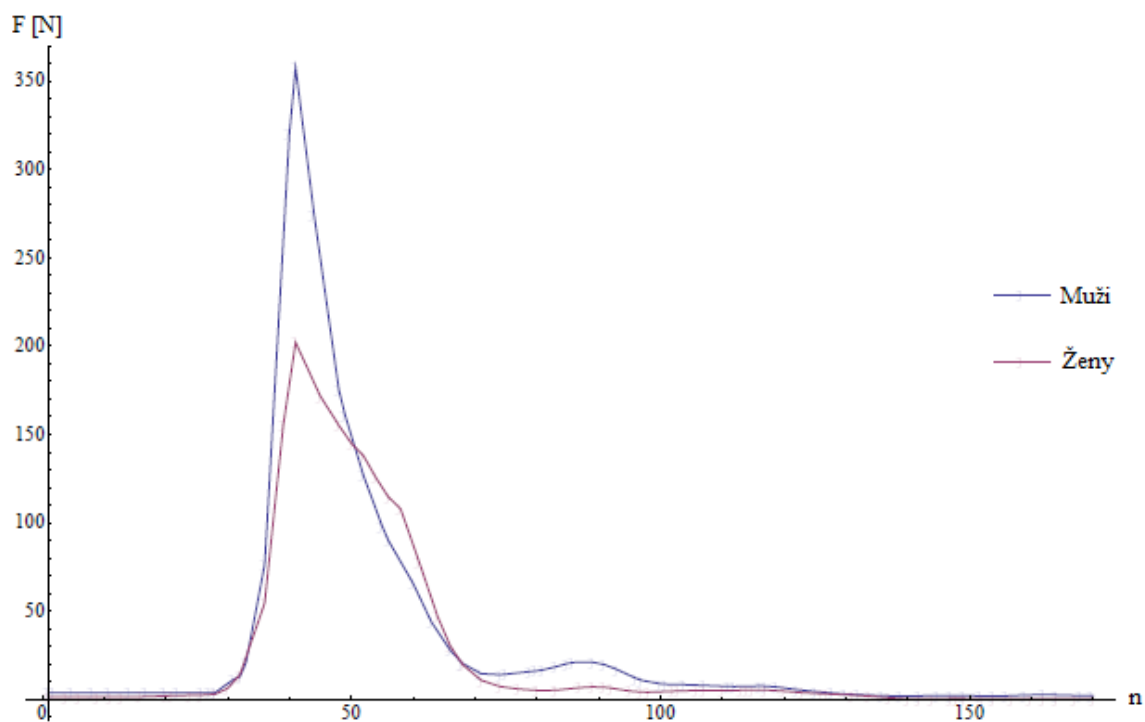
N₁..... počet vzorků v trénovací skupině

N_2počet vzorků v testovací skupině

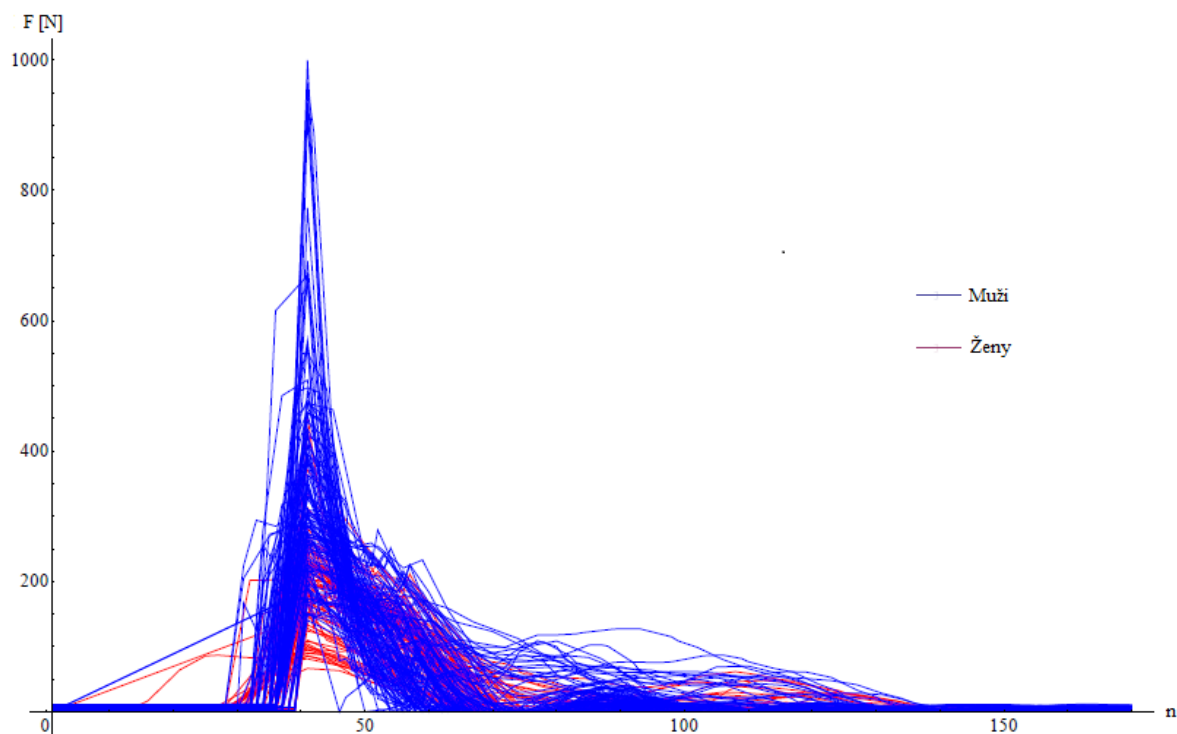
N_3počet úspěšně klasifikovaných vzorků z trénovací skupiny

N_4počet úspěšně klasifikovaných vzorků z testovací skupiny

Experiment 2. Tento experiment byl zaměřen na analýzu přímého úderu, přímého a obloukového kopu. Cílem bylo zjistit, zda je možné podle průběhů síly v čase rozpoznat pohlaví a typ provedené techniky. Bylo vybráno 20 osob. Pro přímý úder se jednalo o 10 mužů a 10 žen, pro kopy 12 mužů a 8 žen, ve věku 19 až 28 let. Všechny osoby byly netrénované a každý z kopů byl proveden desetkrát. Stejně jako u prvního experimentu se ukázalo problematické porovnání jednotlivých průběhů síly v čase (Obr. 146). U průměrných grafů (Obr. 145) je patrný rozdíl mezi pohlavími, ale u všech průběhů nejsou tyto rozdíly tak výrazné.

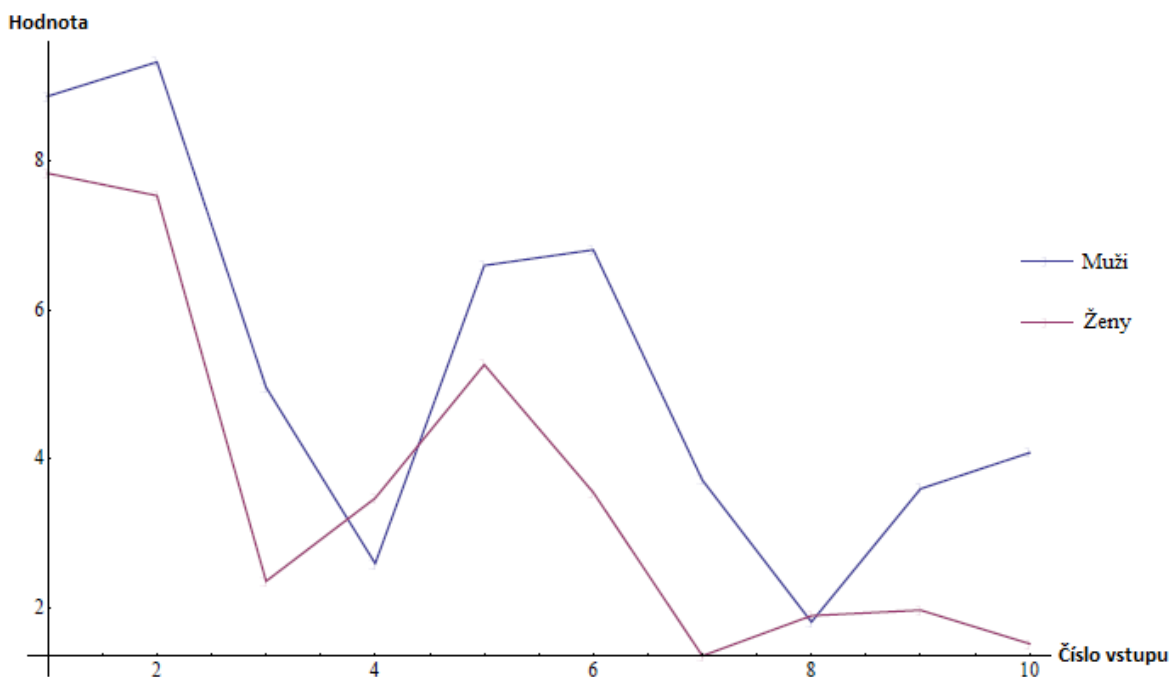


Obr. 145. Průměrný průběh síly – obloukový kop [45]



Obr. 146. Jednotlivé průběhy síly – obloukový kop [45]

V prvním experimentu bylo využito spektrální sekvence dat. V tomto byla využita diskretní kosinová transformace [64] z důvodů posouzení, zda toto zpracování nebude vhodnější. Diskretní kosinová transformace je také založena na záměně osy x a y a následném vzorkování dat. Tato transformace ale umožňuje zaměřit se v grafu jen na určitou oblast a ostatní části průběhů vyloučit. Výhodou je využití té části grafu, kde jsou rozdíly největší. Jako vstupy do neuronové sítě bylo vybráno deset hodnot (hodnoty 4 – 13 z vektoru vygenerovaného pomocí transformace), (Obr. 147).



Obr. 147. Vstupní hodnoty pro experiment_2 [45],[63]

Jelikož v prvním experimentu bylo dosaženo lepších výsledků při dělení dat do trénovací a testovací skupiny podle osob, bylo toto využito i v tomto experimentu. V každé skupině byly osoby rozděleny do dvou stejně velkých skupin, přičemž jedna polovina byla trénovací skupina a druhá testovací. Pro nalezení nejlepšího nastavení neuronové sítě, se simulace provedly pro jeden až deset neuronů ve skryté vrstvě. Také počet iterací byl postupně zvyšován, od 40 do 320 po kroku 20. Do tabulky níže je pak zaznamenáno procento úspěšnosti pro každou variantu. Cílem je dosáhnout co nejmenšího počtu neuronů ve skryté vrstvě s co největším procentem úspěšnosti. Z tohoto experimentu vyplynulo, že je vysoká úspěšnost v rozpoznávání pohlaví ve dvou kategoriích kopů. U přímého kopu stačí jeden neuron ve skryté vrstvě, kde při 60 iteracích je úspěšnost 86%. U obloukového kopu je dosaženo nejvyšší úspěšnosti 87% při 6 neuronech ve skryté vrstvě a 140 iteracích. U přímého úderu je nejmenší procento úspěšnosti pouze 71% při 9 neuronech ve skryté vrstvě a při 80 iteracích. Tab. 49 shrnuje nejlepší dosaženou procentuální úspěšnost v jednotlivých experimentech.

Tab. 46. Výsledky pro přímý úder [44],[63]

N. / It.	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320
1	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
2	48	52	52	53	52	53	53	53	52	50	54	57	57	56	56
3	65	65	65	66	65	65	64	64	64	63	63	64	63	63	63
4	63	66	65	65	67	67	67	67	69	69	69	67	67	67	67
5	62	64	60	56	57	57	56	64	64	64	64	63	63	61	61
6	59	59	61	61	60	59	55	53	52	51	51	51	51	51	51
7	65	65	63	62	62	63	67	65	63	62	62	62	63	63	65
8	50	53	54	56	56	56	56	56	55	54	54	53	54	53	54
9	66	66	71	71	66	67	68	69	67	66	68	63	62	61	62
10	55	55	56	56	58	58	59	58	57	59	52	50	49	49	49

Tab. 47. Výsledky pro přímý kop [44],[45],[63]

N. / It.	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320
1	74	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
2	85	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
3	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
4	83	83	84	84	83	79	82	84	84	84	84	84	84	84	84
5	71	72	73	85	84	82	84	83	84	84	84	84	84	84	84
6	77	79	77	75	80	82	78	77	77	77	78	79	78	76	76
7	73	77	77	79	79	80	79	78	77	79	77	78	77	76	76
8	78	83	83	83	83	83	83	83	82	80	80	80	79	80	77
9	81	82	82	85	84	85	85	85	86	85	85	85	85	86	84
10	74	73	74	76	77	79	81	82	84	85	86	85	85	85	86

Tab. 48. Výsledky pro obloukový kop [44],[45],[63]

N. / It.	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320
1	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
2	82	79	78	78	80	75	76	76	76	76	76	76	76	76	76
3	82	82	82	83	81	81	83	83	83	83	83	83	83	83	83
4	80	82	84	84	84	84	83	84	83	81	81	80	80	81	81
5	79	78	79	79	76	81	82	82	82	82	82	81	81	80	80
6	78	80	84	83	86	87	86	84	84	84	84	84	84	84	84
7	78	77	75	73	76	78	79	79	79	80	81	81	81	81	80
8	82	82	81	80	77	78	78	78	78	77	77	78	71	71	69
9	80	79	77	80	80	82	78	77	77	77	77	77	77	77	76
10	72	74	75	73	71	75	65	67	67	67	67	68	68	69	68

Tab. 49. Úspěšnost pro jednotlivé techniky [44],[63]

	Trénovací skupina [%]	Testovací skupina [%]
Přímý úder	99	71
Přímý kop	99	86
Obloukový kop	100	87

12.4.2 Výsledky

Neuronové sítě se ukázaly jako velmi dobré pro požadovanou klasifikaci průběhů síly v čase. Experimenty byly zatím provedené jen na malém vzorku dat, nicméně s výbornými výsledky. V budoucnu zcela určitě budou provedeny rozsáhlé experimentální studie s daleko větším počtem zúčastněných osob. Zatím neuronové sítě použily pro dva hlavní směry – určit stupeň trénovanosti a určit pohlaví osoby. U rozpoznávání stupně trénovanosti je úspěšnost 89% a výše. U rozpoznávání pohlaví je úspěšnost 71% a výše.

Tab. 50. Souhrnné výsledky experimentu 1- úspěšnější varianta (a) [54]

	Neurony ve skryté vrstvě	Iterace	Úspěšnost [%]	
			Trénovací skupina	Testovací skupina
Netrénovaní muži	3	60	95,9	90,7
Středně trénovaní muži	2	60	96,9	89,7
Muži hrající fotbal	3	40	100	91,7
Netrénované ženy	7	60	95	91

Tab. 51. Souhrnné výsledky experimentu 2 [54]

	Neurony ve skryté vrstvě	Iterace	Úspěšnost [%]	
			Trénovací skupina	Testovací skupina
Přímý úder	9	80	99	71
Přímý kop	6	140	99	86
Obloukový kop	1	60	100	87

Neuronové sítě jsou možností, jak neznámý průběh síly v čase vyhodnotit a klasifikovat do odpovídající kategorie podle pohlaví a stupně trénovanosti. Použity byly dvě metody zpracování dat, ale obě ukázaly, že je možné použít neuronové sítě i pro budoucí analýzy.

Všechny způsoby hodnocení trénovanosti ukazují, že je možné nalézt metodu, pomocí které lze rozdělit osoby do kategorií podle trénovanosti. Hodnocení podle rychlosti i podle impulsu síly nevykazují tak výrazný trend, ale hodnocení na základě efektivní úderové hmotnosti a pomocí neuronových sítí měly velmi dobré výsledky. V rámci neuronových sítí byla zpracována jen část dat, do budoucna se počítá s detailnější analýzou.

13. NÁVRH TECHNICKÝCH PRVKŮ OBRANY OSOB

Cílem této kapitoly je navrhnout vhodné technické prvky obrany osob na základě provedených měření a následné analýzy.

Výsledky měření ukazují několik zajímavých trendů:

- Maximální síla přímého úderu u mužů - rozdíl maximální síly úderu mezi středně trénovanými muži a netrénovanými je 26,52 N, mezi samostatnými muži a netrénovanými je rozdíl 45,21 N. Výrazný rozdíl vykazují trénovaní muži, kdy je rozdíl k středně trénovaným 352,32 N.
- Maximální síla přímého úderu u žen – rozdíly mezi skupinami jsou velmi podobné jako u mužů. Rozdíl mezi středně trénovanými a netrénovanými je 22,19 N, mezi samostatnými a netrénovanými je to 27,85 N. Trénované ženy vykazují opět velký rozdíl od středně trénovaných žen, a to o 216,61 N.
- Maximální síla facky u mužů – středně trénovaní muži mají o 16,04 N slabší facku než netrénovaní. Samostatní mají nárůst síly o 8,58 N oproti netrénovaným. Trénovaní mají opět skok o 264,89 N. Zajímavostí je fakt, že středně trénovaní mají nejmenší maximální sílu. To může být způsobeno tím, že se v různých bojových sportech, uměních nebo systémech jen výjimečně učí facka. Při analýze videozáznamu z měření karatistů vyplynulo, že muži nedávali facku dlaní ruky, ale hřbetem. V tu chvíli se spíše jednalo o sek malíkovou hranou než o facku.
- Maximální síla facky u žen – rozdíl středně trénovaných a netrénovaných je 57,93 N, samostatné ženy mají facku slabší o 4,13 N v porovnání s netrénovanými. U trénovaných je nárůst o 142,95 N. Je patrný velký rozdíl mezi středně trénovanými muži a ženami. Oproti mužům se prokazuje, že ženy mají větší efektivitu v obloukových technikách. V rámci jejich tréninku patří facka mezi trénované prvky, z tohoto důvodu lze pozorovat větší maximální sílu. Jde vidět velký nárůst maximální síly. Samostatné ženy prochází stejným výcvikem (v rámci bojových sportů, umění nebo systémů) jako muži, proto je jejich facka slabší. Z videa trénovaných žen je patrné, že jejich facky jsou prováděny správně, i když jejich výcvikem neprošly.

Na základě zkušeností s výcvikem žen je možné konstatovat, že ženy mají obecně větší úspěšnost v obloukových úderových technikách. Výsledky potvrzují, že když žena projde výcvikem, je její facka silnější, a dokonce i když výcvikem na facku neprojde, dokáže ji provést silně a správně. Muž, pokud se tuto techniku neučí, nedosáhne takových výsledků.

Přímý kop a obloukový kop nejsou zahrnuty, protože neproběhlo měření trénovaných osob s dostatečným vzorkem kopů. Proto by výsledky byly zkreslené.

Ze zkušeností s výcvikem vyplývá, že ženy mají obecně tendenci používat obloukovou variantu úderu. Facku se dokážou naučit velmi rychle a po krátkém čase je velmi silná a rychlá. Naměřená data ukazují, že rozdíl mezi kategoriemi je velký. Přímý úder je naopak přirozený pro muže. Jejich oblouková varianta úderu, pokud v ní nejsou trénováni, je spíše sekem hranou ruky, než fackou. Způsoby hodnocení trénovanosti dokázaly, že je velký problém rozlišit netréňované muže a středně trénované. To může být vysvětleno tím, že muži mají větší talent na přímé techniky. U nich se rozdíl v úderu projeví až po několika letech výcviku, do té doby je maximální síla velmi podobná.

14. BUDOUCÍ SMĚRY

V rámci budoucího výzkumu budou podrobněji zpracována data ze systému VICON. V rámci disertační práce byla naměřená data využita k zobrazení technických prvků obrany osob. Cílem bylo nalézt způsob záznamu pohybu částí těla při obraně a použít ho na identifikování chyb v technickém provedení. Zkušení instruktoři samozřejmě vidí chyby, které jejich cvičenec dělá, ale záznam umožní vidět chyby cvičencům. Naměřená data lze dále využít na zjištění rychlosti a síly technického prvku. Při využití silové desky na podlaze je potom možné i změřit přenášení váhy z jedné nohy na druhou.

Další budoucí směr lze spatřit ve větším využití neuronových sítí. Neuronové sítě prokazují velmi dobré výsledky při stanovení vhodných vstupních dat. Jedním ze směrů bude určit charakteristický průběh úderu nebo kopu pro danou osobu. Při vykreslení všech deseti záznamů je už na první pohled vidět, že daná osoba má velmi podobné grafy průběhu úderu nebo kopu. Jednou z možností budoucího výzkumu je ověřit, zda je možné neuronovou síť naučit identifikovat osobu podle úderu nebo kopu.

Jednou z dalších možností je analyzovat více úderových technik, např. údery loktem. V rámci disertační práce byly měřeny a zpracovány nejčastěji vyučované technické prvky obrany.

Celkově měření v rámci disertační práce bylo limitováno tím, že tenzometrické snímače byly za vrstvou molitanu, aby nedošlo k poranění ruky nebo nohy. Tím je způsobeno určité zkreslení výsledků naměřené síly, kdy se nejedná o skutečnou sílu vyvinutou člověkem, ale došlo k určitému utlumení kvůli ochranné vrstvě. Jelikož všechna měření byla prováděna se stejnou šířkou i materiálem vrstvy, je možné tyto výsledky porovnávat. V budoucím výzkumu bude snaha tento útlum vyřešit, nejlépe úplně minimalizovat.

Zajímavou oblastí výzkumu bude porovnání úderových technik osob, které jsou trénovány v různých bojových sportech. Porovnávat půjde i stejnou osobu v rámci několika let výcviku. Cílem je zaměřit se na to, jak efektivně dokážou cvičenci skládat jednotlivé technické prvky za sebe do technik atd.

15. PŘÍNOS PRÁCE

Přínos práce lze spatřovat v několika směrech. První, nejvýraznější, je ve zkvalitnění výcviku profesní obrany. Pokud se zaměříme na bezpečnostní agentury, které pro své zaměstnance zajišťují výcvik, tak se většinou jedná o výcvik sebeobrany. Na první pohled jsou sebeobrana a profesní obrana podobné, ve skutečnosti mezi nimi existují rozdíly. U sebeobrany i profesní obrany jsou stejné technické prvky obrany, rozdíly jsou v technice. Musí být jiná kombinace technických prvků a hlavně jiné zakončení. V profesní obraně si pracovník průmyslu komerční bezpečnosti nemůže dovolit odejít z místa konfliktu, protože je většinou placen za to, aby tyto konfliktní situace řešil. V dnešní době, kde jsou skoro všude instalovány kamery, je také nutné, aby technika profesní obrany byla co nejvíce skrytá, nenápadná. Nemůže docházet k otevřeným konfliktům, k velkým střetům, nebo k dlouhému řešení konfliktů. Přáním klienta je problém vyřešit rychle a nenápadně.

Výzkum může pomoci v rychlosti výcviku, kdy se pomocí záznamu technického prvku ukáže cvičenci, jak má vypadat správné provedení. Vysvětlí se mu díky tomu, které momenty jsou klíčové a jak má vypadat správná poloha těla nebo jeho částí. Také je možné zaznamenat jeho současný pohyb a ukázat mu chyby, kterých se dopouští.

Dalším přínosem může být kontrola, zda výcvik probíhá očekávaným tempem. Je možné provádět měření ve stanovených intervalech a vidět, zda se cvičenec zlepšuje dostatečně rychle.

Měření také ukázalo zajímavé trendy a to ty, že u mužů v rámci přímého úderu jsou výrazné rozdíly až u kategorie trénovaných. Mezi ostatními kategoriemi tak velké rozdíly nejsou. Na druhé straně u žen mají kategorie mezi sebou větší rozdíly. Může to být způsobeno i tím, že jich byl menší počet, ale i tak jsou rozdíly výrazné. U facky jsou muži v kategoriích netrénovaní, středně trénovaní a samostatní téměř na stejné maximální síle, ale u žen je velký skok mezi netrénovanými a středně trénovanými. Na základě zkušeností s výcvikem je pravda, že ženy mají více sklon k obloukovým technikám a muži k těm po přímé dráze. Je proto dobré jim přizpůsobit trénink, aby se primárně vyučovaly techniku, která je pro ně přirozenější.

Naměřené hodnoty se dají také použít v rámci soudního znaleství, kdy je v některých případech potřeba vyhodnotit, jak silný byl provedený úder, nebo jak silného úderu byla schopna daná osoba. Tyto údaje v současnosti velmi chybí a již několikrát byla data získaná v rámci této disertační práce použita v rámci znaleckých posudků.

Přínos disertační práce je v několika oblastech, ale primárním zájmem je zlepšit a zefektivnit výcvik profesní obrany. Lze to udělat tím způsobem, že na základě naměřených dat vyhodnotíme, které techniky jsou efektivnější, které se dají naučit rychleji nebo odpovídají specifickým potřebám.

16. ZÁVĚR

Disertační práce je zaměřena na profesní obranu, konkrétně na technické prvky obrany. Cílem je pomocí informačních technologií analyzovat vybrané technické prvky a dále s daty pracovat. Mezi využití software patří Microsoft Office Excel, Minitab, i-SPEED Control Software, software na zpracování obrazu ze systému VICON.

Cílem disertační práce bylo analyzovat vybrané technické prvky obrany pomocí různých metod měření. Výsledkem bylo měření rychlosti úderu a síly vyvolané úderem a kopem. Byly změřeny čtyři technické prvky obrany – přímý úder, facka, přímý kop a obloukový kop.

Na základě vstupních parametrů (pohlaví, tělesná výška a hmotnost) byly zjištěny závislosti maximální síly a maximální rychlosti. Neprojevil se žádný výrazný trend, který bychom mohli označit za platný. Některé kategorie osob vykazovaly určitou závislost na tělesné výšce nebo hmotnosti. To, co se prokázalo jistě, je závislost na pohlaví. Maximální síla je výrazně rozdílná. V případě rychlosti u kategorie trénovaných jsou rozdíly menší. To dokazuje, že pro dlouhodobě cvičené osoby je rozdíl pouze v předané síle, ale ženy dokážou provést úder stejně rychle jako muži.

Jedním z cílů disertační práce bylo najít způsob hodnocení trénovanosti osob. Byly navrženy tři způsoby hodnocení – podle rychlosti, podle impulsu síly a podle efektivní úderové hmotnosti. Poslední metoda se ukázala jako nejpřesnější. Dále byly využity neuronové sítě s cílem zjistit, zda by je bylo možné naučit, aby rozpoznávaly, o jaký typ úderu nebo kopu šlo a zda ho provedla žena nebo muž. Výsledky byly natolik výborné, že se v budoucím výzkumu počítá se zaměřením právě na tuto oblast a její širší využití.

Přínosů práce je několik. Za nejdůležitější můžeme označit ten, že výsledky je možno použít pro zkvalitnění výcviku v profesní obraně. Pracovníci průmyslu komerční bezpečnosti potřebují kvalitní a rychlý výcvik. Není možné, aby výcvik bezpečnostního pracovníka trval několik měsíců nebo dokonce let. Je nutné, aby se základní techniky naučili rychle a správně.

Seznam použité literatury

- [1] STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. Concise biomechanics of extreme dynamic loading on organism. *Jurisprudencija* [online]. 2005, s. 18-23 [cit. 2012-06-27]. Dostupné z: <http://www3.mruni.eu/padaliniai/leidyba/jurisprudencija/juris58.pdf#page=18>
- [2] STRAUS, Jiří. Biomechanika tupého poranění hlavy. *Kriminalistika* [online]. 2000, roč. 33, č. 3 [cit. 2012-06-27]. Dostupné z: http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/casopisy/kriminalistika/2000/00_03/straus.html
- [3] STRAUS, Jiří. Dynamické aspekty biomechaniky úderu. *Bezpečnostní teorie a praxe*. 2005, č. 1, s. 93-106. ISSN 1211-2461.
- [4] Biomechanika. *Inovace SEBS a ASEBS: Inovace bakalářského studijního oboru Speciální edukace bezpečnostních složek a navazujícího magisterského studijního oboru Aplikovaná sportovní edukace bezpečnostních složek* [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2011 [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://www.fsps.muni.cz/inovace-SEBS-ASEBS/elearning/biomechanika/uvod>
- [5] EXTRÉMNÍ MECHANICKÉ ZATĚŽOVÁNÍ ORGANISMU. *Inovace SEBS a ASEBS: Inovace bakalářského studijního oboru Speciální edukace bezpečnostních složek a navazujícího magisterského studijního oboru Aplikovaná sportovní edukace bezpečnostních složek* [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2011 [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://www.fsps.muni.cz/inovace-SEBS-ASEBS/elearning/biomechanika/extremni-mechanicke-zatezovani-organismu>
- [6] BIOMECHANIKA ÚPOLOVÝCH SPORTŮ A BOJOVÝCH UMĚNÍ. *Inovace SEBS a ASEBS: Inovace bakalářského studijního oboru Speciální edukace bezpečnostních složek a navazujícího magisterského studijního oboru Aplikovaná sportovní edukace bezpečnostních složek* [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2011 [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://www.fsps.muni.cz/inovace-SEBS-ASEBS/elearning/biomechanika/biomechanika-upolovych-sportu>
- [7] KOPEČEK, David. *Kinematická analýza technik karate*. Brno, 2010. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce PhDr. Michal Vít.
- [8] KELLNER, Petr. *Závislost síly úderu na silových a obratnostních schopnostech*. Praha, 2013. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze. Vedoucí práce PhDr. Michal Vágnér, Ph.D.
- [9] KOTAS, Jan. *Vliv obuvi na sílu přímého čelního kopu*. Praha, 2013. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze. Vedoucí práce Mgr. Petr Majerčík.

- [10] POHL, Jakub. *Využití akcelerometrie pro diagnostiku technické úrovně úderů v karate*. Brno, 2015. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Mgr. Miriam Kalichová, Ph.D.
- [11] PAVELKA, Radim. *KINEZIOLOGICKÁ ANALÝZA ÚDERU HORNÍ KONČETINOU VE SPORTOVNÍM KARATE*. Praha, 2011. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze. Vedoucí práce Doc. PaedDr. Bronislav Kračmar, CSc.
- [12] PRACNÝ, Tomáš. *KINEMATICKÁ ANALÝZA JAKO NOVÁ VYUČOVACÍ METODA: Určeno pro další vzdělávání pedagogických pracovníků (Určeno pro pedagogické pracovníky v rámci DVPP)* [online]. Ostrava: Sportovní gymnázium Dany a Emila Zátokových, Volgogradská 2631/6, Ostrava, 700 30, 2014 [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://www.sportgym-ostrava.cz/uploads/files/kinematicka-analyza-metodika-skripta.pdf>
- [13] SVOBODA, Martin, Josef SOUKUP, Karel JELEN a Petr KUBOVÝ. Measurement of Force Impact Taekwondo Athletes, Assessing the Possibility of Injury of Human Head. *Procedia Engineering* [online]. 2016, 136(3), 211-215 [cit. 2017-03-30]. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.01.199. ISSN 18777058. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877705816002034>
- [14] VÝSTUP, Ervín. *Hodnocení potenciálu úderů Kyokušin kai*. Zlín, 2015. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Zdeněk Maláník.
- [15] ŽALMÁNKOVÁ, Petra. *Hodnocení intenzity útoku*. Zlín, 2012. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Zdeněk Maláník.
- [16] VENCESBRITO, António M., Mário A. RODRIGUES FERREIRA, Nelson CORTES, Orlando FERNANDES, Pedro PEZARAT-CORREIA, Fernando MUGARRA a Antonio IRADI. Kinematic and electromyographic analyses of a karate punch. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [online]. 2011, 21(6), 1023-1029 [cit. 2017-03-30]. DOI: 10.1016/j.jelekin.2011.09.007. ISSN 10506411. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1050641111001477>
- [17] FERREIRA, Mário A. Rodrigues, António M. VENCESBRITO, Amina ABABOU, Isaac ESTEVAN, Julio MARTOS, Fernando MUGARRA a Antonio IRADI. Sex Differences in Electromechanical Delay during a Punch Movement. *Perceptual and Motor Skills* [online]. 2012, 115(1), 228-240 [cit. 2017-03-30]. DOI: 10.2466/25.06.26.PMS.115.4.228-240. ISSN 0031-5125. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.2466/25.06.26.PMS.115.4.228-240>
- [18] CHANANIE, JON. THE PHYSICS OF KARATE STRIKES. *JOURNAL OF HOW THINGS WORK* [online]. 1999, roč. 1, s. 1-4 [cit. 2012-06-27].

Dostupné z:

http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:yGFZR7qzTL8J:sc holar.google.com/+the+physics+of+karate+strikes&hl=cs&as_sdt=0&as_vis=17

- [19] ROBERTSON, D. Gordon E., Carlos FERNANDO, Michael HART a François BEAULIEU. *BIOMECHANICS OF THE KARATE FRONT-KICK*. [online]. [cit. 2012-06-27]. Dostupné z: http://www.health.uottawa.ca/biomech/lab/docs/wcb4_gr.pdf
- [20] WAŚIK, JACEK. Kinematic analysis of the side kick in Taekwondo. *Acta of Bioengineering and Biomechanics* [online]. 2011, roč. 13, č. 4 [cit. 2012-06-27]. Dostupné z: <http://www.actabio.pwr.wroc.pl/Vol13No4/9.pdf>
- [21] NIEN, Y-H, J-S CHANG, W-T TANG, Isaac ESTEVAN, Julio MARTOS, Fernando MUGARRA a Antonio IRADI. THE KINEMATICS OF TARGET EFFECT DURING ROUNDHOUSE KICK IN ELITE TAEKWONDO ATHLETES. *Journal of Biomechanics* [online]. 2007, 40(3), S781- [cit. 2017-03-30]. DOI: 10.1016/S0021-9290(07)70769-8. ISSN 00219290. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021929007707698>
- [22] ESTEVAN, Isaac, Octavio ÁLVAREZ, Coral FALCO, Javier MOLINA-GARCÍA, Isabel CASTILLO, Fernando MUGARRA a Antonio IRADI. Impact Force and Time Analysis Influenced by Execution Distance in a Roundhouse Kick to the Head in Taekwondo. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2011, 25(10), 2851-2856 [cit. 2017-03-30]. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318207ef72. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage>
- [23] CESARI, Paola a Matteo BERTUCCO. Coupling between punch efficacy and body stability for elite karate. *Journal of Science and Medicine in Sport* [online]. 2008, roč. 11, č. 3, s. 353-356 [cit. 2012-06-27]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1440244007001351>
- [24] CHIU, Hung-Ta a Tzyy-Yuang SHIANG. *A NEW APPROACH TO EVALUATE KARATE PUNCH TECHNIQUES*. [online]. [cit. 2012-06-27]. Dostupné z: <http://w4.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/viewFile/4052/3751>
- [25] CHIU, Po-Hsiang, Hsiang-Hsin WANG, Yi-Cheng CHEN, Isaac ESTEVAN, Julio MARTOS, Fernando MUGARRA a Antonio IRADI. DESIGNING A MEASUREMENT SYSTEM FOR TAEKWONDO TRAINING. *Journal of Biomechanics* [online]. 2007, 40(3), S619- [cit. 2017-03-30]. DOI: 10.1016/S0021-9290(07)70607-3. ISSN 00219290. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021929007706073>
- [26] BOLANDER, Richard P., Osmar Pinto NETO a Cynthia A. BIR. The effects of height and distance on the force production and acceleration in

- martial arts strikes. *Journal of Sports Science and Medicine* [online]. 2009, roč. 8, s. 47-52 [cit. 2012-06-27]. Dostupné z: <http://www.jssm.org/combat/3/9/v8combat3-9.pdf>
- [27] WONG, T.S-H a A.S-L FOK. *BIOMECHANICAL ANALYSIS ON SOME MARTIAL ART ASPECTS OF TAI CHI CHUAN*. [online]. [cit. 2012-06-27]. Dostupné z: <http://www.tsb-web.org.tw/isb2007/isb2007-paper/ISB/0424.pdf>
- [28] CHADLI, Samir, Noureddine ABABOU a Amina ABABOU. A New Instrument for Punch Analysis in Boxing. *Procedia Engineering* [online]. 2014, 72, 411-416 [cit. 2017-03-30]. DOI: 10.1016/j.proeng.2014.06.073. ISSN 18777058. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S187770581400589X>
- [29] VÝZKUMNÉ METODY V BIOMECHANICE. *Inovace SEBS a ASEBS: Inovace bakalářského studijního oboru Speciální edukace bezpečnostních složek a navazujícího magisterského studijního oboru Aplikovaná sportovní edukace bezpečnostních složek* [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2011 [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://www.fsps.muni.cz/inovace-SEBS-ASEBS/elearning/biomechanika/vyzkumne-metody-v-biomechanice>
- [30] MALÁNÍK, Zdeněk. *Základní rozdělení techniky sebeobrany beze zbraně: Přednáška pro studenty VUT, FSI*. 1. Brno: Vlastní, 2015, 24 s.
- [31] BAROŇ, Michal. *Měření a vyhodnocení vysokorychlostních dějů pomocí vysokorychlostního kamerového systému Olympus i- SPEED 2*. Zlín, 2010. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce doc. Dr. Ing. Vladimír Pata.
- [32] KOLOMAZNÍK, Petr. *Metodika zkoumání rychlých a stochastických mechanických dějů*. Brno, 2008. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce doc. Dr. Ing. Vladimír Pata.
- [33] PEŠEK, Jan. *Vysokorychlostní kamerový systém i-SPEED 2 a jeho aplikace*. Brno, 2008. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce doc. Dr. Ing. Vladimír Pata.
- [34] SULOVSKÁ, Kateřina a Milan ADÁMEK. *Výzkum biometrických systémů založených na rozpoznávání lidské chůze*. *Jemná mechanika a optika*, 2014, roč. 59, č. 10, s. 273-276. ISSN 0447-6441.
- [35] SULOVSKA, Katerina. On Different Approaches to Human Body Movement Analysis. In *Proceedings of the 2014 International conference on Applied Mathematics, Computational Science and Engineering*. Craiova: Europment, 2014, s. 264-274. ISSN 2227-4588. ISBN 978-1-61804-246-0.
- [36] LAPKOVÁ, Dora, Lukáš KRÁLÍK, Zuzana KOMÍNKOVÁ OPLATKOVÁ a Milan ADÁMEK. Utilization of Motion Animation for Analysis of Basic Self-defense Techniques. In *Software Engineering Perspectives and Application in Intelligent Systems: Proceedings of the*

- 5th computer science on-line conference 2016*, Vol. 2. Heidelberg : Springer-Verlag Berlin, 2016, s. 341-353. ISSN 2194-5357. ISBN 978-3-319-33620-6.
- [37] Tenzometry. *VTS Zlín* [online]. 2010 [cit. 2013-12-30]. Dostupné z: <http://www.vtsz.cz/polovodicove-tenzometry.php>
- [38] POSPÍŠILÍK, Martin, Dora LAPKOVÁ, Milan ADÁMEK a Zdeněk MALÁNÍK. The Utilization of an Impulse Force in Self-Defence. In *XX IMEKO World Congress*. Busan : IMEKO, 2012, s. pdf separáty - nelze určit. ISBN 978-89-950000-5-2.
- [39] VTS ZLÍN. *Tenzometrický snímač síly: typ SRK-3/V*. Zlín, 2010.
- [40] LAPKOVÁ, Dora, Michal PLUHÁČEK a Milan ADÁMEK. Computer Aided Analysis of Direct Punch Force Using the Tensometric Sensor. In *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 285. Heidelberg : Springer-Verlag Berlin, 2014, s. 507-514. ISSN 2194-5357. ISBN 978-3-319-06739-1.
- [41] LAPKOVÁ, Dora, Lukáš KRÁLÍK a Milan ADÁMEK. Possibilities of force measuring in professional defence. In: *IMEKO XXI World Congress*. Prague: Czech Technical University in Prague, 2015, s. 280-285. ISBN 978-80-01-05793-3.
- [42] LAPKOVÁ, Dora a Milan ADÁMEK. Using strain gauge for measuring of direct punch force. In: *IMEKO XXI World Congress*. Prague: Czech Technical University in Prague, 2015, s. 285-288. ISBN 978-80-01-05793-3.
- [43] LAPKOVA, Dora, Michal PLUHACEK, Zuzana KOMINKOVA OPLATKOVA a Milan ADAMEK. Using artificial neural network for the kick techniques classification – an initial study. In: *28th European Conference on Modelling and Simulation*. Germany: Digitaldruck Pirrto GmbH, 2014, s. 382-386. ISBN 978-0-9564944-8-1.
- [44] LAPKOVÁ, Dora, Michal PLUHÁČEK a Milan ADÁMEK. Using Artificial Neural Network for Force Profile Analysis in Professional Defence. In *Proceedings of the 2014 International Conference on Mathematics and Computers in Sciences and Industry (MCSI 2014)*. New Jersey, Piscataway : IEEE, 2014, s. 0-5. ISBN 978-1-4799-4744-7.
- [45] LAPKOVÁ, Dora, Michal PLUHÁČEK, Zuzana KOMÍNKOVÁ OPLATKOVÁ, Roman ŠENKERÍK a Milan ADÁMEK. Application of Neural Networks for the Classification of Gender from Kick Force Profile – A Small Scale Study. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Innovations in Bio-Inspired Computing and Applications*. Heidelberg : Springer-Verlag Berlin, 2014, s. 429-438. ISSN 2194-5357. ISBN 978-3-319-08155-7.
- [46] LAPKOVÁ, Dora, Lukáš KRÁLÍK a Milan ADÁMEK. Analysis of Direct Punch in Professional Defence Using Multiple Methods. In *Tenth International Conference on Emerging Security Information, Systems and*

- Technologies*. Wilmington : IARIA XPS Press, 2016, s. 34-40. ISBN 978-1-61208-493-0.
- [47] LAPKOVA, Dora a Milan ADAMEK. Using Information Technologies in Professional Defence Education – Classification of Training with Help of Effective Punching Mass. In: *Proceedings of the 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies*. Lisbon, Portugal: AISTI, 2017, s. 769-774. ISBN 978-989-98434-7-9.
- [48] MALÁNÍK, Zdeněk a Dora LAPKOVÁ. *Měřicí stanoviště dynamických vlastností úderu*. 2011.
- [49] LAPKOVÁ, Dora, ADÁMEK, Milan. Analysis of Direct Punch with a View to Velocity. In *Proceedings of the 2014 International conference on Applied Mathematics, Computational Science and Engineering*. Craiova: Europment, 2014, s. 0-9. ISSN 2227-4588. ISBN 978-1-61804-246-0.
- [50] LAPKOVÁ, Dora a Milan ADÁMEK. Statistical and Mathematical Classification of Direct Punch. In *Proceedings of the 38th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP)*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2015, s. 0-5. ISSN 1805-5435. ISBN 978-1-4799-8497-8.
- [51] LAPKOVÁ, Dora a Milan ADÁMEK. Analysis of Direct Punch Velocity in Professional Defence. In *AIP Conference Proceedings*. Melville : American Institute of Physics Publishing Inc., 2016, s. "nestrankovano". ISSN 0094-243X. ISBN 978-0-7354-1392-4.
- [52] LAPKOVÁ, Dora, Lukáš KRÁLÍK a Milan ADÁMEK. EMG Analysis for Basic Self-defense Techniques. In *Software Engineering Perspectives and Application in Intelligent Systems: Proceedings of the 5th computer science on-line conference 2016*, Vol. 2. Heidelberg : Springer-Verlag Berlin, 2016, s. 353-363. ISSN 2194-5357. ISBN 978-3-319-33620-6.
- [53] LAPKOVÁ, Dora a Milan ADÁMEK. Using Information Technologies in Self-defense Education. In *2016 11TH IBERIAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES (CISTI)*. New York : IEEE, 2016, s. 556-561. ISSN 2166-0727. ISBN 978-989-98434-6-2.
- [54] LAPKOVÁ, Dora, Milan ADÁMEK a Zuzana KOMÍNKOVÁ OPLATKOVÁ. Analysis of direct punch force in professional defence. In *Proceedings - 29th European Conference on Modelling and Simulation, ECMS 2015*. Albena (Varna) : ECMS - European Council for Modelling and Simulation, 2015, s. 564-569. ISBN 978-0-9932440-0-1.
- [55] LAPKOVA, Dora a Milan ADAMEK. Using Information Technologies in Professional Defence Education – Classification of Training with Help of Impulse. In: *2017 International Conference on Logistics, Informatics and Service Sciences (LISS)*. Kyoto, Japan: IEEE, 2017, s. 1-5. ISBN 978-1-5386-1047-3.
- [56] BERNACÍKOVÁ, Martina, Miriam KALICHOVÁ a Lenka BERÁNKOVÁ. Segmenty těla, těžiště těla. *Základy sportovní*

- kineziologie: Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity* [online]. Brno: Masarykova univerzita [cit. 2017-08-10]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/kineziologie/auth/pages/segmenty_teziste.html
- [57] CHALUPNÍK, Vitalij. Biologické algoritmy (4) - Neuronové síť. *Root.cz* [online]. 2012 [cit. 2015-08-25]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/biologicke-algoritmy-4-neuronove-site/#ic=serial-box>
- [58] CHALUPNÍK, Vitalij. Biologické algoritmy (5) - Neuronové síť. *Root.cz* [online]. 2012 [cit. 2015-08-25]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/biologicke-algoritmy-5-neuronove-site/#ic=serial-box&icc=text-title>
- [59] WASSERMANN, P. D. *Neural Computing: Theory and Practice*, Coriolis Group. 1980. ISBN: 0442207433.
- [60] HERTZ, J., A. KOUGH a R. G. PALMER. *Introduction to the Theory of Neural Computation*. Addison – Wesley, 1991.
- [61] GURNEY K. *An Introduction to Neural Networks*. CRC Press, 1997. ISBN: 1857285034.
- [62] FAUSETT L. V. *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications*. Prentice Hall, 1993. ISBN: 9780133341867.
- [63] LAPKOVÁ, Dora, Zuzana KOMÍNKOVÁ OPLATKOVÁ, Michal PLUHÁČEK, Roman ŠENKERŮ a Milan ADÁMEK. Analysis and Classification Tools for Automatic Process of Punches and Kicks Recognition. In *Pattern Recognition and Classification in Time Series Data*. Hershey : IGI Global, 2016, s. 127-151. ISBN 9781522505655.
- [64] *DCT - diskrétní kosinová transformace* [online]. [cit. 2017-08-27]. Dostupné z: <http://www.cs.vsb.cz/licev/lzsI//dct.html>

Seznam obrázků

<i>Obr. 1. Rozdělení empirických metod – přímé, nepřímé.</i> Data čerpána z [29]	22
<i>Obr. 2. Rozdělení empirických metod – invazivní, neinvazivní.</i> Data čerpána z [29] ...	22
<i>Obr. 3. Rozdělení empirických metod – fyzikální a biologická podstata.</i> Data čerpána z [29]	23
<i>Obr. 4. Dělení technik obrany.</i> Data čerpána z [30]	25
<i>Obr. 5. Dělení fyzické obrany_1.</i> Data čerpána z [30]	25
<i>Obr. 6. Dělení fyzické obrany_2.</i> Data čerpána z [30]	26
<i>Obr. 7. Dělení aktivní obrany.</i> Data čerpána z [30]	27
<i>Obr. 8. Dělení úderů.</i> Data čerpána z [30]	28
<i>Obr. 9. Dělení úderů horní končetinou.</i> Data čerpána z [30].....	28
<i>Obr. 10. Dělení kopů.</i> Data čerpána z [30].....	28
<i>Obr. 11. Pyramida technických prvků obrany, technik obrany a kombinace</i>	29
<i>Obr. 12. Přímý úder – pohled zprava</i>	31
<i>Obr. 13. Přímý úder – pohled zleva</i>	31
<i>Obr. 14. Přímý úder – pohled zepředu</i>	31
<i>Obr. 15. Přímý úder – pohled zezadu</i>	32
<i>Obr. 16. Facka – pohled zprava</i>	32
<i>Obr. 17. Facka – pohled zleva</i>	33
<i>Obr. 18. Facka – pohled zepředu</i>	33
<i>Obr. 19. Facka – pohled zezadu</i>	33
<i>Obr. 20. Přímý kop – pohled zprava</i>	34
<i>Obr. 21. Přímý kop - pohled zleva</i>	34
<i>Obr. 22. Přímý kop – pohled zezadu</i>	34
<i>Obr. 23. Obloukový kop – pohled zprava</i>	35
<i>Obr. 24. Obloukový kop – pohled zleva</i>	35
<i>Obr. 25. Obloukový kop – pohled zepředu</i>	35
<i>Obr. 26. Obloukový kop – pohled zezadu</i>	35
<i>Obr. 27. Vysokorychlostní kamerový systém Olympus i-Speed 2</i> [32].....	37
<i>Obr. 28. Ukázka systému BTS SMART DX</i> [35],[36]	39
<i>Obr. 29. Umístění markerů podle PlugInGaitFullBody modelu</i> [35],[36]	40
<i>Obr. 30. Tenzometrický snímač typ SRK-3/V</i> [38],[39],[40].....	42
<i>Obr. 31. Zapojení tenzometrů do Wheatstoneova můstku</i> [37],[41]	42
<i>Obr. 32. Vyhodnocovací zařízení TENZ2334</i> [38].....	43
<i>Obr. 33. Uložení tenzometrického snímače_1</i> [41],[42]	44
<i>Obr. 34. Uložení tenzometrického snímače_2</i> [41],[42]	44
<i>Obr. 35. Tenzometrický snímač L6E-C3-300kg</i> [43],[44],[45],[46],[47].....	45
<i>Obr. 36. Umístění tenzometrického snímače</i> [41],[43],[44],[45],[46],[47].....	45
<i>Obr. 37. Měřicí stanoviště</i> [48]	47

<i>Obr. 38. Zapojení s ovládací jednotkou RCP [33]</i>	48
<i>Obr. 39. Umístění vysokorychlostní kamery a měřicího stanoviště dynamických vlastností úderu [46],[47],[49],[50]</i>	48
<i>Obr. 40. Libely kontrolující umístění kamery ve vodorovné poloze</i>	49
<i>Obr. 41. Umístění bodů na ruce [49],[50]</i>	50
<i>Obr. 42. Nastavení výšky lapy a kamery podle ramene osoby</i>	51
<i>Obr. 43. Software i-SPEED Control Software</i>	51
<i>Obr. 44. Analýza bodů [49],[50]</i>	52
<i>Obr. 45. Závislost průměrné rychlosti na čase [46],[50]</i>	53
<i>Obr. 46. Závislost průměrné rychlosti na čase pro muže [46],[51]</i>	54
<i>Obr. 47. Závislost průměrné rychlosti na čase pro ženy [46],[51]</i>	54
<i>Obr. 48. Závislost maximální rychlosti na tělesné výšce a hmotnosti pro netréované muže [51]</i>	57
<i>Obr. 49. Závislost maximální rychlosti na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované muže [51]</i>	57
<i>Obr. 50. Závislost maximální rychlosti na tělesné výšce a hmotnosti pro samostatné muže [51]</i>	58
<i>Obr. 51. Závislost maximální rychlosti na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované muže [51]</i>	58
<i>Obr. 52. Závislost maximální rychlosti na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované ženy [51]</i>	59
<i>Obr. 53. Laboratoř chůze ve Fakultní nemocnici v Brně [46],[52]</i>	60
<i>Obr. 54. Umístění markerů [36],[46],[53]</i>	61
<i>Obr. 55. Ukázka přímého úderu a facky [36],[53]</i>	62
<i>Obr. 56. M. deltoideus, spinální část</i>	62
<i>Obr. 57. M. biceps brachii</i>	62
<i>Obr. 58. M. palmaris brevis</i>	63
<i>Obr. 59. M. triceps brachii</i>	63
<i>Obr. 60. M. pectoralis major</i>	63
<i>Obr. 61. M. obliquus externus abdominis</i>	63
<i>Obr. 62. M. trapezius</i>	63
<i>Obr. 63. M. latissimus dorsi</i>	63
<i>Obr. 64. M. vastus lateralis</i>	64
<i>Obr. 65. M. vastus medialis</i>	64
<i>Obr. 66. Přímý úder – netréovaná žena</i>	65
<i>Obr. 67. Přímý úder – trénovaná žena</i>	65
<i>Obr. 68. Záznam EMG při přímém úderu u netréované ženy [46],[52]</i>	66
<i>Obr. 69. Záznam EMG při přímém úderu u trénované ženy [46],[52]</i>	67
<i>Obr. 70. Přímý úder – atletka (pohled shora a zezadu)</i>	68
<i>Obr. 71. Záznam EMG při přímém úderu u atletky</i>	68

<i>Obr. 72. Facka – netréňovaná žena</i>	69
<i>Obr. 73. Facka – tréňovaný muž</i>	69
<i>Obr. 74. Záznam EMG při facce u netréňované ženy [52]</i>	70
<i>Obr. 75. Záznam EMG při facce u tréňovaného muže [52]</i>	71
<i>Obr. 76. Přímý kop – netréňovaný muž</i>	72
<i>Obr. 77. Přímý kop – netréňovaná žena</i>	72
<i>Obr. 78. Přímý kop – tréňovaná žena</i>	73
<i>Obr. 79. Záznam EMG při přímém kopu u netréňované ženy</i>	74
<i>Obr. 80. Záznam EMG při přímém kopu u tréňované ženy</i>	74
<i>Obr. 81. Obloukový kop – netréňovaná žena</i>	75
<i>Obr. 82. Obloukový kop – tréňovaný muž</i>	75
<i>Obr. 83. Záznam EMG při obloukovém kopu u netréňované ženy</i>	76
<i>Obr. 84. Záznam EMG při obloukovém kopu u tréňovaného muže</i>	77
<i>Obr. 85. Závislost průměrné síly na čase</i>	80
<i>Obr. 86. Závislost průměrné síly na čase – zkrácený průběh [42]</i>	81
<i>Obr. 87. Závislost průměrné síly na čase pro muže – zkrácený průběh [42]</i>	81
<i>Obr. 88. Závislost průměrné síly na čase pro ženy – zkrácený průběh [42]</i>	82
<i>Obr. 89. Závislost maximální síly na tělesné výšce a hmotnosti pro netréňované muže [42]</i>	84
<i>Obr. 90. Závislost maximální síly na tělesné výšce a hmotnosti pro středně tréňované muže [42]</i>	85
<i>Obr. 91. Závislost maximální síly na tělesné výšce a hmotnosti pro samostatné muže [42]</i>	85
<i>Obr. 92. Závislost maximální síly na tělesné výšce a hmotnosti pro netréňované ženy [42]</i>	86
<i>Obr. 93. Závislost maximální síly na tělesné výšce a hmotnosti pro středně tréňované ženy [42]</i>	86
<i>Obr. 94. Měřicí stanoviště [54]</i>	87
<i>Obr. 95. Měřicí stanoviště schematicky [41],[54]</i>	88
<i>Obr. 96. Závislost průměrné síly přímého úderu na čase [46],[54]</i>	91
<i>Obr. 97. Závislost průměrné síly přímého úderu na čase – zkrácený průběh</i>	92
<i>Obr. 98. Závislost průměrné síly přímého úderu na čase pro muže – zkrácený průběh</i>	92
<i>Obr. 99. Závislost síly přímého úderu na čase pro ženy – zkrácený průběh</i>	93
<i>Obr. 100. Závislost průměrné síly přímého úderu na čase pro netréňované muže a ženy</i>	94
<i>Obr. 101. Závislost průměrné síly přímého úderu na čase pro středně tréňované muže a ženy</i>	94
<i>Obr. 102. Závislost průměrné síly přímého úderu na čase pro samostatné muže a ženy</i>	95

<i>Obr. 103. Závislost průměrné síly přímého úderu na čase pro trénované muže a ženy</i>	95
<i>Obr. 104. Závislost maximální síly přímého úderu na tělesné výšce a hmotnosti pro netréované muže</i>	97
<i>Obr. 105. Závislost maximální síly přímého úderu na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované muže</i>	98
<i>Obr. 106. Závislost maximální síly přímého úderu na tělesné výšce a hmotnosti pro samostatné muže</i>	98
<i>Obr. 107. Závislost maximální síly přímého úderu na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované muže</i>	99
<i>Obr. 108. Závislost maximální síly přímého úderu na tělesné výšce a hmotnosti pro netréované ženy</i>	99
<i>Obr. 109. Závislost maximální síly přímého úderu na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované ženy</i>	100
<i>Obr. 110. Závislost maximální síly přímého úderu na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované ženy</i>	100
<i>Obr. 111. Zobrazení technik pro netréované muže</i>	101
<i>Obr. 112. Zobrazení technik pro netréované muže – zkrácený průběh</i>	102
<i>Obr. 113. Zobrazení technik pro středně trénované muže</i>	103
<i>Obr. 114. Zobrazení technik pro středně trénované muže – zkrácený průběh</i>	103
<i>Obr. 115. Zobrazení technik pro samostatné muže</i>	104
<i>Obr. 116. Zobrazení technik pro samostatné muže – zkrácený průběh</i>	105
<i>Obr. 117. Zobrazení technik pro trénované muže</i>	106
<i>Obr. 118. Zobrazení technik pro trénované muže – zkrácený průběh</i>	106
<i>Obr. 119. Zobrazení technik pro netréované ženy</i>	107
<i>Obr. 120. Zobrazení technik pro netréované ženy – zkrácený průběh</i>	108
<i>Obr. 121. Zobrazení technik pro středně trénované ženy</i>	109
<i>Obr. 122. Zobrazení technik pro středně trénované ženy – zkrácený průběh</i>	109
<i>Obr. 123. Zobrazení technik pro samostatné ženy</i>	110
<i>Obr. 124. Zobrazení technik pro samostatné ženy – zkrácený průběh</i>	111
<i>Obr. 125. Zobrazení technik pro trénované ženy</i>	112
<i>Obr. 126. Zobrazení technik pro trénované ženy – zkrácený průběh</i>	112
<i>Obr. 127. Funkce signum</i>	115
<i>Obr. 128. Průběh rychlosti v čase pro trénovaný úder [50]</i>	116
<i>Obr. 129. Průběh rychlosti v čase pro netréovaný úder [50]</i>	116
<i>Obr. 130. Vypočet impulsu síly – část 1 [55]</i>	121
<i>Obr. 131. Vypočet impulsu síly – část 2 [55]</i>	122
<i>Obr. 132. Průběh síly u netréovaného muže [55]</i>	123
<i>Obr. 133. Průběh síly u trénovaného muže [55]</i>	123
<i>Obr. 134. Impuls síly po maximální sílu [55]</i>	124

<i>Obr. 135. Impuls síly úderové části [55]</i>	124
<i>Obr. 136. Koeficient trénovanosti s vyznačenou mezí [47]</i>	131
<i>Obr. 137. Koeficient trénovanosti [47]</i>	132
<i>Obr. 138. Neuron McCulloch-Pitts (MCP) [52]</i>	132
<i>Obr. 139. Sigmoida [57]</i>	133
<i>Obr. 140. Neuronová síť s jednou skrytou vrstvou [58]</i>	134
<i>Obr. 141. Neuronová síť s dvěma skrytými vrstvami [58]</i>	134
<i>Obr. 142. Průměrný průběh síly – netréované ženy [43]</i>	136
<i>Obr. 143. Jednotlivé průběhy síly – netréované ženy [43]</i>	136
<i>Obr. 144. Vstupní hodnoty pro experiment_1 [43],[63]</i>	137
<i>Obr. 145. Průměrný průběh síly – obloukový kop [45]</i>	139
<i>Obr. 146. Jednotlivé průběhy síly – obloukový kop [45]</i>	140
<i>Obr. 147. Vstupní hodnoty pro experiment_2 [45],[63]</i>	141
<i>Obr. A1. Závislost průměrné síly facky na čase</i>	169
<i>Obr. A2. Závislost průměrné síly facky na čase – zkrácený průběh</i>	170
<i>Obr. A3. Závislost průměrné síly facky na čase pro muže – zkrácený průběh</i>	170
<i>Obr. A4. Závislost průměrné síly facky na čase pro ženy – zkrácený průběh</i>	171
<i>Obr. A5. Závislost průměrné síly facky na čase pro netréované muže a ženy</i>	172
<i>Obr. A6. Závislost průměrné síly facky na čase pro středně trénované muže a ženy</i>	172
<i>Obr. A7. Závislost průměrné síly facky na čase pro samostatné muže a ženy</i>	173
<i>Obr. A8. Závislost průměrné síly facky na čase pro trénované muže a ženy</i>	173
<i>Obr. A9. Závislost maximální síly facky na tělesné výšce a hmotnosti pro netréované muže</i>	175
<i>Obr. A10. Závislost maximální síly facky na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované muže</i>	176
<i>Obr. A11. Závislost maximální síly facky na tělesné výšce a hmotnosti pro samostatné muže</i>	176
<i>Obr. A12. Závislost maximální síly facky na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované muže</i>	177
<i>Obr. A13. Závislost maximální síly facky na tělesné výšce a hmotnosti pro netréované ženy</i>	177
<i>Obr. A14. Závislost maximální síly facky na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované ženy</i>	178
<i>Obr. A15. Závislost maximální síly facky na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované ženy</i>	178
<i>Obr. B1. Závislost průměrné síly přímého kopu na čase</i>	180
<i>Obr. B2. Závislost průměrné síly přímého kopu na čase – zkrácený průběh</i>	180

<i>Obr. B3. Závislost průměrné síly přímého kopu na čase pro muže – zkrácený průběh</i>	181
<i>Obr. B4. Závislost síly přímého kopu na čase pro ženy – zkrácený průběh</i>	181
<i>Obr. B5. Závislost průměrné síly přímého kopu na čase pro netréované muže a ženy</i>	182
<i>Obr. B6. Závislost průměrné síly přímého kopu na čase pro středně trénované muže a ženy</i>	183
<i>Obr. B7. Závislost průměrné síly přímého kopu na čase pro samostatné muže a ženy</i>	183
<i>Obr. B8. Závislost průměrné síly přímého kopu na čase pro trénované muže a ženy</i>	184
<i>Obr. B9. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro netréované muže</i>	186
<i>Obr. B10. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro netréované muže hrající fotbal</i>	186
<i>Obr. B11. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované muže</i>	187
<i>Obr. B12. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované muže hrající fotbal</i>	187
<i>Obr. B13. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro samostatné muže</i>	188
<i>Obr. B14. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro samostatné muže hrající fotbal</i>	188
<i>Obr. B15. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované muže</i>	189
<i>Obr. B16. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro netréované ženy</i>	189
<i>Obr. B17. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované ženy</i>	190
<i>Obr. B18. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované ženy</i>	190
<i>Obr. C1. Závislost průměrné síly obloukového kopu na čase</i>	192
<i>Obr. C2. Závislost průměrné síly obloukového kopu na čase – zkrácený průběh</i>	192
<i>Obr. C3. Závislost průměrné síly obloukového kopu na čase pro muže – zkrácený průběh</i>	193
<i>Obr. C4. Závislost průměrné síly obloukového kopu na čase pro ženy – zkrácený průběh</i>	193
<i>Obr. C5. Závislost průměrné síly obloukového kopu na čase pro netréované muže a ženy</i>	194

<i>Obr. C6. Závislost průměrné síly obloukového kopu na čase pro středně trénované muže a ženy.....</i>	<i>194</i>
<i>Obr. C7. Závislost průměrné síly obloukového kopu na čase pro samostatné muže a ženy.....</i>	<i>195</i>
<i>Obr. C8. Závislost průměrné síly obloukového kopu na čase pro trénované muže a ženy.....</i>	<i>195</i>
<i>Obr. C9. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro netrénované muže.....</i>	<i>197</i>
<i>Obr. C10. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro netrénované muže hrající fotbal.....</i>	<i>198</i>
<i>Obr. C11. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované muže.....</i>	<i>198</i>
<i>Obr. C12. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované muže hrající fotbal.....</i>	<i>199</i>
<i>Obr. C13. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro samostatné muže.....</i>	<i>199</i>
<i>Obr. C14. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro samostatné muže hrající fotbal.....</i>	<i>200</i>
<i>Obr. C15. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované muže.....</i>	<i>200</i>
<i>Obr. C16. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro netrénované ženy.....</i>	<i>201</i>
<i>Obr. C17. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované ženy.....</i>	<i>201</i>
<i>Obr. C18. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované ženy.....</i>	<i>202</i>

Seznam tabulek

Tab. 1. Naměřené hodnoty [15].....	18
Tab. 2. Rozdíl v naměřené síle u mužů a žen [15].....	18
Tab. 3. Technické parametry	38
Tab. 4. Statistická data pro jednotlivé kategorie [46],[50],[51]	55
Tab. 5. Maximální rychlosti pro jednotlivé kategorie [50]	55
Tab. 6. Počet vzorků v jednotlivých kategoriích.....	79
Tab. 7. Průměrné síly pro jednotlivé kategorie	83
Tab. 8. Maximální síly pro jednotlivé kategorie [42]	83
Tab. 9. Počet osob a vzorků u přímého úderu	89
Tab. 10. Počet osob a vzorků u facky.....	89
Tab. 11. Počet osob a vzorků u přímého kopu	89
Tab. 12. Počet osob a vzorků u obloukového kopu	90
Tab. 13. Průměrné síly přímých úderů pro jednotlivé kategorie.....	96
Tab. 14. Maximální síly přímých úderů pro jednotlivé kategorie [47].....	96
Tab. 15. Maxima technik pro netréované muže	102
Tab. 16. Maxima technik pro středně trénované muže	104
Tab. 17. Maxima technik pro samostatné muže.....	105
Tab. 18. Maxima technik pro trénované muže.....	107
Tab. 19. Maxima technik pro netréované ženy	108
Tab. 20. Maxima technik pro středně trénované ženy	110
Tab. 21. Maxima technik pro samostatné ženy	111
Tab. 22. Maxima technik pro trénované ženy	113
Tab. 23. Seřazení mužů podle koeficientu trénovanosti	118
Tab. 24. Seřazení žen podle koeficientu trénovanosti.....	118
Tab. 25. Seřazení mužů podle nového koeficientu trénovanosti [50].....	119
Tab. 26. Seřazení žen podle nového koeficientu trénovanosti [50]	120
Tab. 27. Maximální síla a směrodatná odchylka u přímého úderu [55]	120
Tab. 28. Impuls síly úderu [55]	122
Tab. 29. Impuls síly úderové části [55].....	125
Tab. 30. Intervaly jednotlivých kategorií u mužů [55]	125
Tab. 31. Intervaly jednotlivých kategorií u žen [55].....	125
Tab. 32. Finální intervaly u mužů [55].....	126
Tab. 33. Finální intervaly u žen [55].....	126
Tab. 34. Netréovaní muži [47]	128
Tab. 35. Středně trénovaní muži [47].....	128
Tab. 36. Samostatní muži [47]	128
Tab. 37. Trénovaní muži [47].....	129
Tab. 38. Netréované ženy [47]	129

Tab. 39. Středně trénované ženy [47].....	129
Tab. 40. Trénované ženy [47]	130
Tab. 41. Průměrné hodnoty [47]	130
Tab. 42. Segmenty těla a podíl segmentů na hmotnosti [56]	130
Tab. 43. Počet osob v jednotlivých skupinách	135
Tab. 44. Nastavení a parametry trénování neuronové sítě [43]	137
Tab. 45. Počet úspěšně klasifikovaných vzorků [43].....	138
Tab. 46. Výsledky pro přímý úder [44],[63]	142
Tab. 47. Výsledky pro přímý kop [44],[45],[63]	142
Tab. 48. Výsledky pro obloukový kop [44],[45],[63].....	143
Tab. 49. Úspěšnost pro jednotlivé techniky [44],[63].....	143
Tab. 50. Souhrnné výsledky experimentu 1- úspěšnější varianta (a) [54]	144
Tab. 51. Souhrnné výsledky experimentu 2 [54]	144
Tab. A1. Průměrné síly facek pro jednotlivé kategorie.....	174
Tab. A2. Maximální síly facek pro jednotlivé kategorie.....	174
Tab. B1. Průměrné síly přímých kopů pro jednotlivé kategorie	184
Tab. B2. Maximální síly přímých kopů pro jednotlivé kategorie	185
Tab. C1. Průměrné síly obloukového kopu pro jednotlivé kategorie	196
Tab. C2. Maximální síly obloukového kopu pro jednotlivé kategorie	196

Seznam použitých zkratek

2D	Dvourozměrný
3D	Třírozměrný
Atd.	A tak dále
CDU	Ovladač displeje (controller display unit)
CMOS	Complementary metal–oxide–semiconductor
ČR	Česká republika
EMG	Elektromyografie
FN	Fakultní nemocnice
FPS	Počet snímků za sekundu (frames per second)
LED	Dioda emitující světlo (light-emitting diode)
NM	Netrénovaní muži
NZ	Netrénované ženy
Obr.	Obrázek
OSB	Deska z orientovaných plochých třísek (oriented strand board)
PC	Osobní počítač (personal computer)
PKB	Průmysl komerční bezpečnosti
PrO	Profesní obrana
RCP	Dálkové ovládání (remote control pad)
RMSE	Root Mean Squared Error
SM	Samostatní muži
SSTM	Spojení středně trénovaní muži
SSTZ	Spojené středně trénované ženy
STM	Středně trénovaní muži
STZ	Středně trénované ženy
SZ	Samostatné ženy
TM	Trénovaní muži
TZ	Trénované ženy

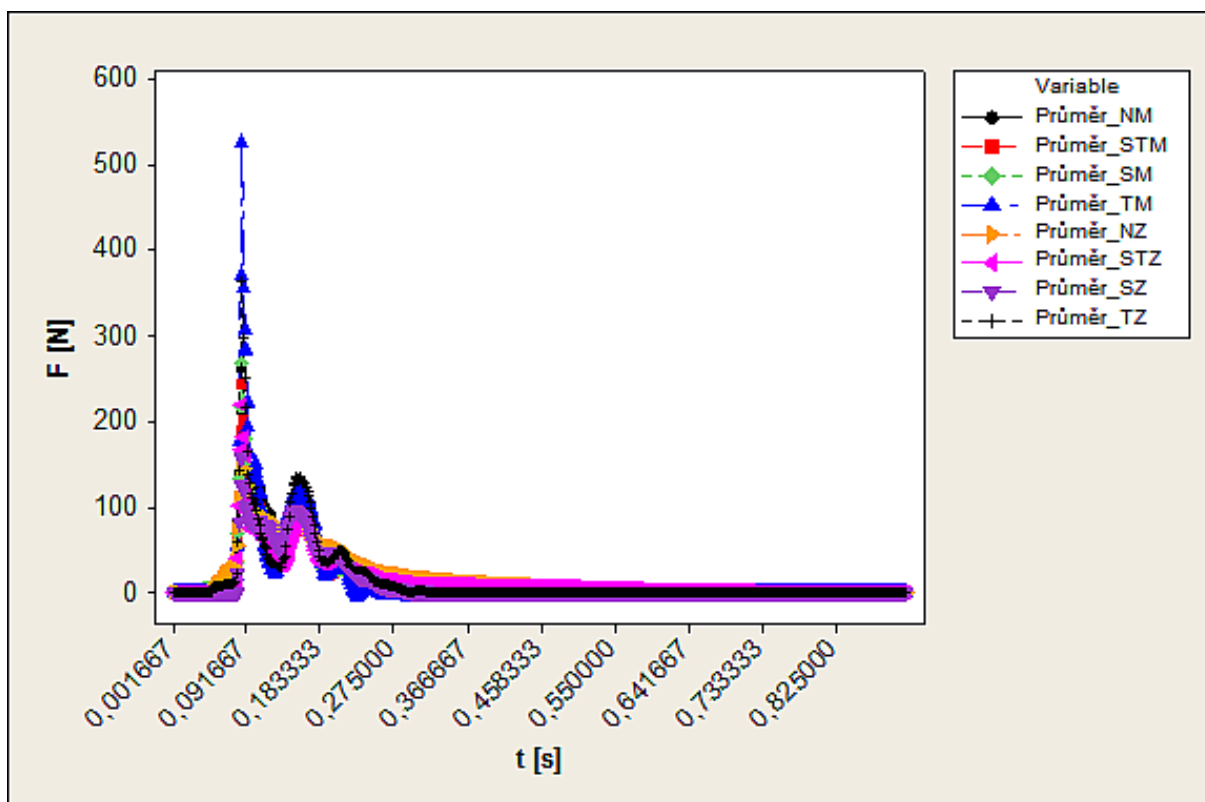
Seznam použitých symbolů

F [N]	Síla
t [s]	Čas
a [m/s ²]	Zrychlení
v [m/s]	Rychlost
v_{\max} [m/s]	Maximální rychlost pro jeden úder
v_{mmax} [m/s]	Nejvyšší maximální rychlost v celém souboru dat
v_p [m/s]	Průměrná rychlost pro jeden úder
v_{pmax} [m/s]	Nejvyšší průměrná rychlost v celém souboru dat
h [m]	Výška
m [kg]	Hmotnost
n	Počet dat/vzorků
k_m	Koeficient monotónnosti funkce
k_{mv}	Koeficient maximální rychlosti
k_{pv}	Koeficient průměrné rychlosti
K_T	Koeficient trénovanosti
R_m	Pořadí vzorku v souboru z hlediska koeficientu monotónnosti
R_{mv}	Pořadí vzorku v souboru z hlediska koeficientu maximální rychlosti
R_{pv}	Pořadí vzorku v souboru z hlediska koeficientu průměrné rychlosti
I [Ns]	Impuls síly
F_{\max} [N]	Maximální síla
I_{NM} [N s]	Impuls síly netréovaných mužů
I_{STM} [N s]	Impuls síly středně trénovaných mužů
I_{SM} [N s]	Impuls síly samostatných mužů
I_{TM} [N s]	Impuls síly trénovaných mužů
I_{NZ} [N s]	Impuls síly netréovaných žen
I_{STZ} [N s]	Impuls síly středně trénovaných žen
I_{SZ} [N s]	Impuls síly samostatných žen
I_{TZ} [N s]	Impuls síly trénovaných žen
p [kg m/s]	Hybnost
K_d	Koeficient efektivní dopadové hmotnosti
m_d	Efektivní dopadová hmotnost
M	Celková hmotnost těla
k_{007}	Koeficient trénovanosti
σ	Směrodatná odchylka
b	bias (práh)
$w_1 - w_n, w_b$	váhy
TF	transfer function (přenosová funkce)
δ	Vnitřní potenciál
N_1	Počet vzorků v trénovací skupině

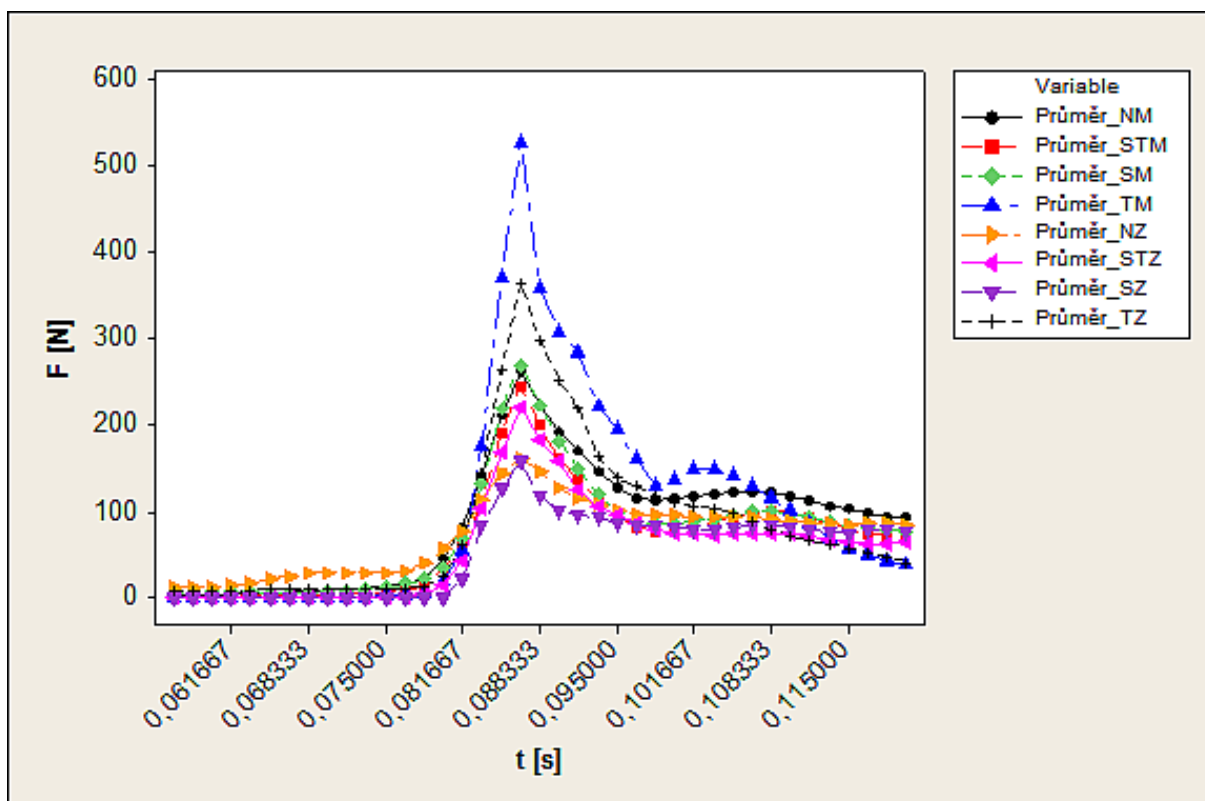
N_2	Počet vzorků v testovací skupině
N_3	Počet úspěšně klasifikovaných vzorků z trénovací skupiny
N_4	Počet úspěšně klasifikovaných vzorků z testovací skupiny

Příloha A: Facka

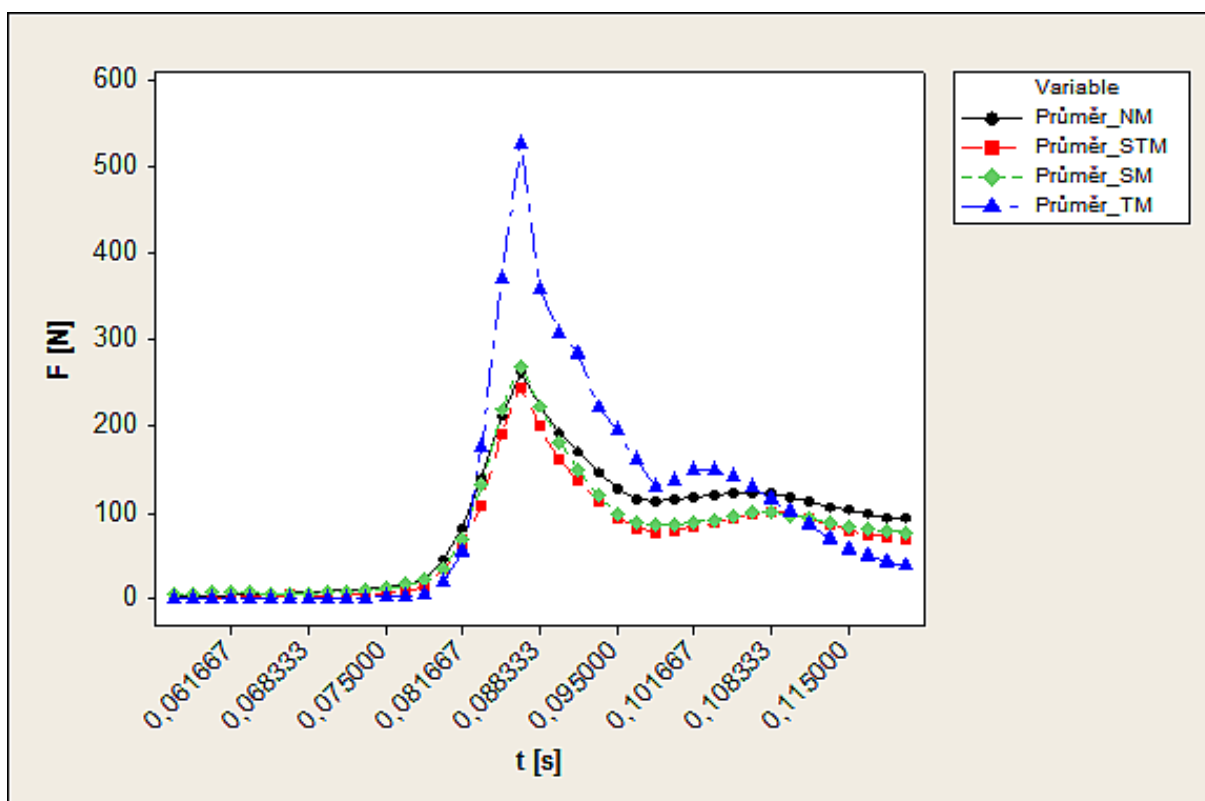
Také je možné tento typ úderu nazvat obloukový úder dlaní, ale rozšířený název je facka, proto je použit i v této práci.



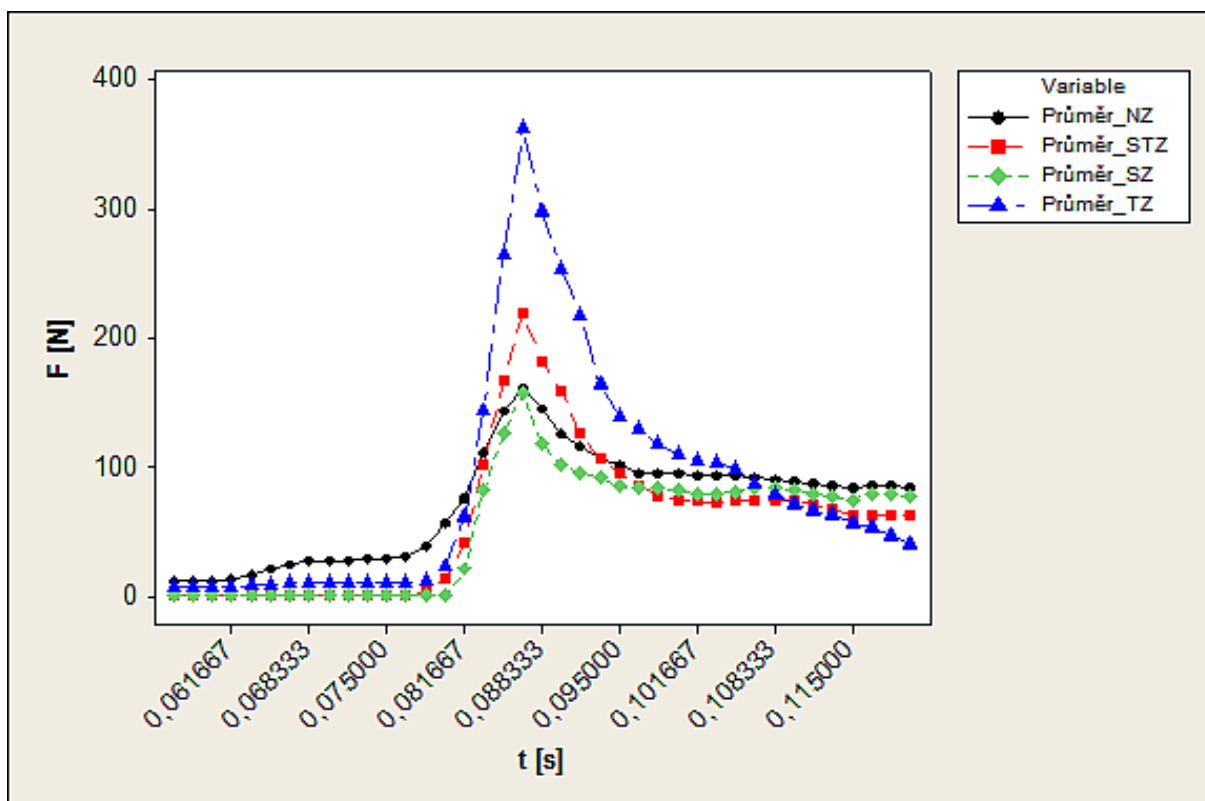
Obr. A1. Závislost průměrné síly facky na čase



Obr. A2. Závislost průměrné síly facky na čase – zkrácený průběh

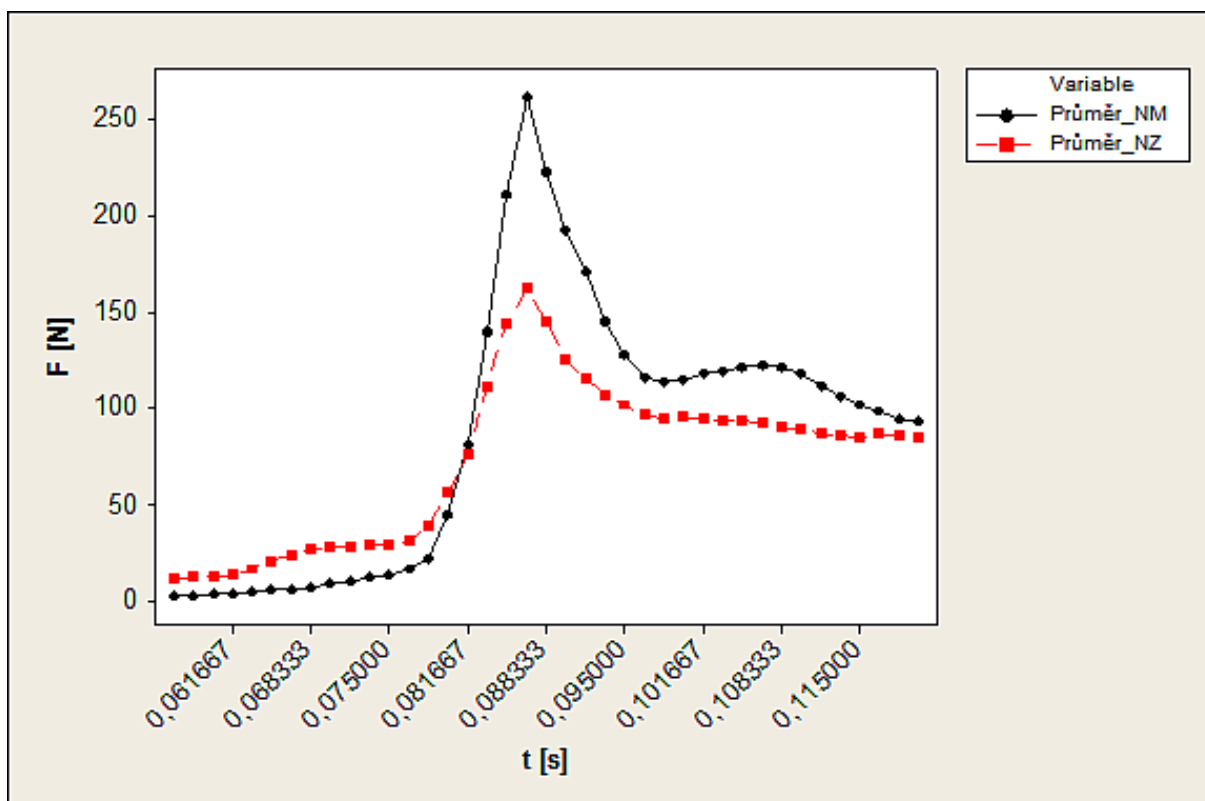


Obr. A3. Závislost průměrné síly facky na čase pro muže – zkrácený průběh

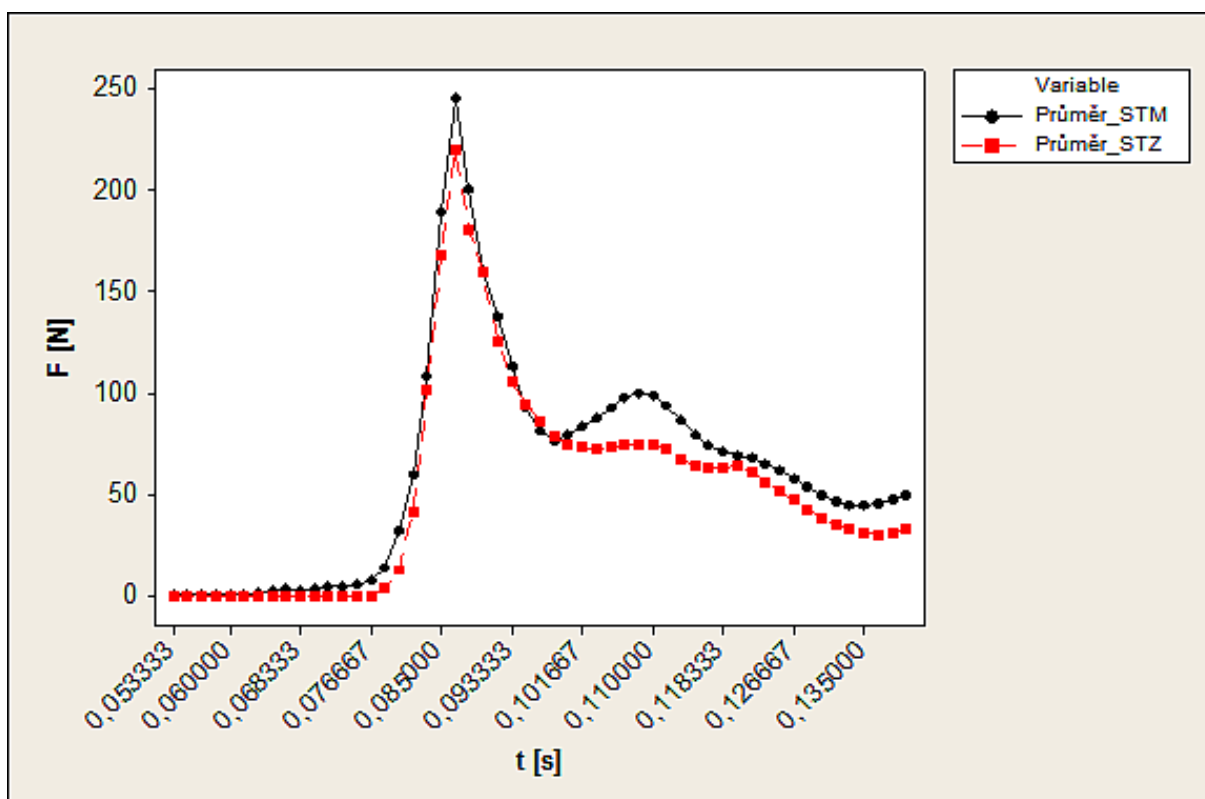


Obr. A4. Závislost průměrné síly facky na čase pro ženy – zkrácený průběh

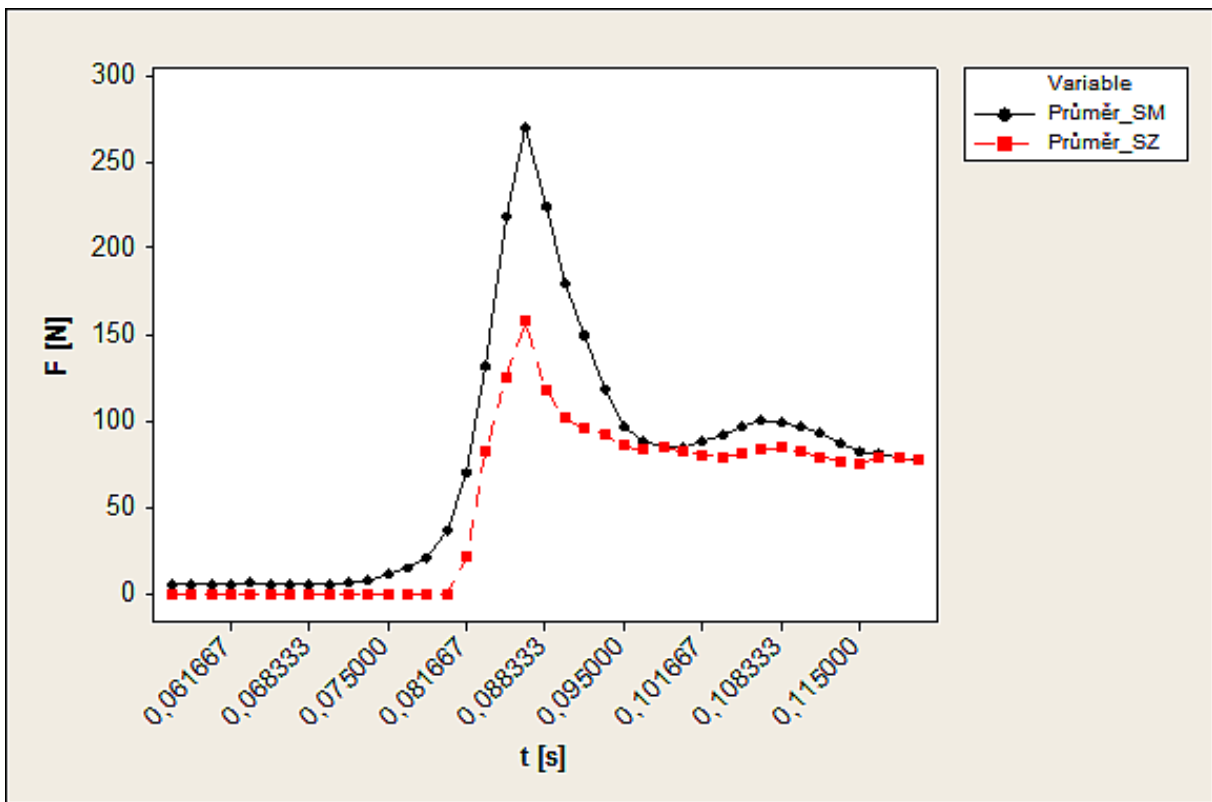
Z těchto grafů je patrné, že skupina trénovaných výrazně převyšuje ostatní kategorie. Rozdíl oproti přímému úderu je zde patrný ve strmosti průběhů. Přímý úder (vyjma skupiny trénovaných) měl pomalejší náběh, u této techniky je náběh strmější. Je zde také patrnější delší čas po úderu, tzn. ruka zůstávala delší dobu na lapě.



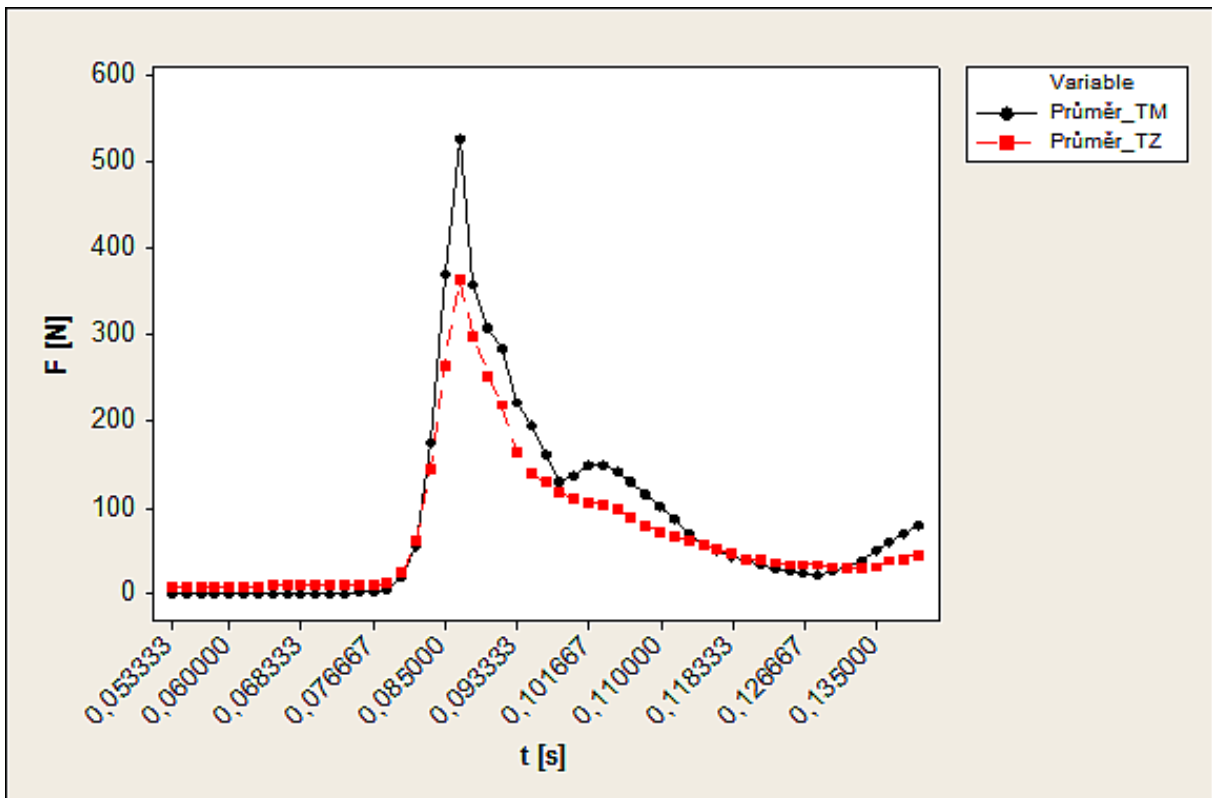
Obr. A5. Závislost průměrné síly facky na čase pro netréované muže a ženy



Obr. A6. Závislost průměrné síly facky na čase pro středně trénované muže a ženy



Obr. A7. Závislost průměrné síly facky na čase pro samostatné muže a ženy



Obr. A8. Závislost průměrné síly facky na čase pro trénované muže a ženy

Tab. A1. Průměrné síly facek pro jednotlivé kategorie

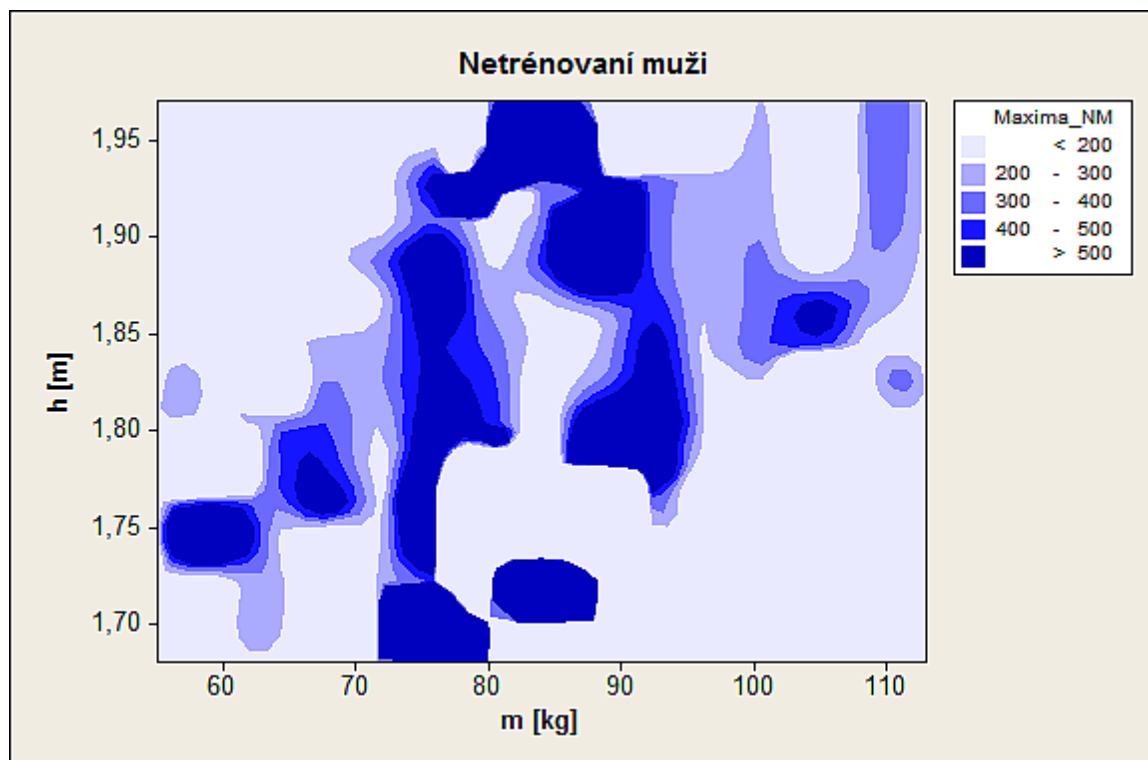
	Průměr [N]	Směrodatná odchylka průměru [N]
Netrénovaní muži	65,479	22,274
Středně trénovaní muži	44,129	16,402
Samostatní muži	74,87	27,96
Trénovaní muži	52,33	32,59
	Průměr [N]	Směrodatná odchylka průměru [N]
Netrénované ženy	57,01	21,83
Středně trénované ženy	50,79	16,99
Samostatné ženy	41,52	10,06
Trénované ženy	60,02	28,19

Tab. A2. Maximální síly facek pro jednotlivé kategorie

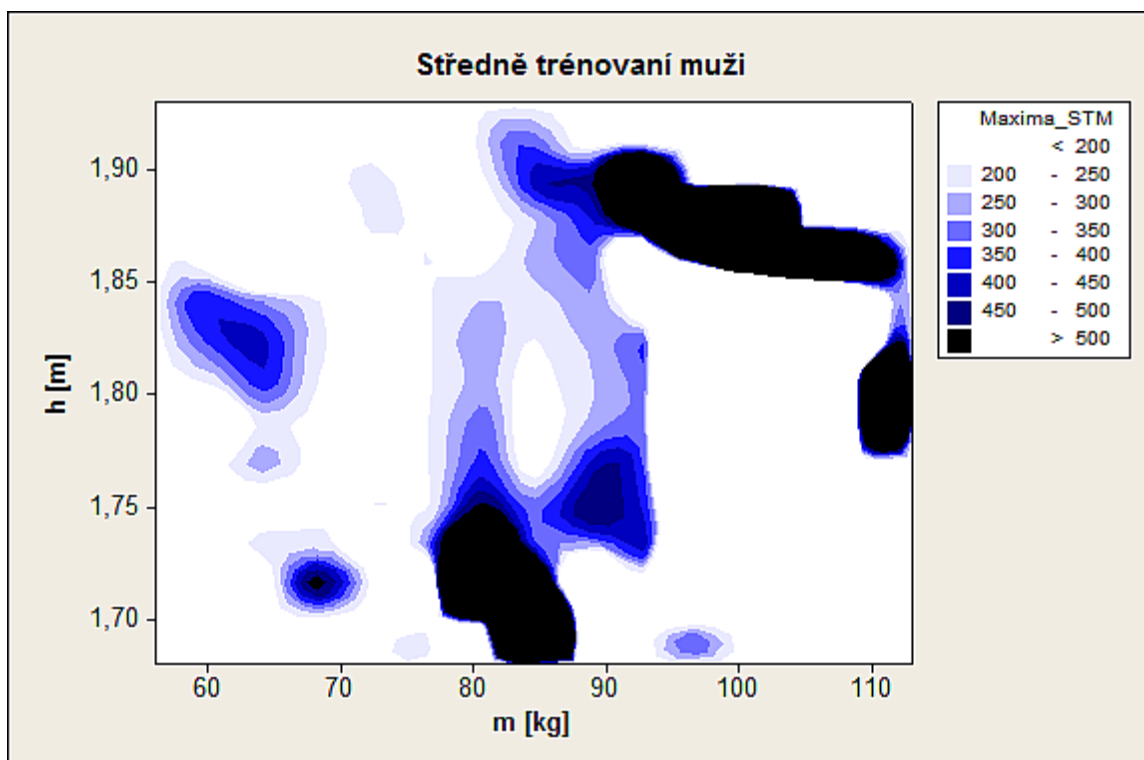
	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Netrénovaní muži	261,31	92,34
Středně trénovaní muži	245,27	91,09
Samostatní muži	269,89	106,34
Trénovaní muži	526,2	303
	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Netrénované ženy	162,02	42,06
Středně trénované ženy	219,95	32,4
Samostatné ženy	157,89	15,75
Trénované ženy	362,9	212,3

Ze statistických údajů vyplývá, že i zde se najdou rozdíly oproti přímému úderu. Není zde už ovšem jednoznačný trend v nárůstu maximální síly, jak tomu bylo u přímého úderu. Kategorie netrénovaných mužů má větší maximální sílu než muži středně trénovaní. U žen naopak mají nejnižší sílu samostatné ženy.

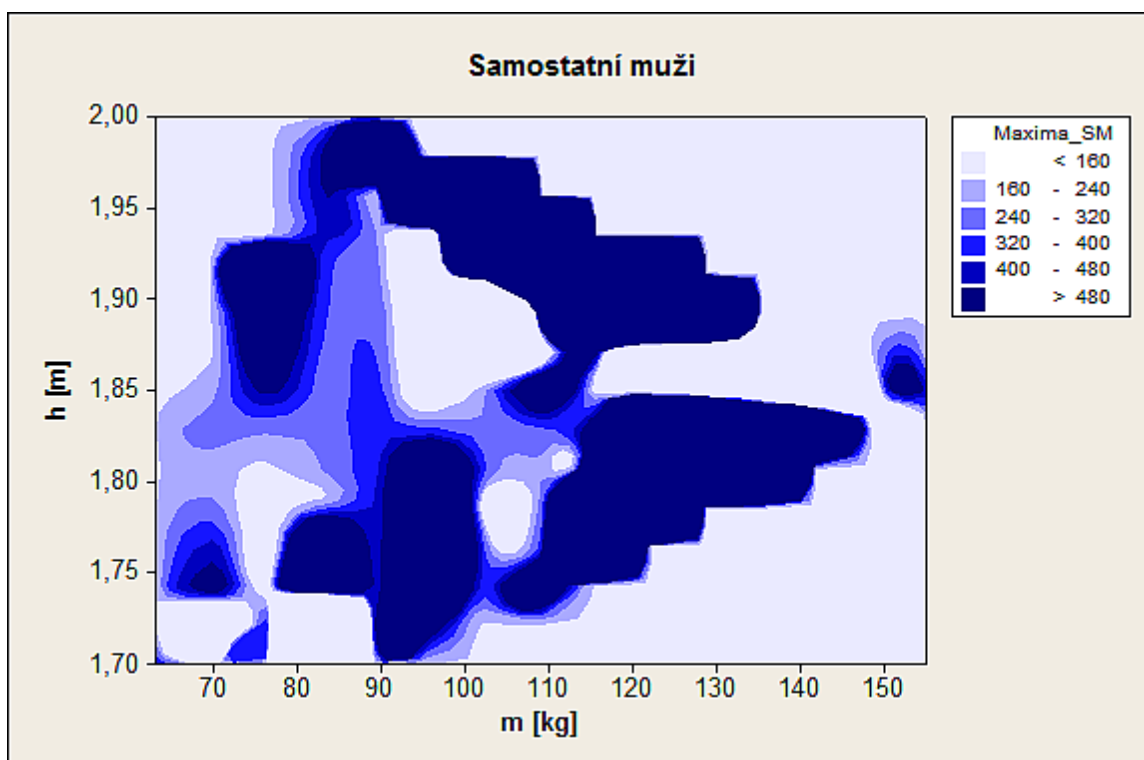
Bohužel vzorek v této kategorii je příliš malý, abychom mohli tvrdit, že má vypovídací hodnotu. Ale pokud tuto kategorii vynecháme, pak u žen je trend nárůstu síly podle očekávání. Je možné to vysvětlit tím, že hodně bojových sportů a umění je zaměřeno spíše na přímé údery než facky, proto tato kategorie má slabší facku i než netréované ženy. Přitom facka patří pro ženy mezi přirozenou a intuitivní obranu.



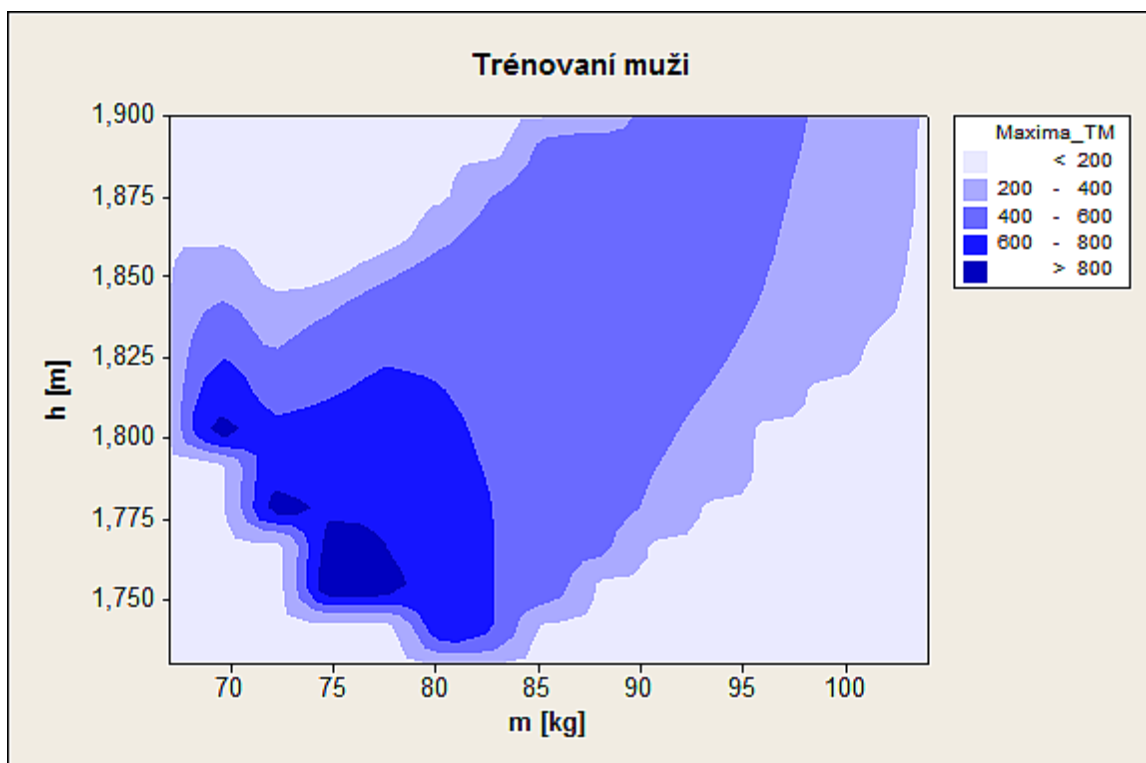
Obr. A9. Závislost maximální síly facky na tělesné výšce a hmotnosti pro netréované muže



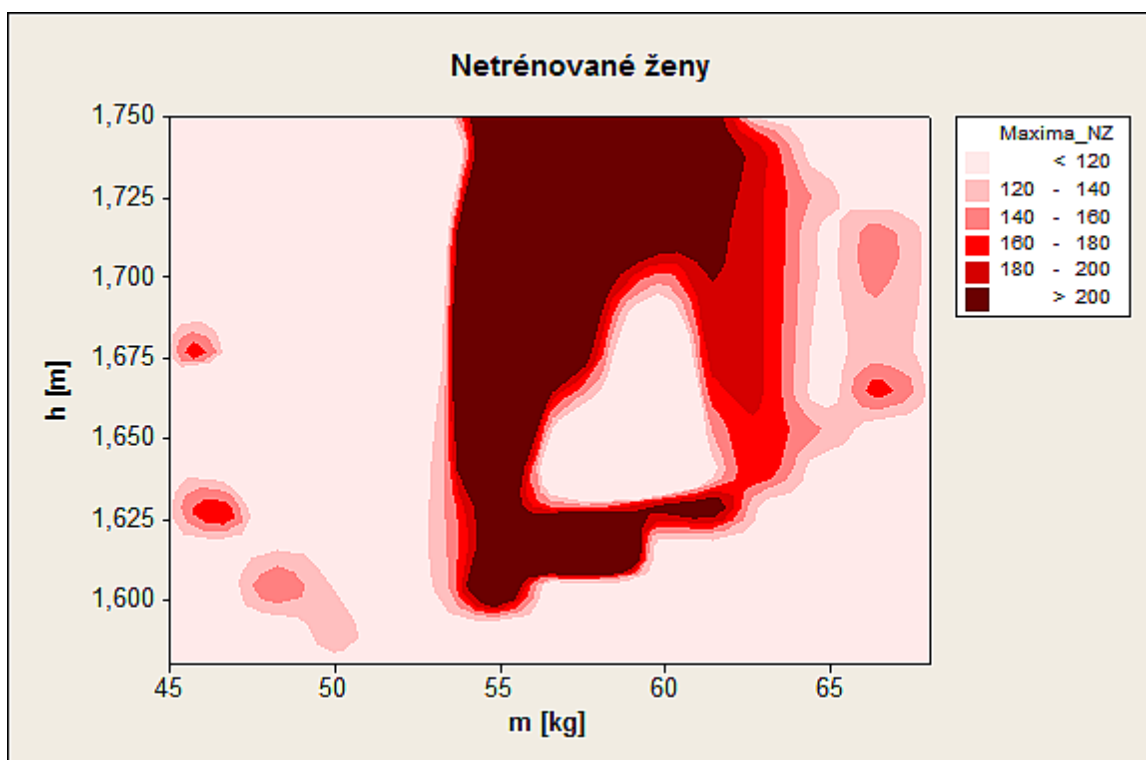
Obr. A10. Závislost maximální síly facky na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované muže



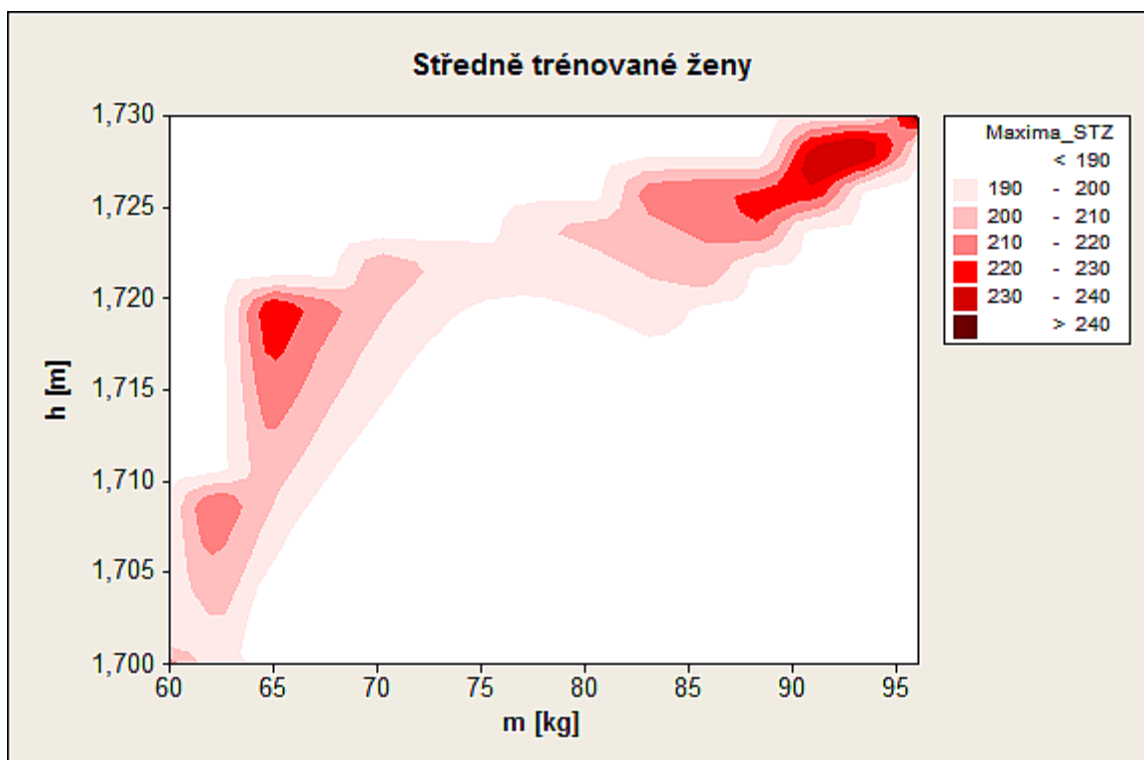
Obr. A11. Závislost maximální síly facky na tělesné výšce a hmotnosti pro samostatné muže



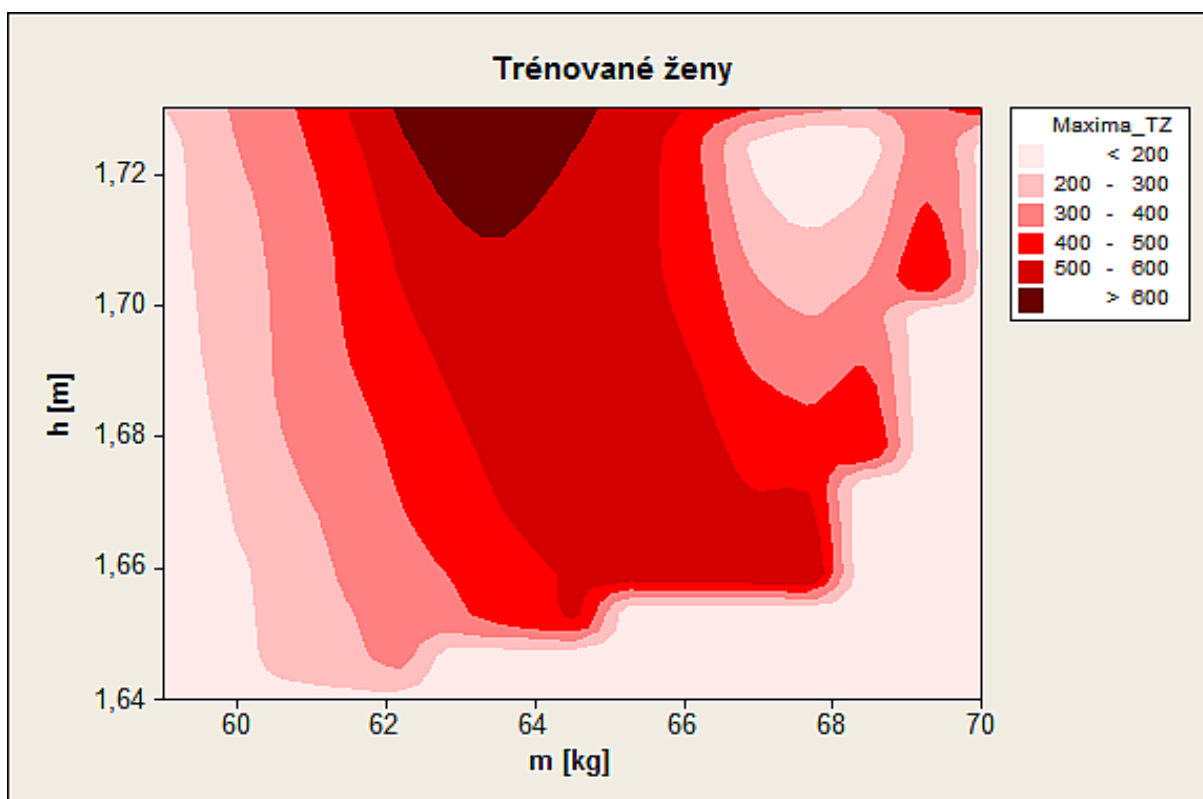
Obr. A12. Závislost maximální síly facky na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované muže



Obr. A13. Závislost maximální síly facky na tělesné výšce a hmotnosti pro netrénované ženy



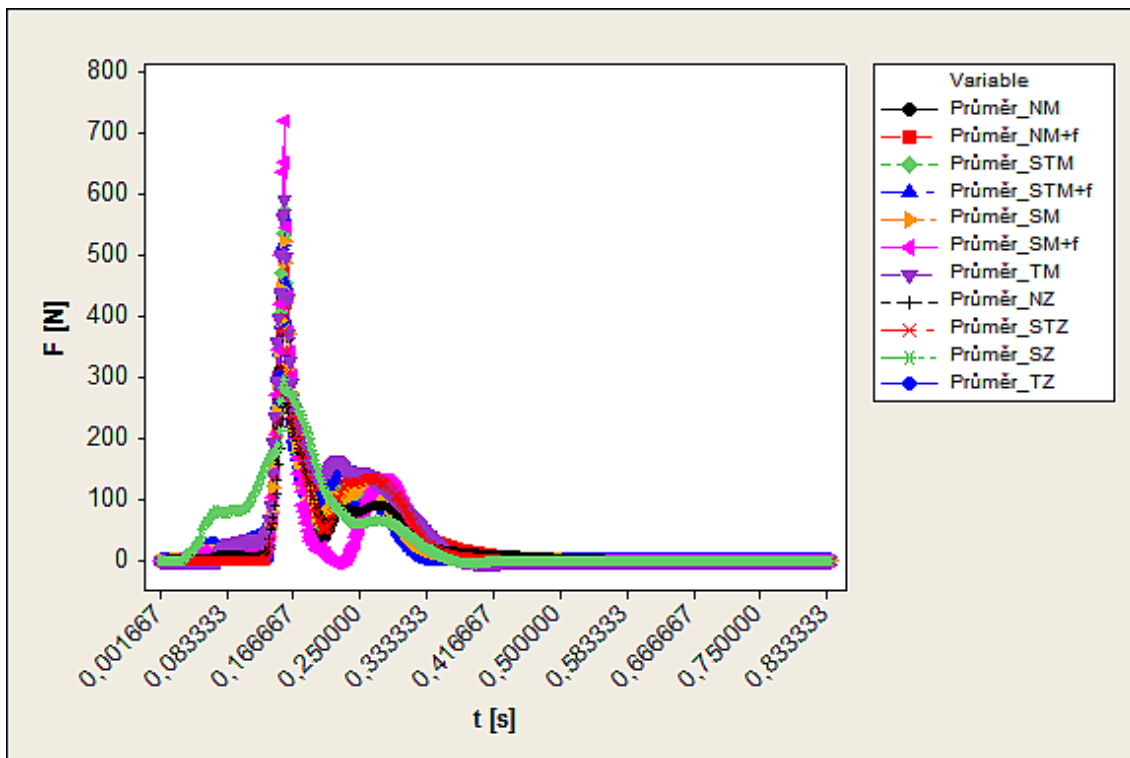
Obr. A14. Závislost maximální síly facky na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované ženy



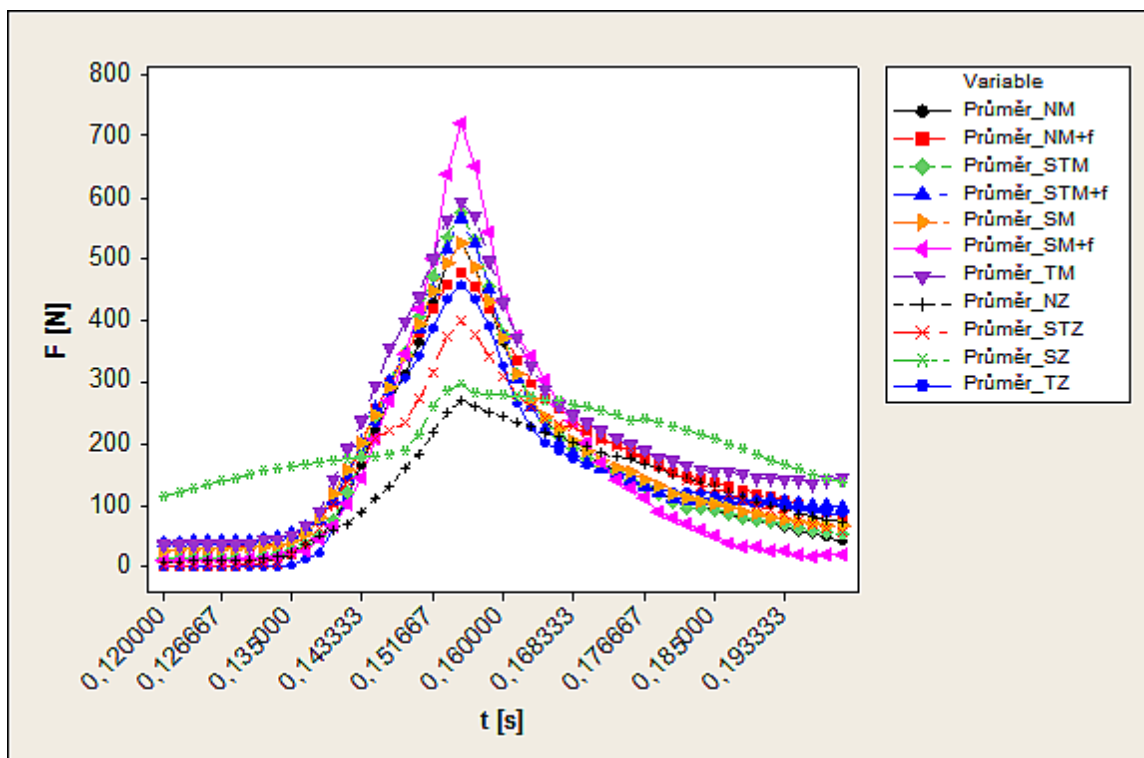
Obr. A15. Závislost maximální síly facky na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované ženy

Závislosti maximální síly facky na tělesné výšce a hmotnosti opět neukázaly jednoznačný trend u všech kategorií. Z grafu pro trénované muže lze vyčíst, že čím menší a lehčí, tím je jejich facka silnější. U trénovaných žen síla roste s vyšší tělesnou výškou.

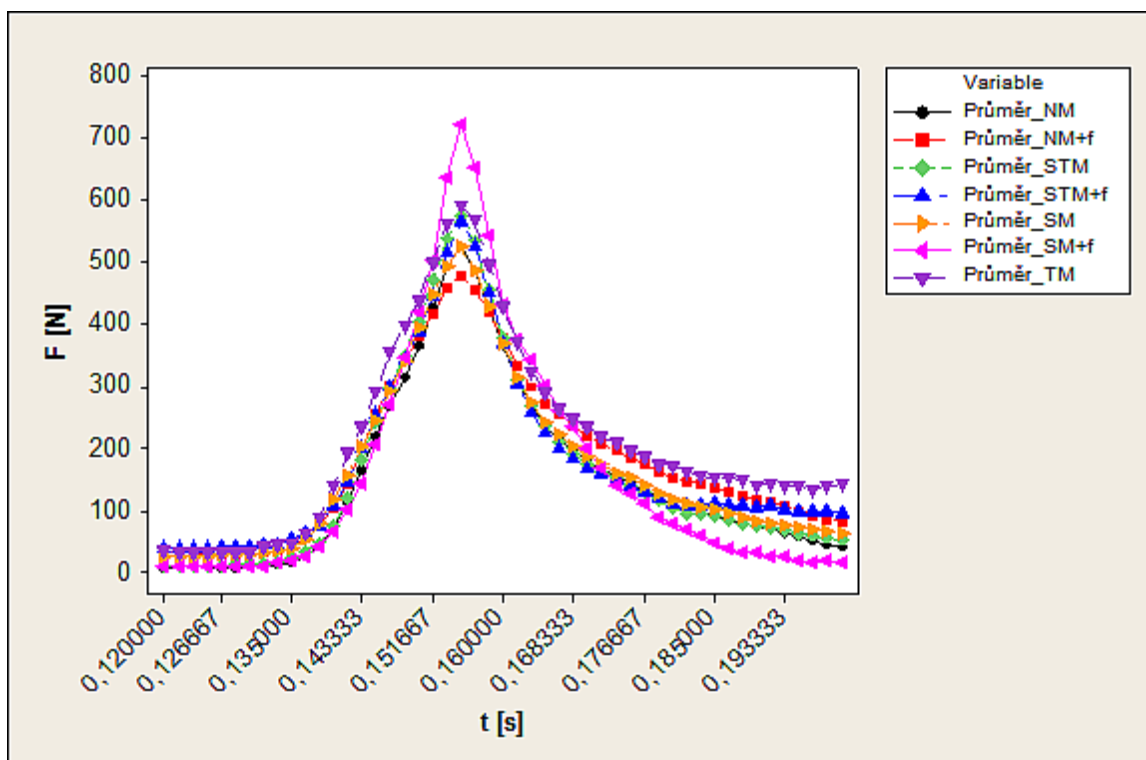
Příloha B: Přímý kop



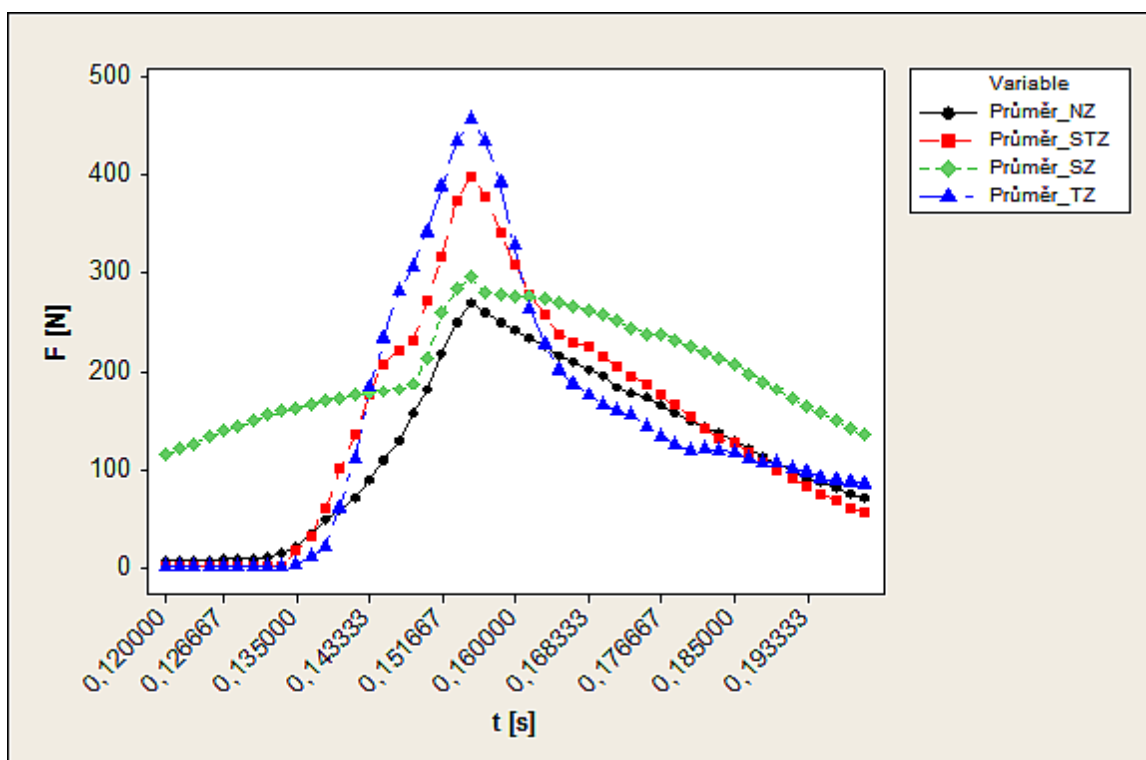
Obr. B1. Závislost průměrné síly přímého kopu na čase



Obr. B2. Závislost průměrné síly přímého kopu na čase – zkrácený průběh

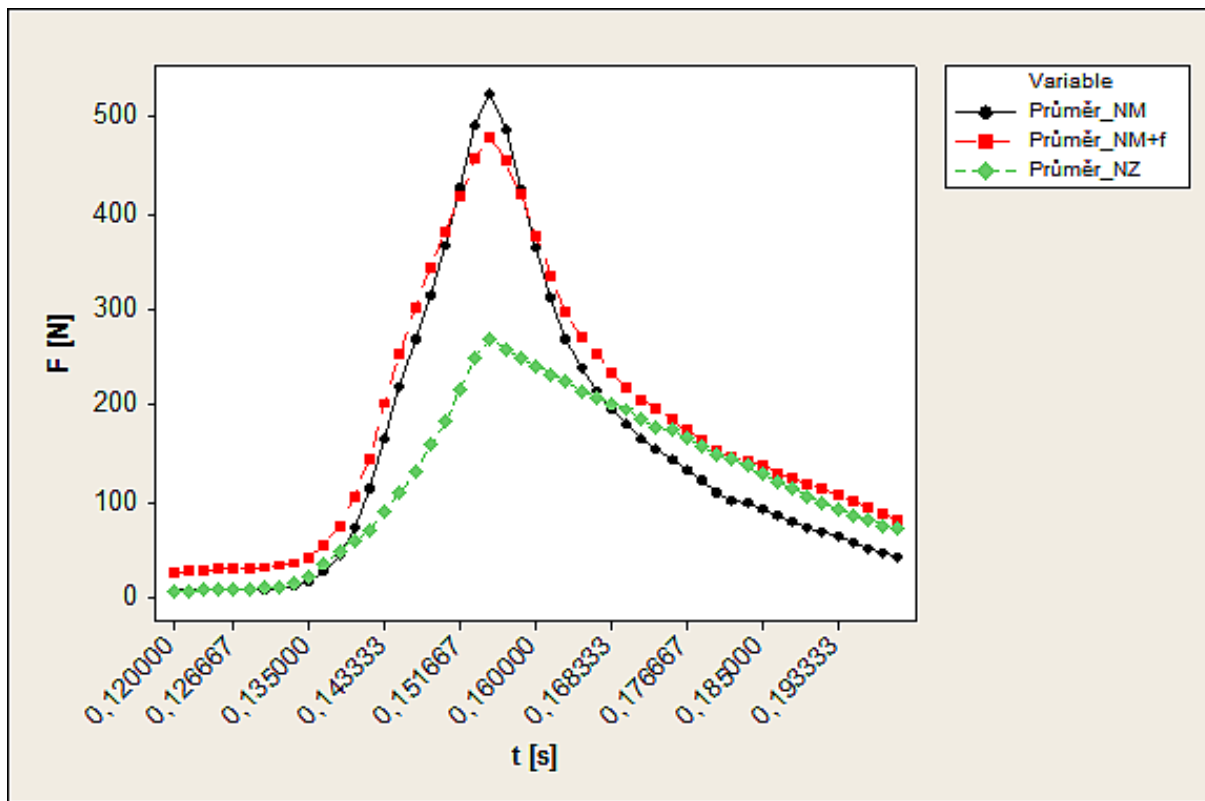


Obr. B3. Závislost průměrné síly přímého kopu na čase pro muže – zkrácený průběh

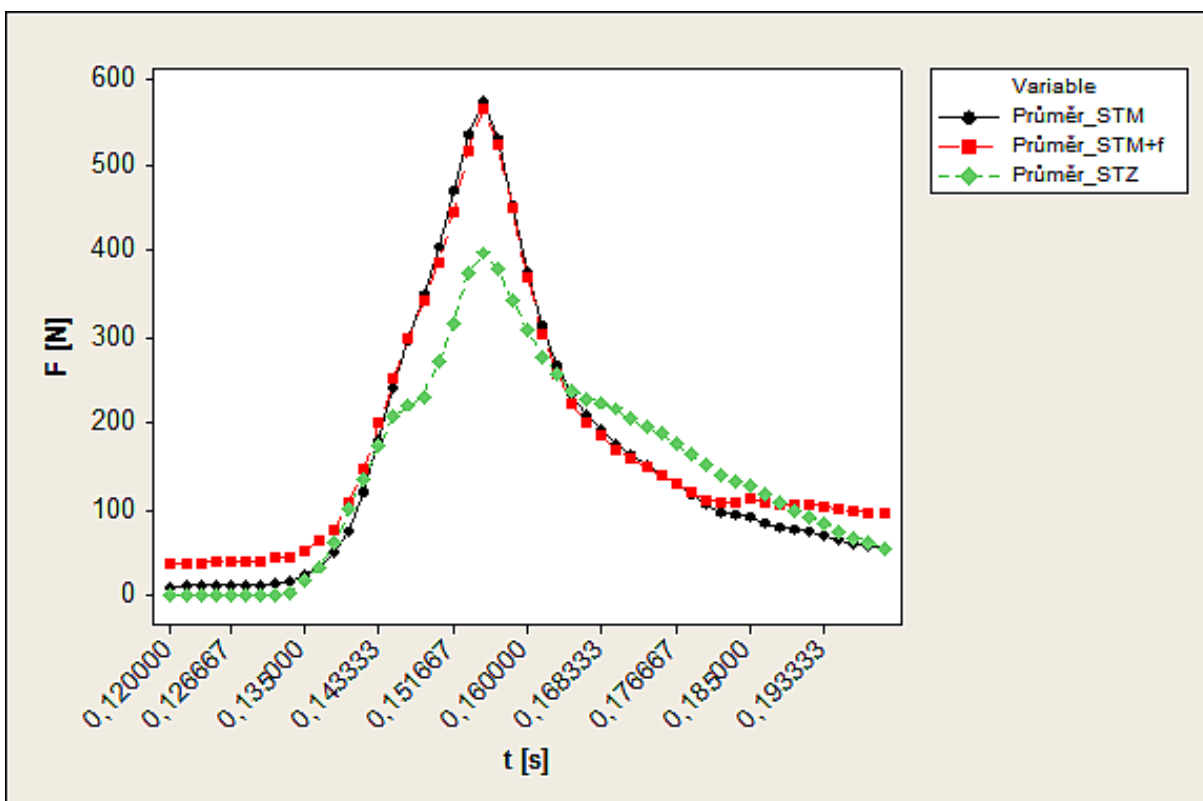


Obr. B4. Závislost síly přímého kopu na čase pro ženy – zkrácený průběh

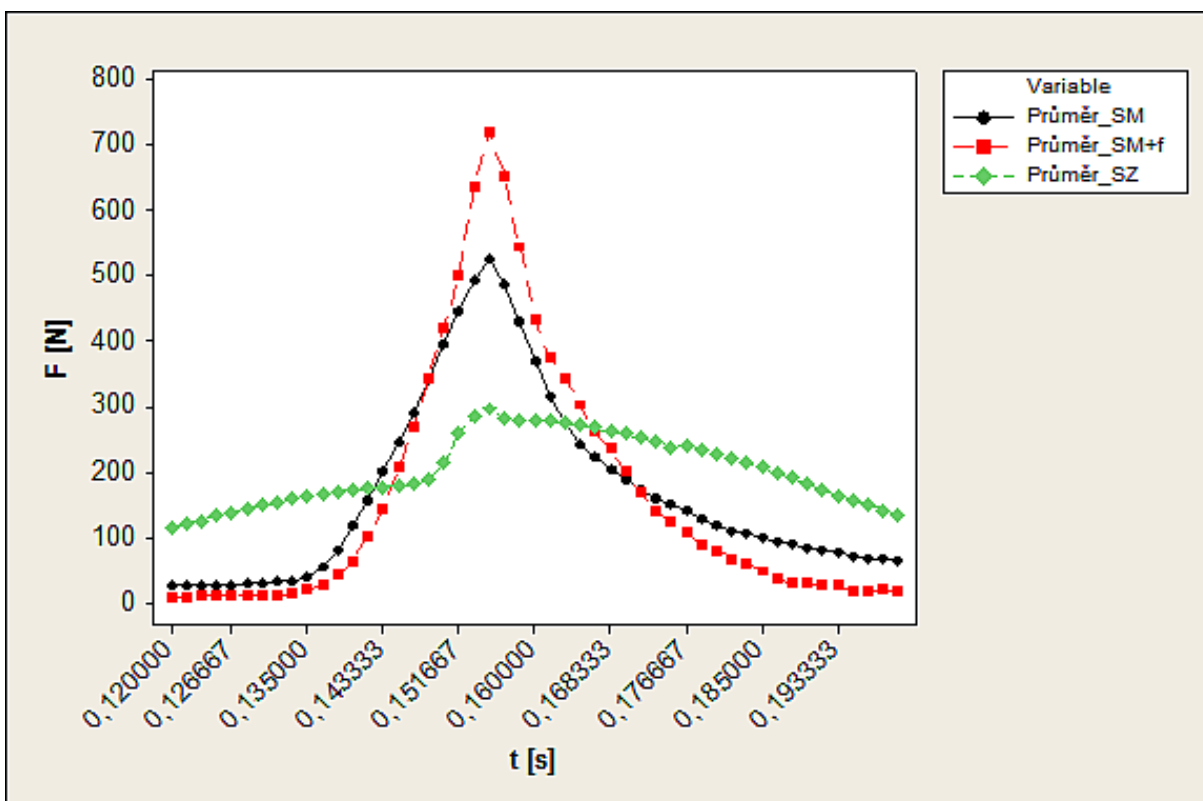
Přímý kop je specifický v tom, že u mužů jsou průběhy velmi podobné. Jsou malé rozdíly mezi jednotlivými skupinami. Rozdíly jsou patrné u žen, kdy opět méně trénovaný kop má pozvolnější sestupnou hranu.



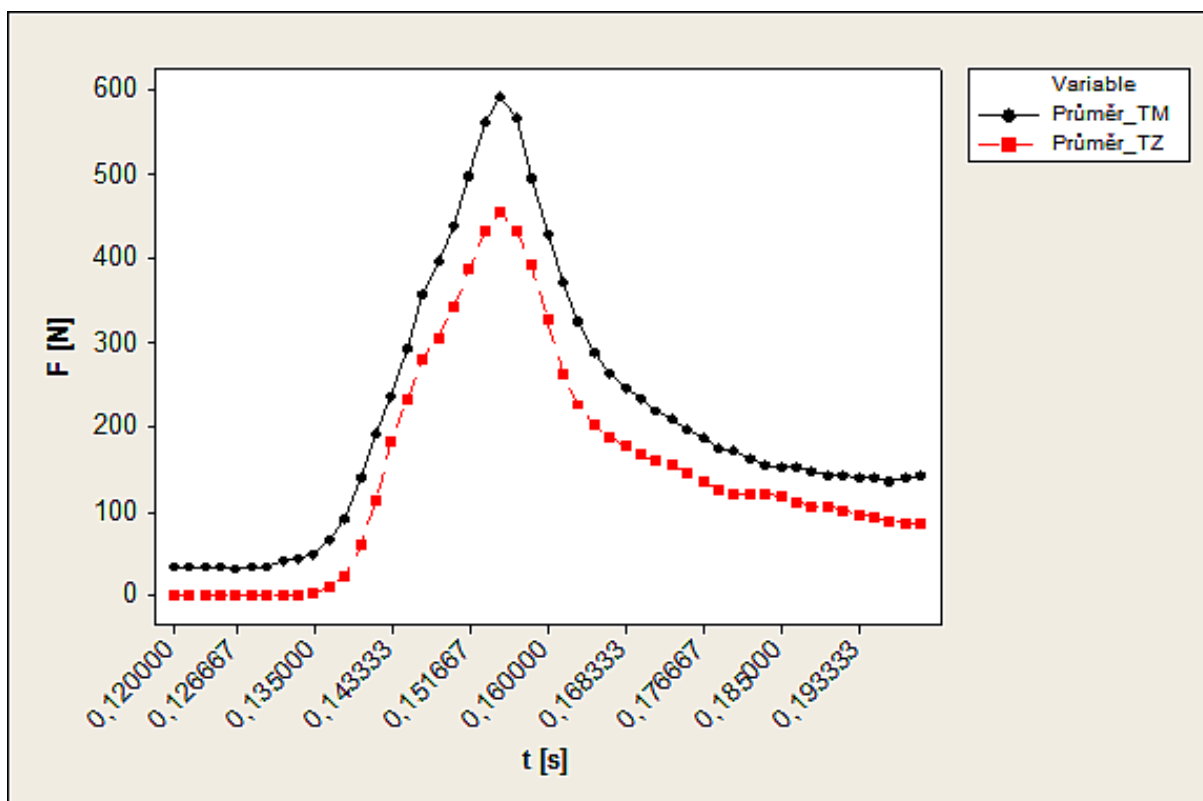
Obr. B5. Závislost průměrné síly přímého kopu na čase pro netréňované muže a ženy



Obr. B6. Závislost průměrné síly přímého kopu na čase pro středně trénované muže a ženy



Obr. B7. Závislost průměrné síly přímého kopu na čase pro samostatné muže a ženy



Obr. B8. Závislost průměrné síly přímého kopu na čase pro trénované muže a ženy

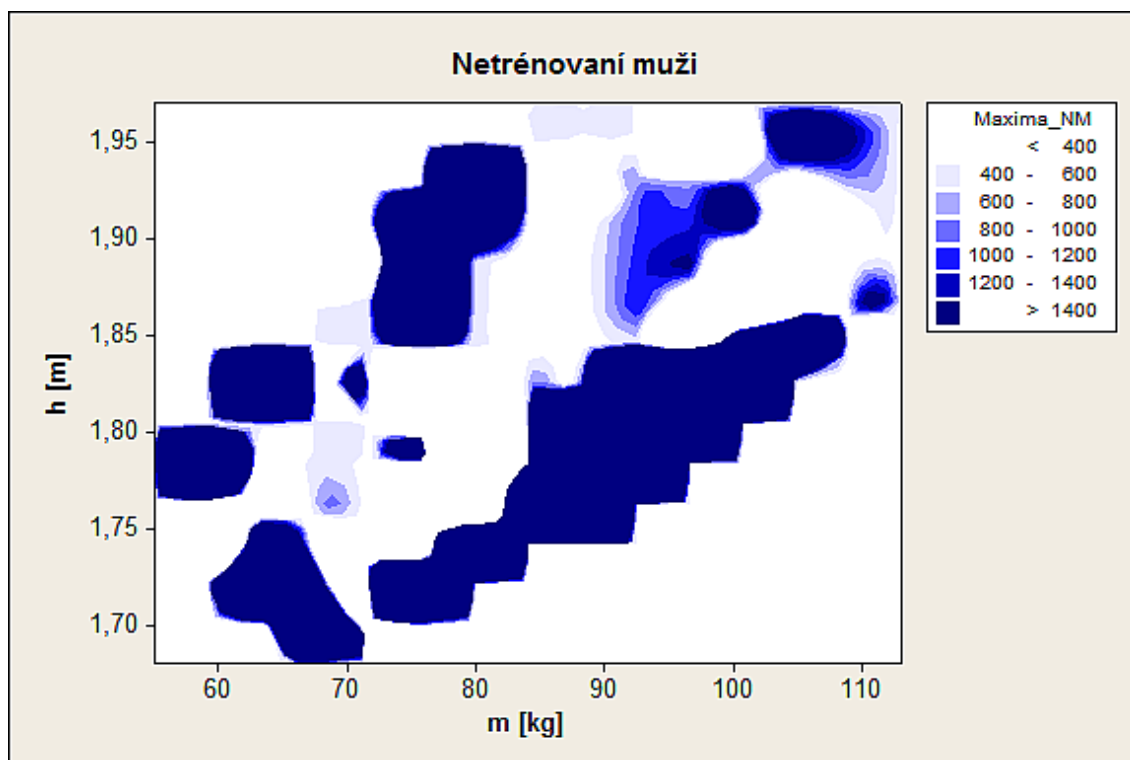
Tab. B1. Průměrné síly přímých kopů pro jednotlivé kategorie

	Průměr [N]	Směrodatná odchylka průměru [N]
Netrénovaní muži	125,3	55,68
Netrénovaní muži + fotbal	137,2	51,8
Středně trénovaní muži	99,4	49,96
Středně trénovaní muži + fotbal	135,44	52,21
Samostatní muži	145,7	69,5
Samostatní muži + fotbal	118,21	51,42
Trénovaní muži	138,9	47,5
	Průměr [N]	Směrodatná odchylka průměru [N]
Netrénované ženy	102,62	40,34
Středně trénované ženy	122,45	26,82
Samostatné ženy	117,3	42,99
Trénované ženy	148	69,4

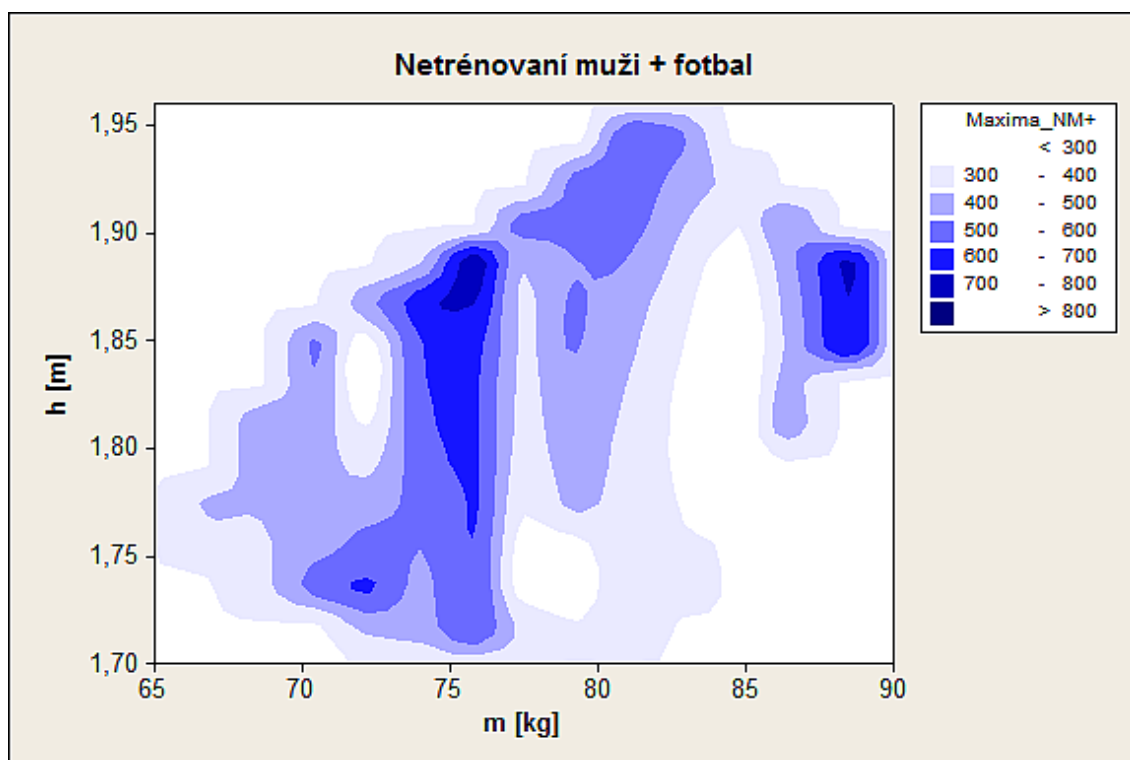
Tab. B2. Maximální síly přímých kopů pro jednotlivé kategorie

	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Netrénovaní muži	523,8	272
Netrénovaní muži + fotbal	478,3	163,3
Středně trénovaní muži	575,3	249,3
Středně trénovaní muži + fotbal	566,2	295
Samostatní muži	523,7	245,9
Samostatní muži + fotbal	720,5	281,9
Trénovaní muži	592	222,4
	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Netrénované ženy	269,53	89,22
Středně trénované ženy	399	186,9
Samostatné ženy	295,9	88
Trénované ženy	457,1	108,1

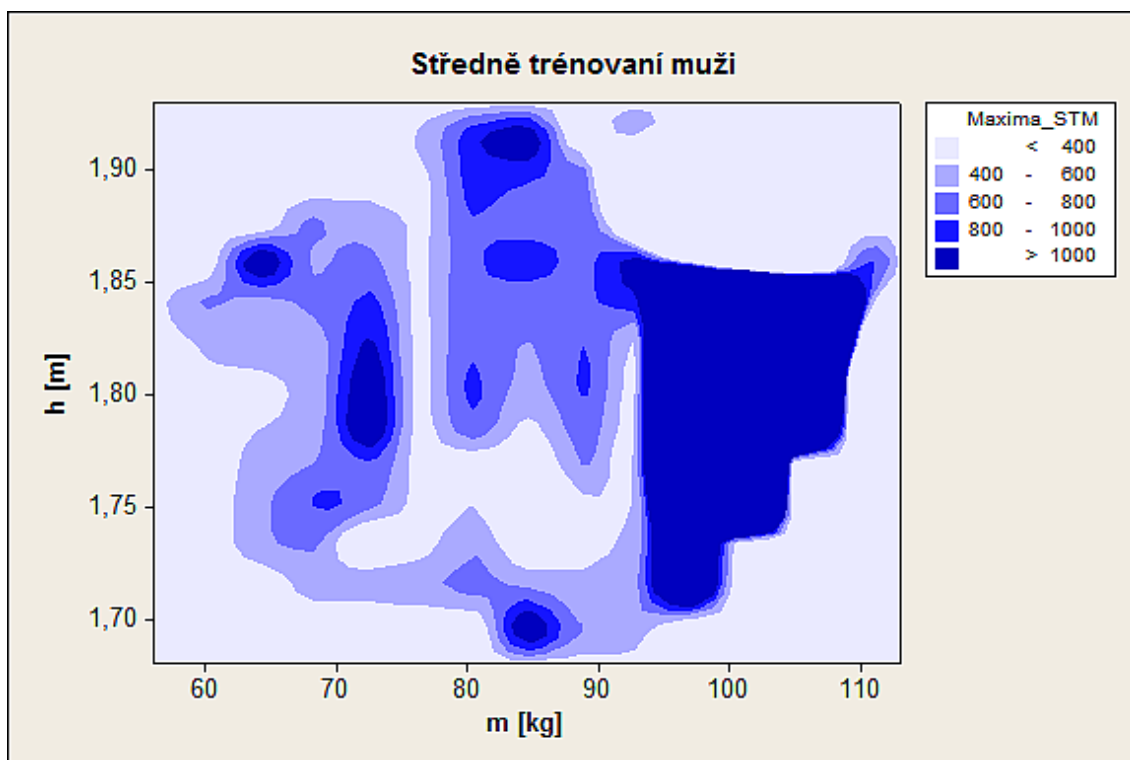
Přímý kop je první technikou, kdy jsou zvlášť vyčleněni muži hrající fotbal. Při pohledu na maximální síly je patrné, proč byly tyto skupiny vytvořeny. Nejen, že kop fotbalisty vypadá vizuálně velmi odlišně, ale také jejich síla je výrazně jiná oproti osobám ve stejné kategorii. Kromě kategorie samostatných mužů hrajících fotbal jsou maximální síly velmi vyrovnané. Bohužel se měření této techniky (ani obloukového kopu) nezúčastnili zástupci Kyokushin karate. Dá se očekávat, že by se průměrná síla trénovaných mužů zvedla.



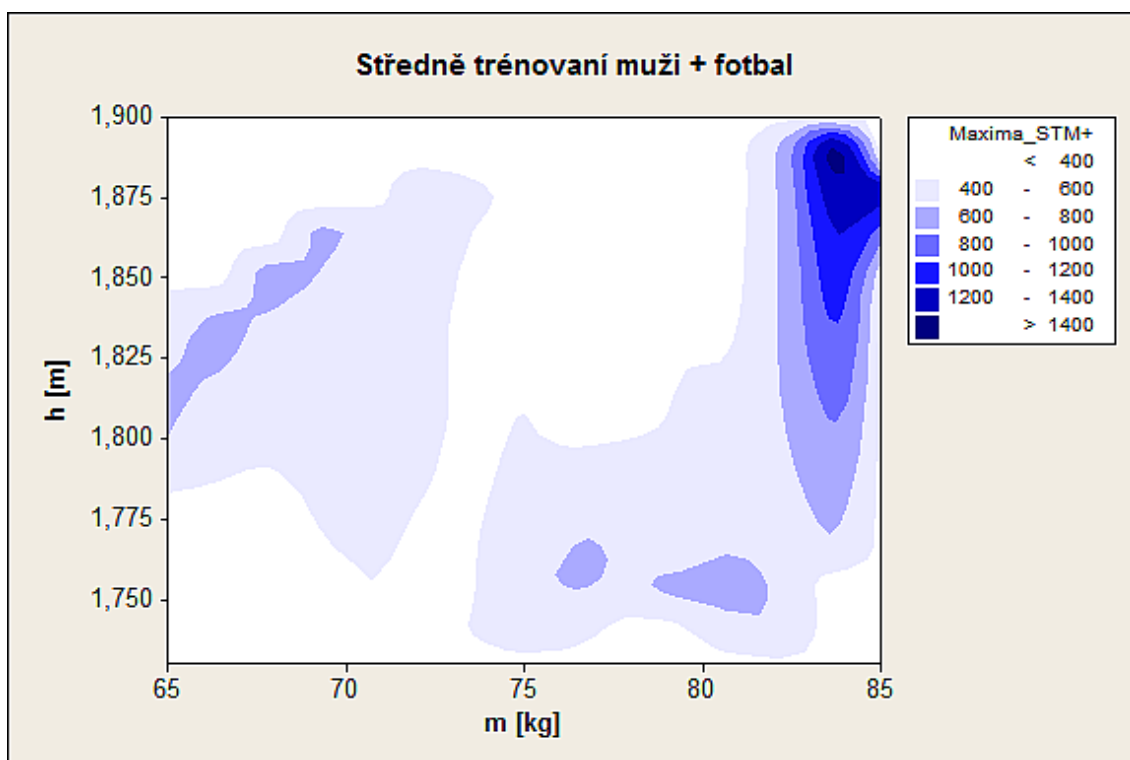
Obr. B9. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro netrénované muže



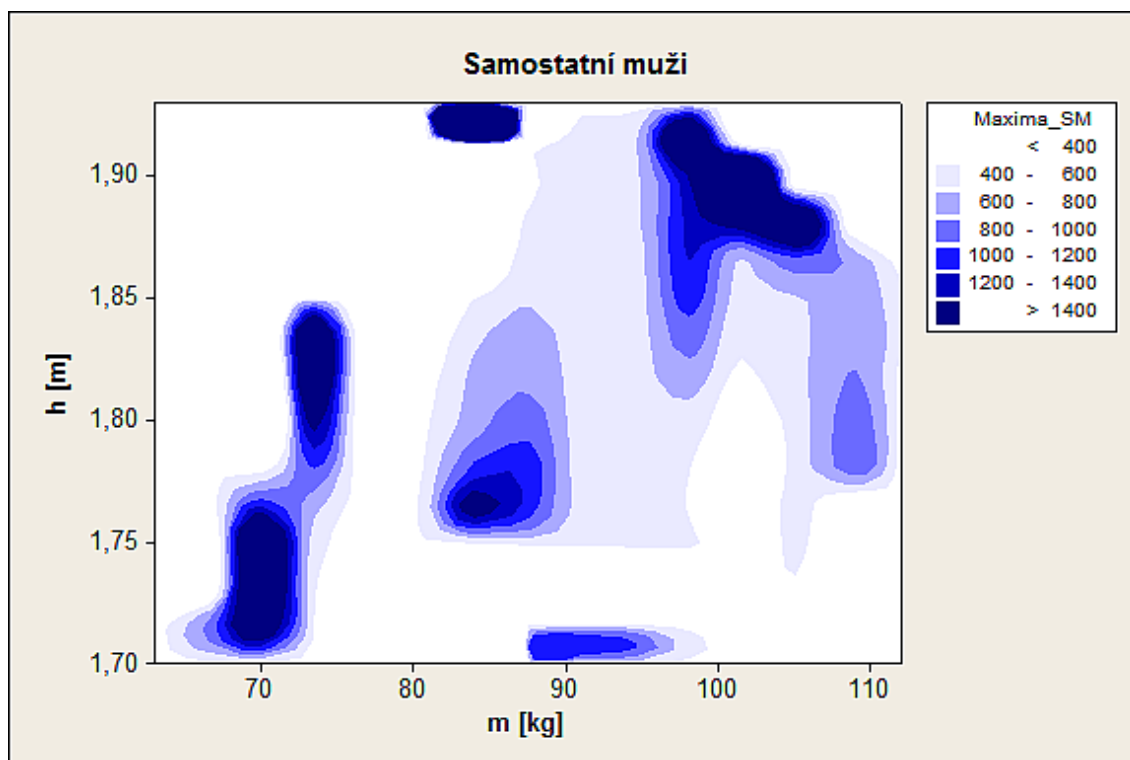
Obr. B10. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro netrénované muže hrající fotbal



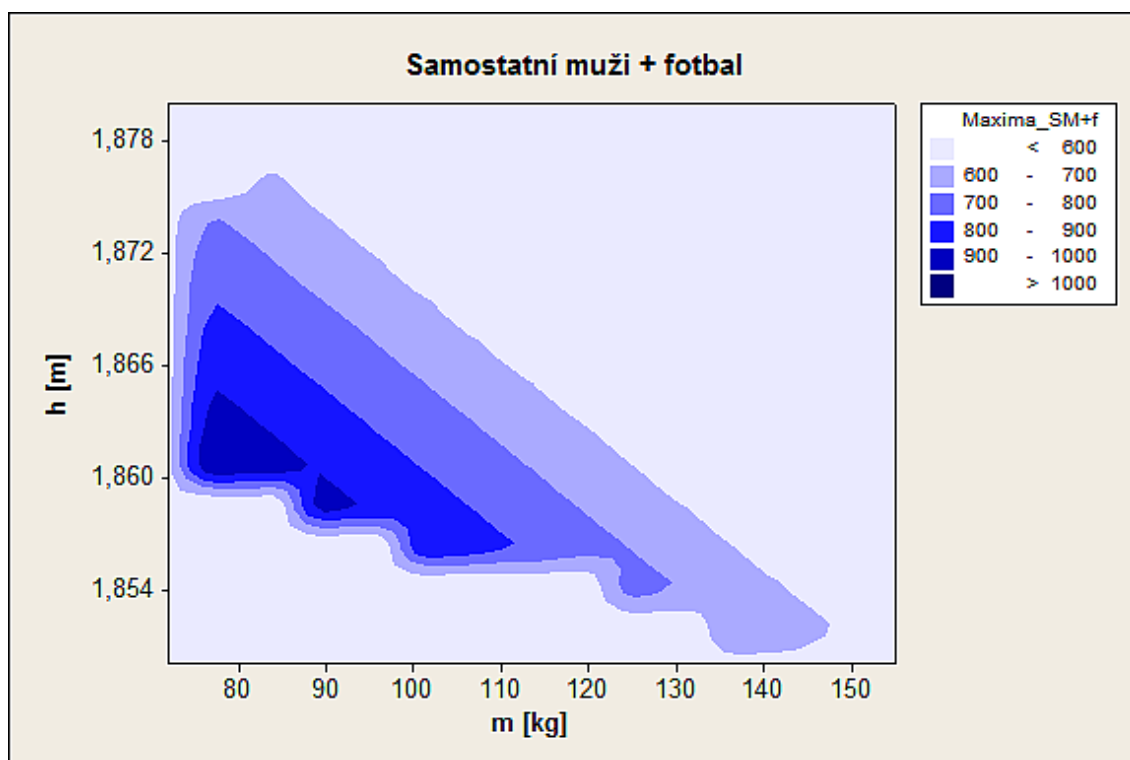
Obr. B11. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované muže



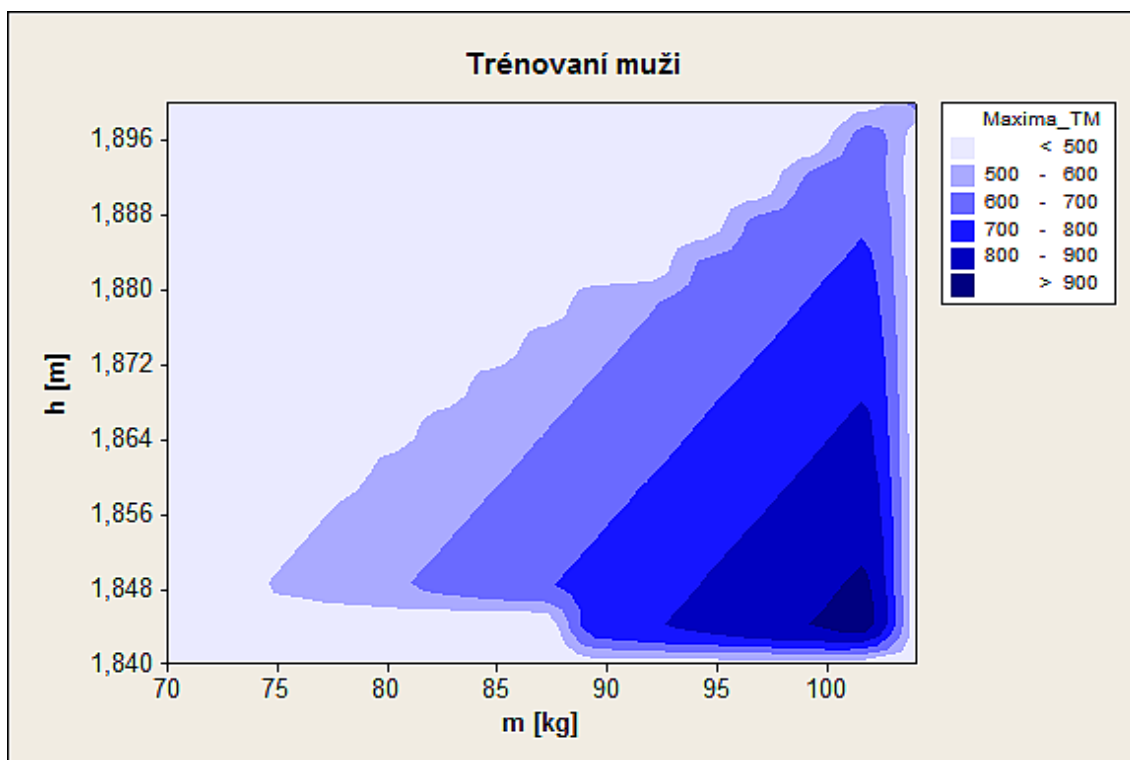
Obr. B12. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované muže hrající fotbal



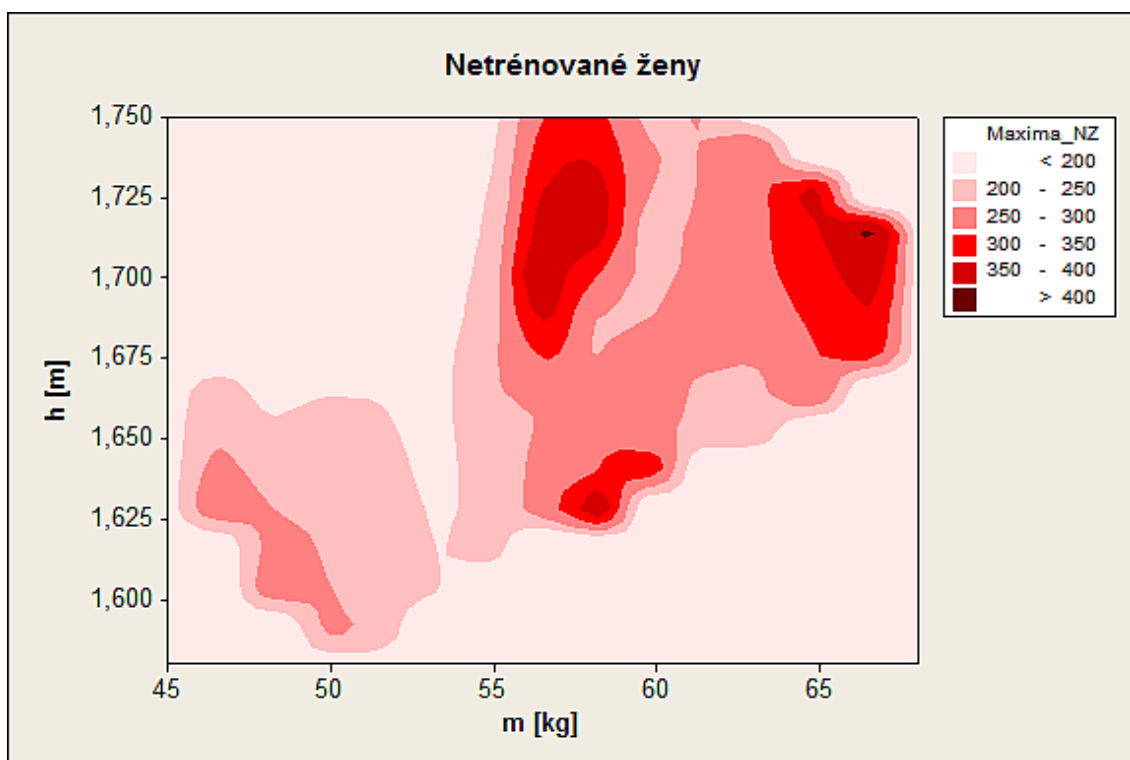
Obr. B13. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro samostatné muže



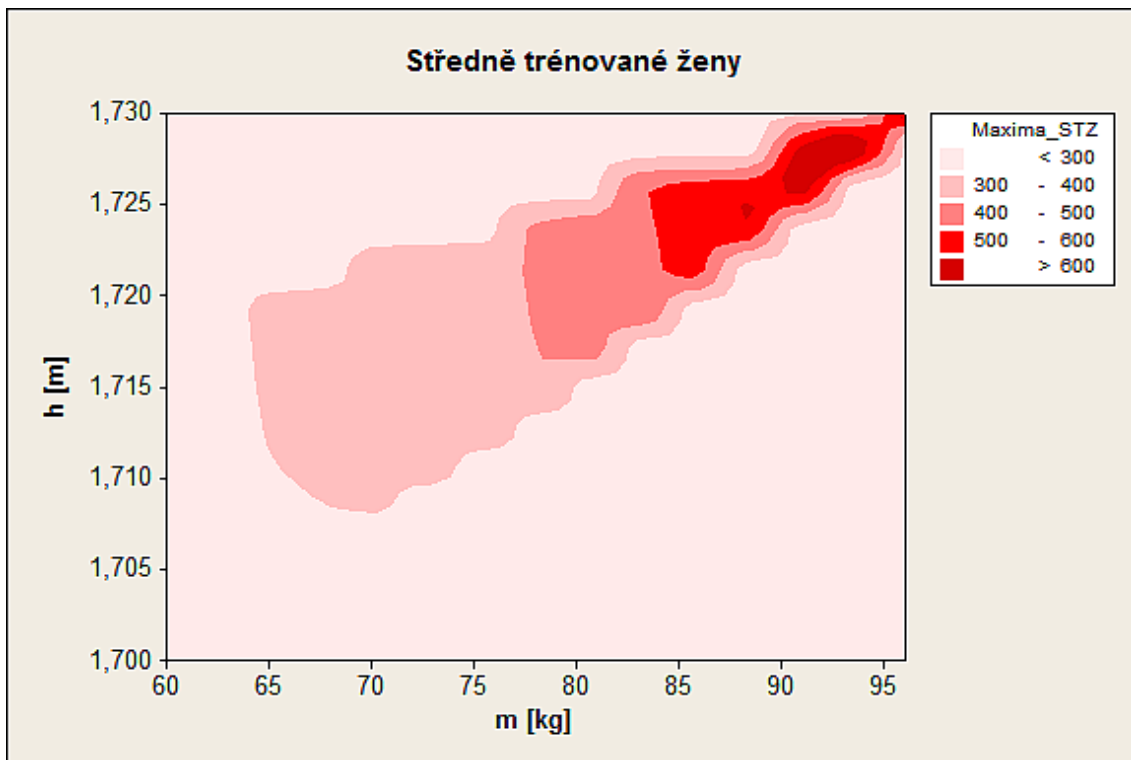
Obr. B14. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro samostatné muže hrající fotbal



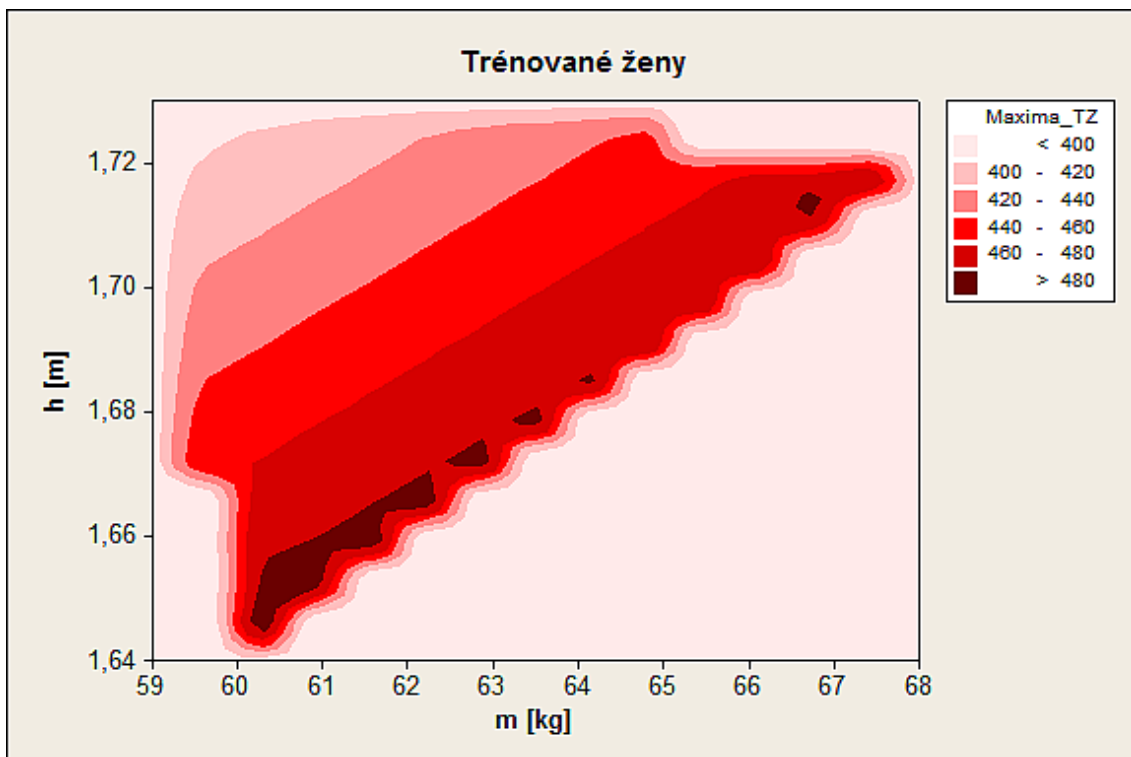
Obr. B15. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované muže



Obr. B16. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro netrénované ženy



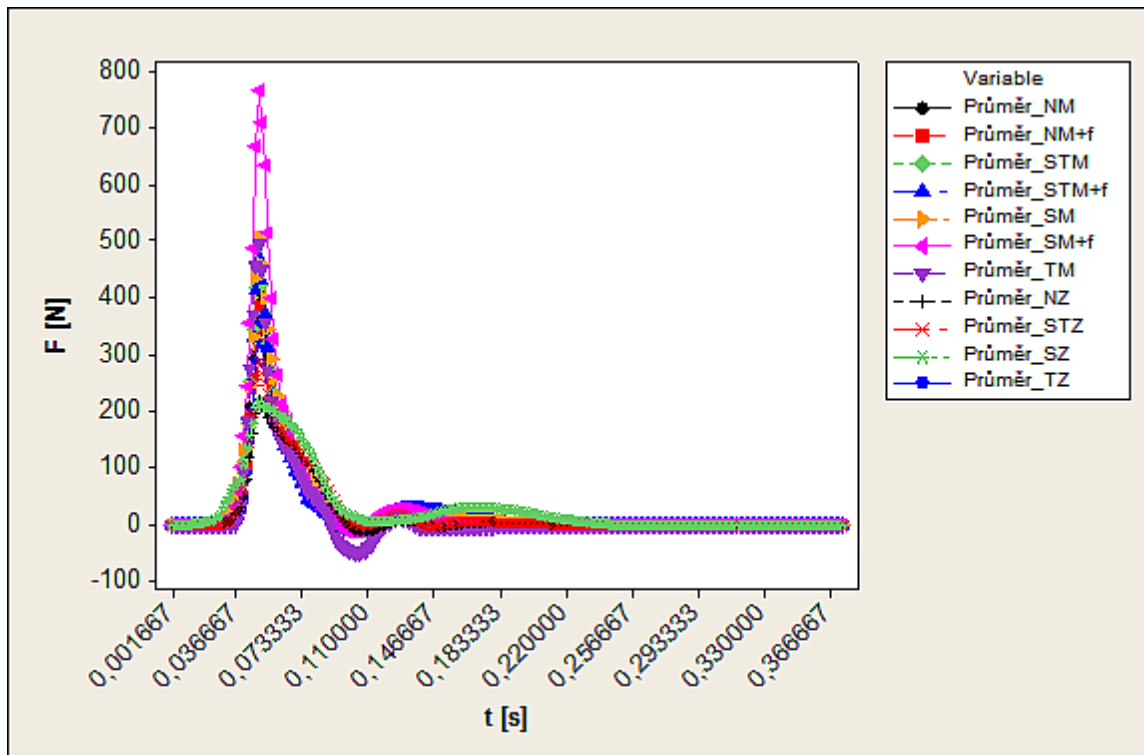
Obr. B17. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované ženy



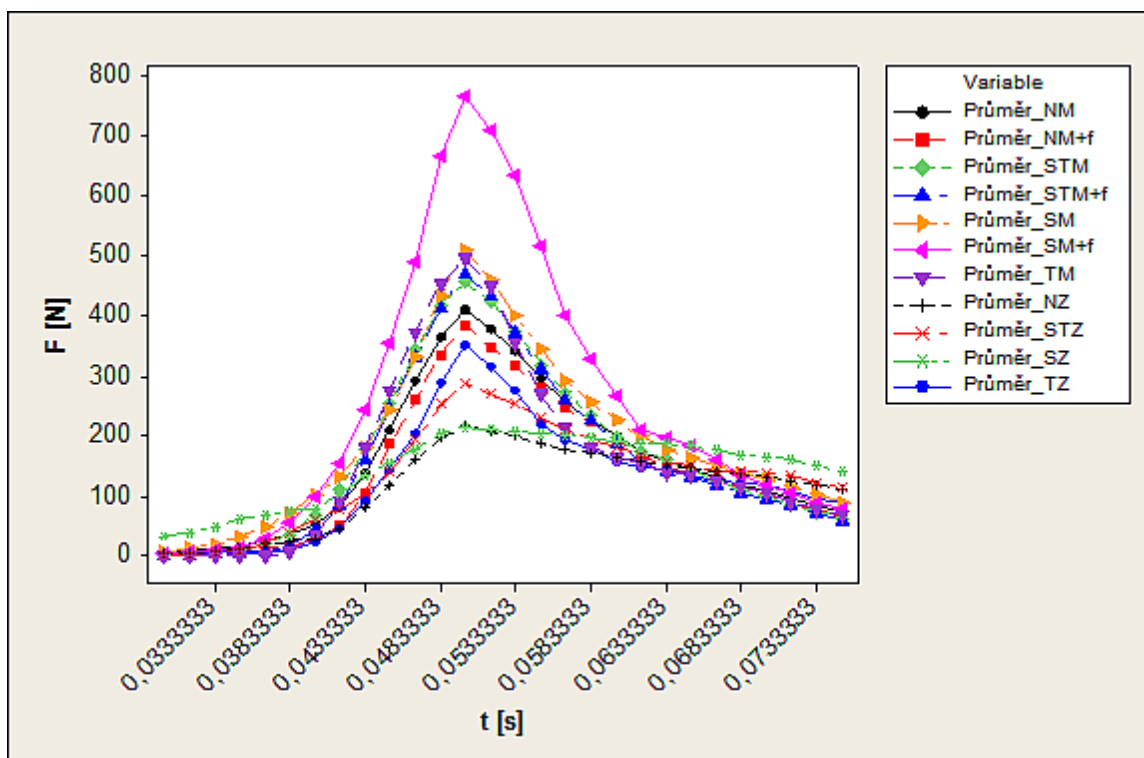
Obr. B18. Závislost maximální síly přímého kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované ženy

V kategorii přímého kopu se u závislosti maximální síly na tělesné výšce a hmotnosti projevují zajímavé trendy, zejména u skupin středně trénovaných mužů hrajících fotbal, u samostatných mužů hrajících fotbal, u trénovaných mužů a dále potom u středně trénovaných žen.

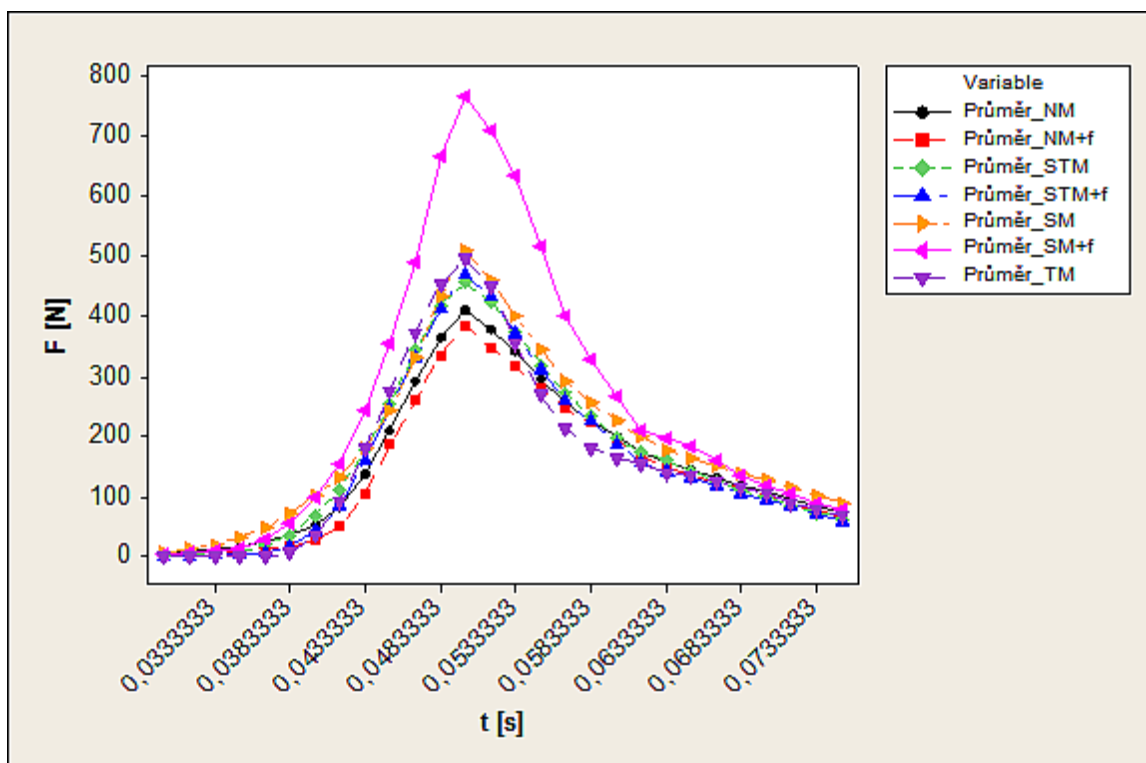
Příloha C: Obloukový kop



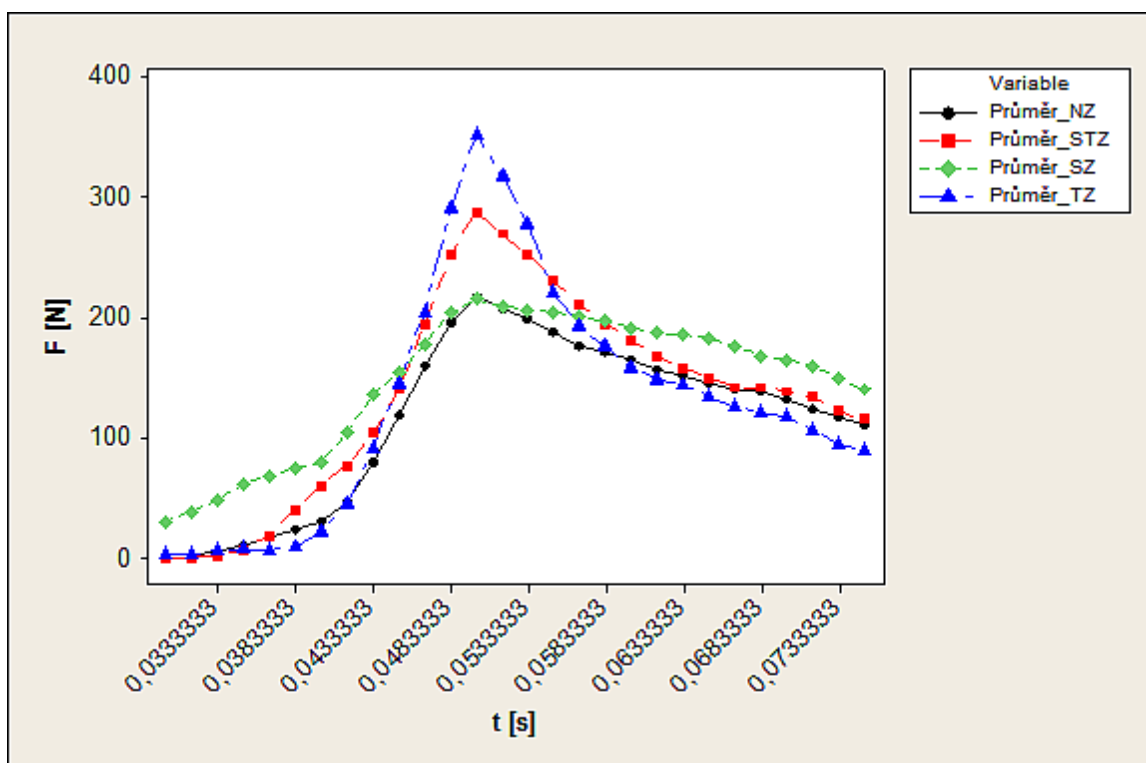
Obr. C1. Závislost průměrné síly obloukového kopu na čase



Obr. C2. Závislost průměrné síly obloukového kopu na čase – zkrácený průběh

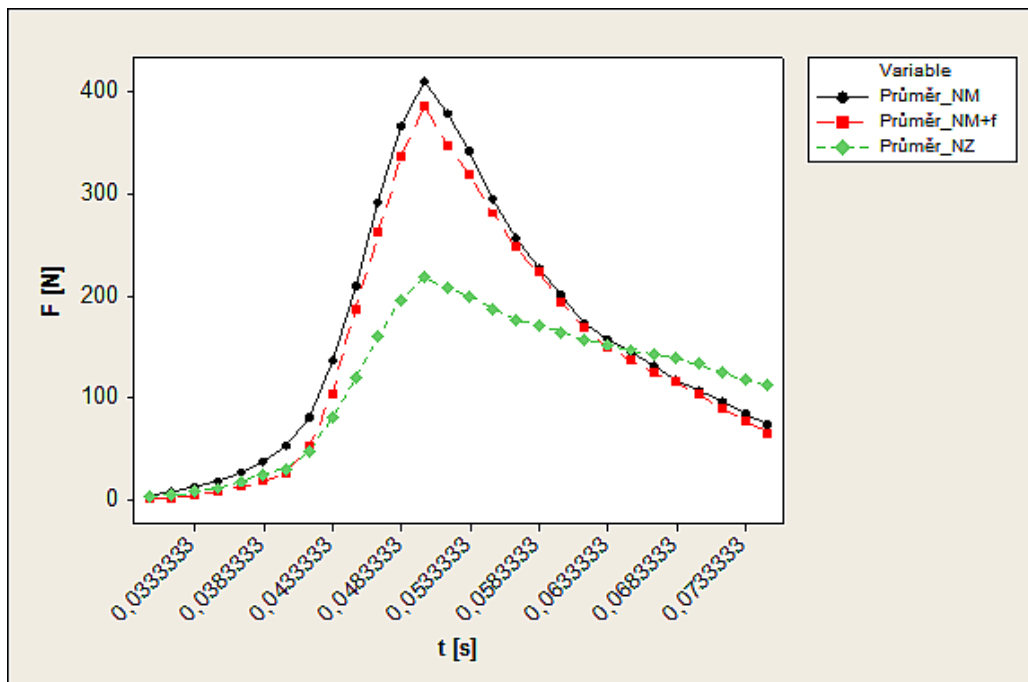


Obr. C3. Závislost průměrné síly obloukového kopu na čase pro muže – zkrácený průběh

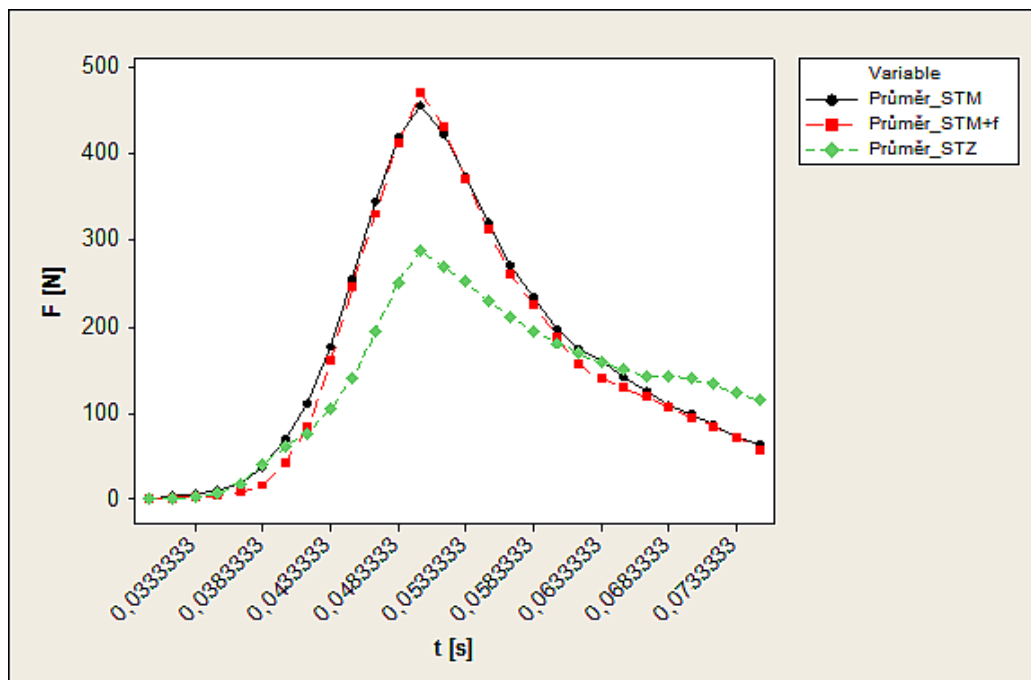


Obr. C4. Závislost průměrné síly obloukového kopu na čase pro ženy – zkrácený průběh

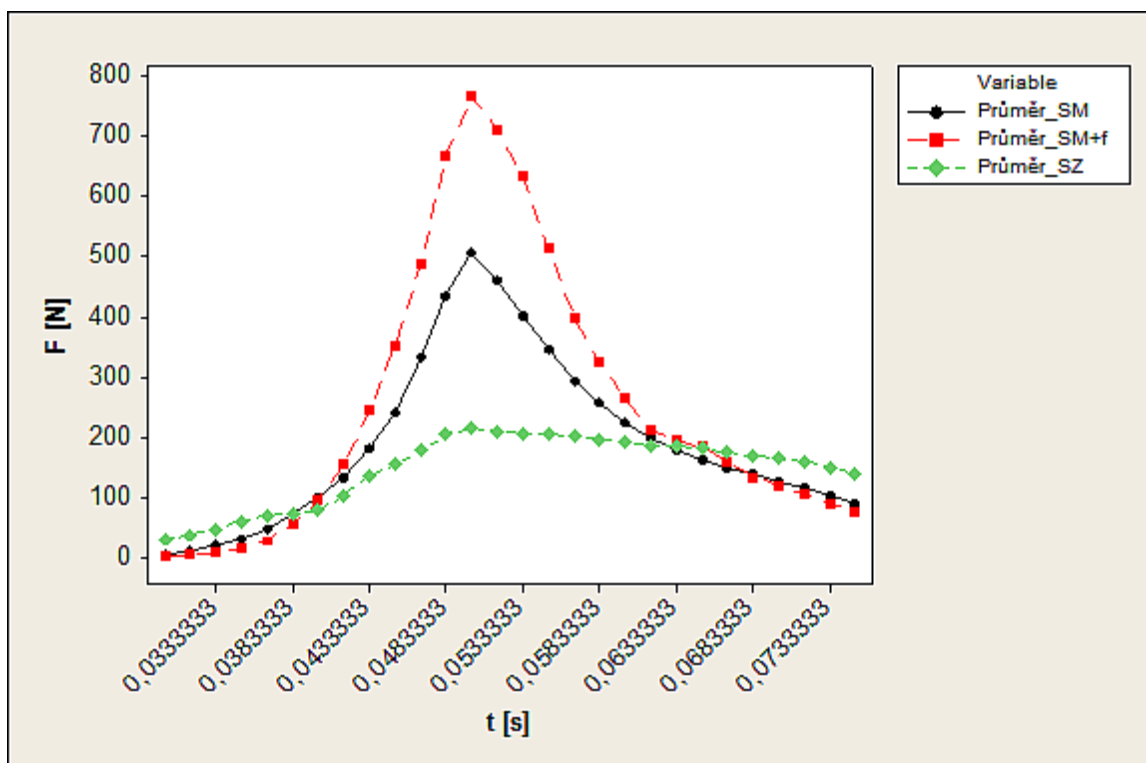
U obloukového kopu jsou nejvýraznější skupinou samostatní muži hrající fotbal, v podstatě stejně jako u přímého kopu. Ostatní kategorie mužů jsou si opět velmi podobné. U žen jsou průběhy také velmi podobné jako u přímého kopu.



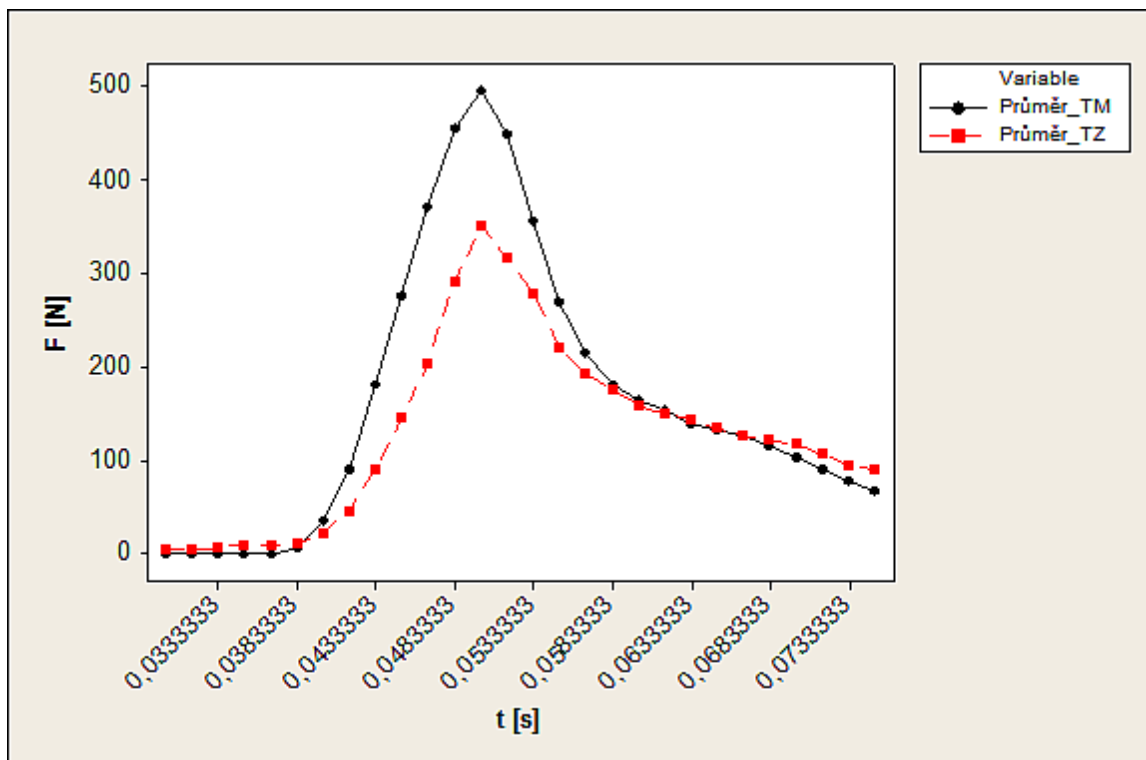
Obr. C5. Závislost průměrné síly obloukového kopu na čase pro netréované muže a ženy



Obr. C6. Závislost průměrné síly obloukového kopu na čase pro středně trénované muže a ženy



Obr. C7. Závislost průměrné síly obloukového kopu na čase pro samostatné muže a ženy



Obr. C8. Závislost průměrné síly obloukového kopu na čase pro trénované muže a ženy

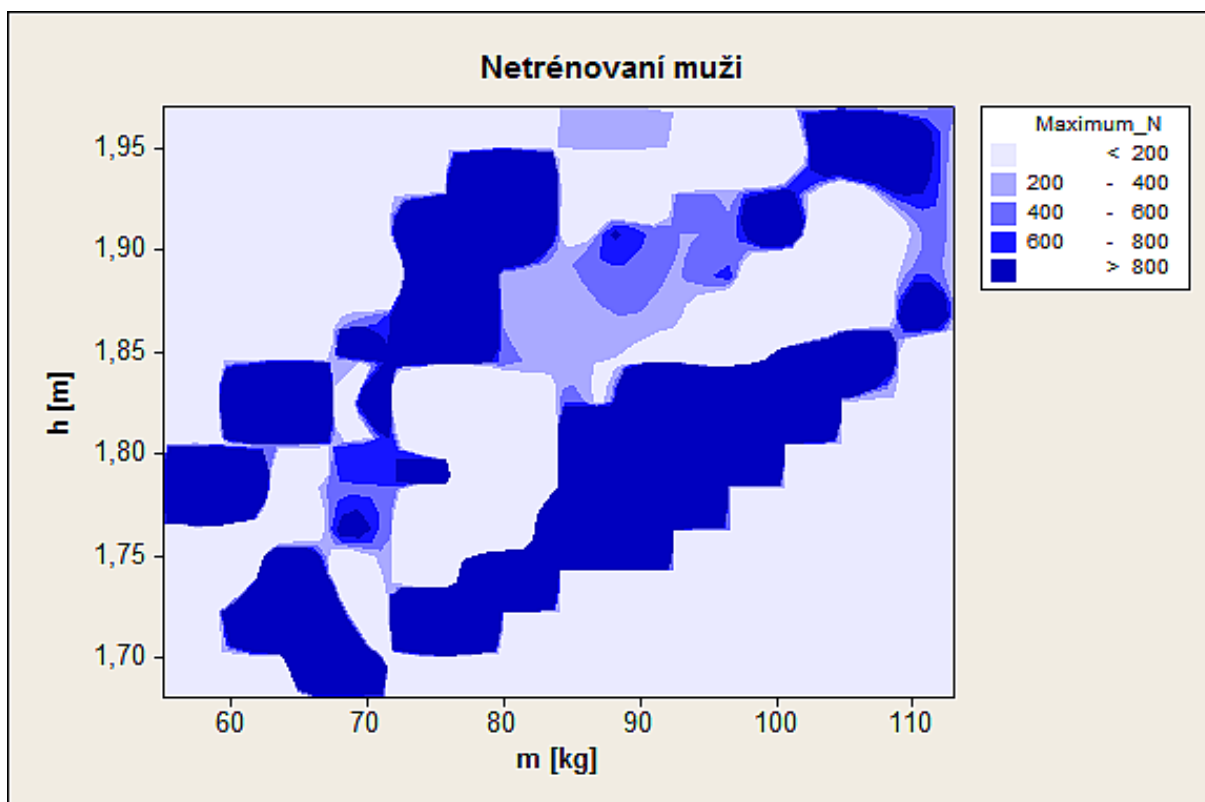
Tab. C1. Průměrné síly obloukového kopu pro jednotlivé kategorie

	Průměr [N]	Směrodatná odchylka průměru [N]
Netrénovaní muži	76,02	34,88
Netrénovaní muži + fotbal	111,78	47,79
Středně trénovaní muži	41,69	15,997
Středně trénovaní muži + fotbal	62,51	51,68
Samostatní muži	112,66	48,95
Samostatní muži + fotbal	128,77	41,36
Trénovaní muži	43,32	14,62
	Průměr [N]	Směrodatná odchylka průměru [N]
Netrénované ženy	46,78	12,94
Středně trénované ženy	66,35	19,68
Samostatné ženy	46,85	13,45
Trénované ženy	73,12	23,24

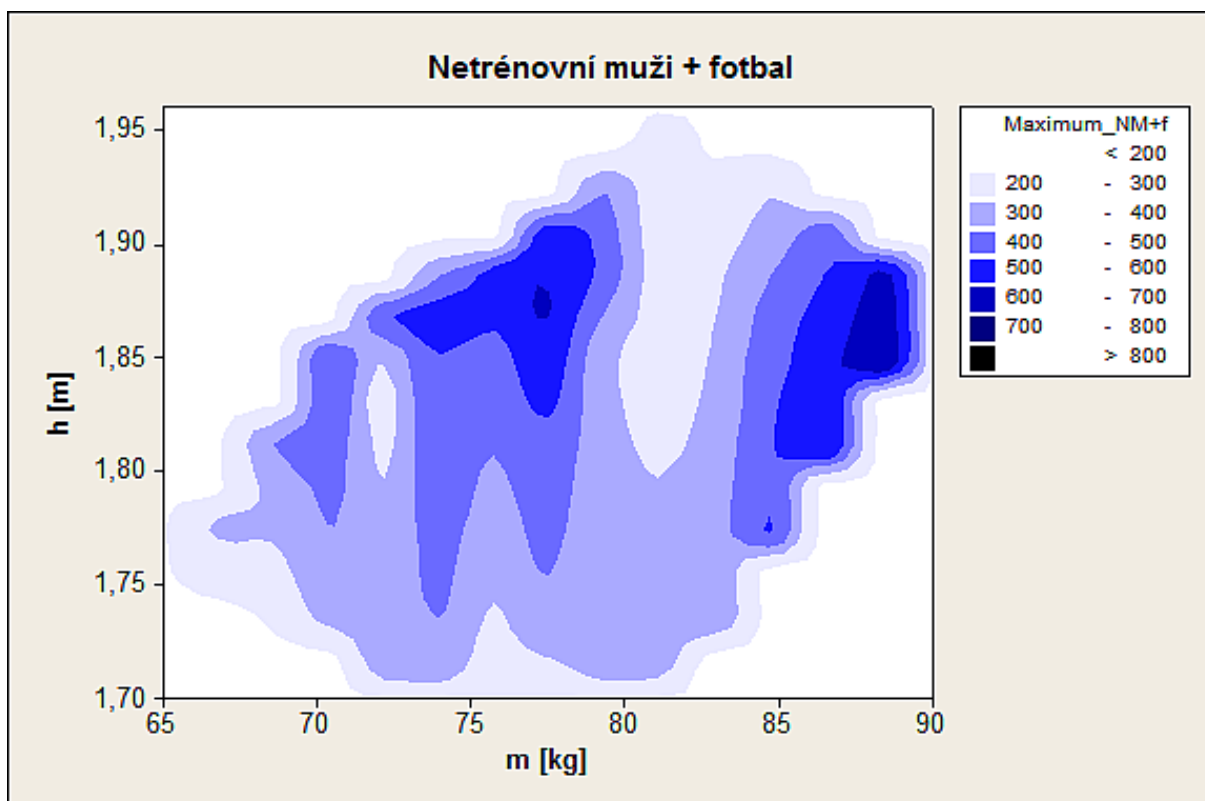
Tab. C2. Maximální síly obloukového kopu pro jednotlivé kategorie

	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Netrénovaní muži	410,2	211
Netrénovaní muži + fotbal	386,2	185,7
Středně trénovaní muži	455,4	196
Středně trénovaní muži + fotbal	470,9	181,4
Samostatní muži	508,2	293,2
Samostatní muži + fotbal	766,1	257,7
Trénovaní muži	495,8	206,9
	Maximum [N]	Směrodatná odchylka maxima [N]
Netrénované ženy	218,28	93,62
Středně trénované ženy	288,2	129,9
Samostatné ženy	215,29	29,88
Trénované ženy	351,4	182,7

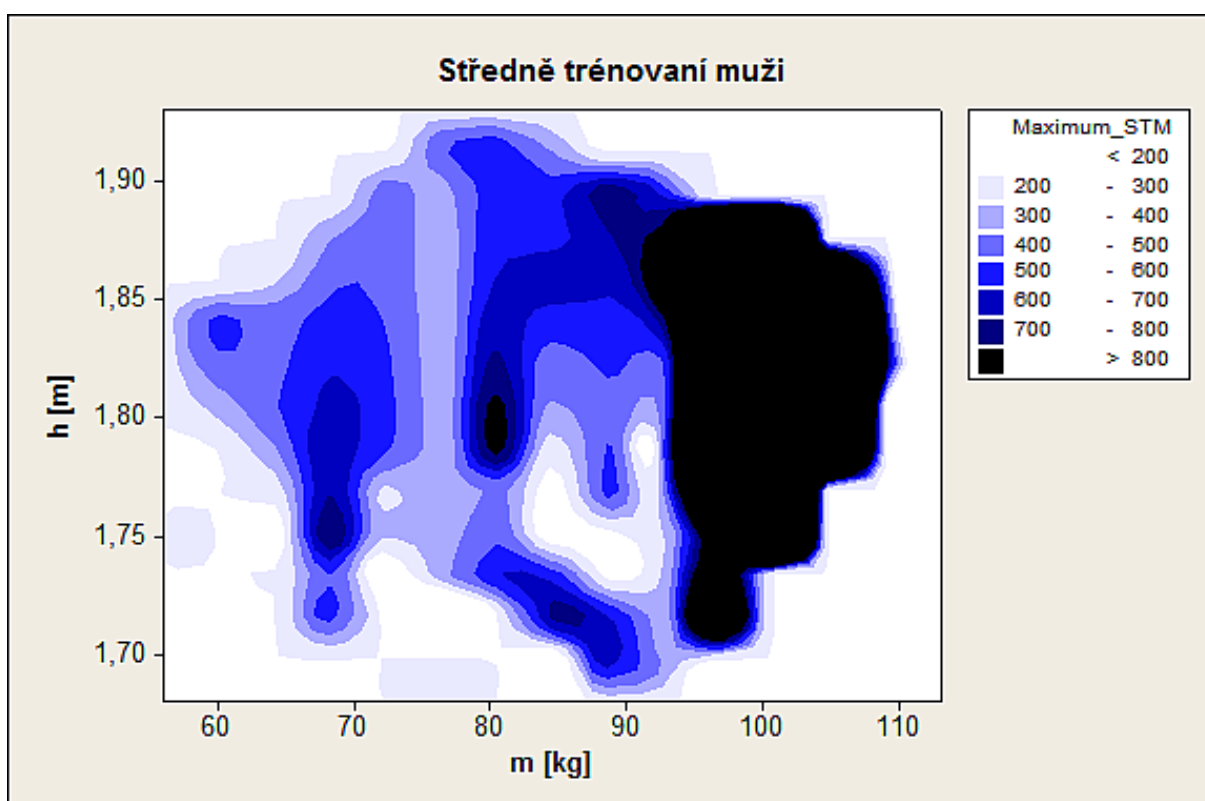
Ze statistických údajů vyplývá, že kategorie samostatných mužů hrajících fotbal má opět nejvyšší maximální sílu. Rozdíly mezi jednotlivými kategoriemi jsou větší než u přímého kopu. Překvapující je, že zde není očekávaný vývoj – trénovanější kop, větší maximální síla.



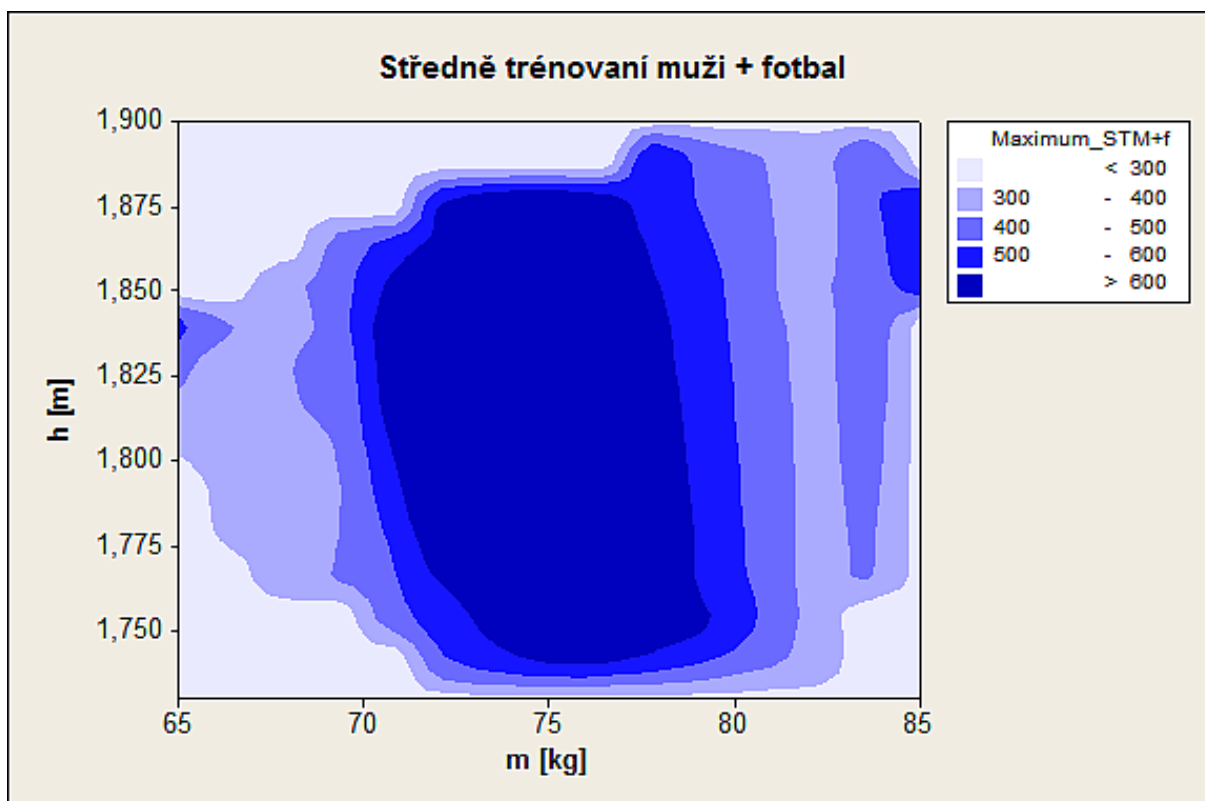
Obr. C9. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro netrénované muže



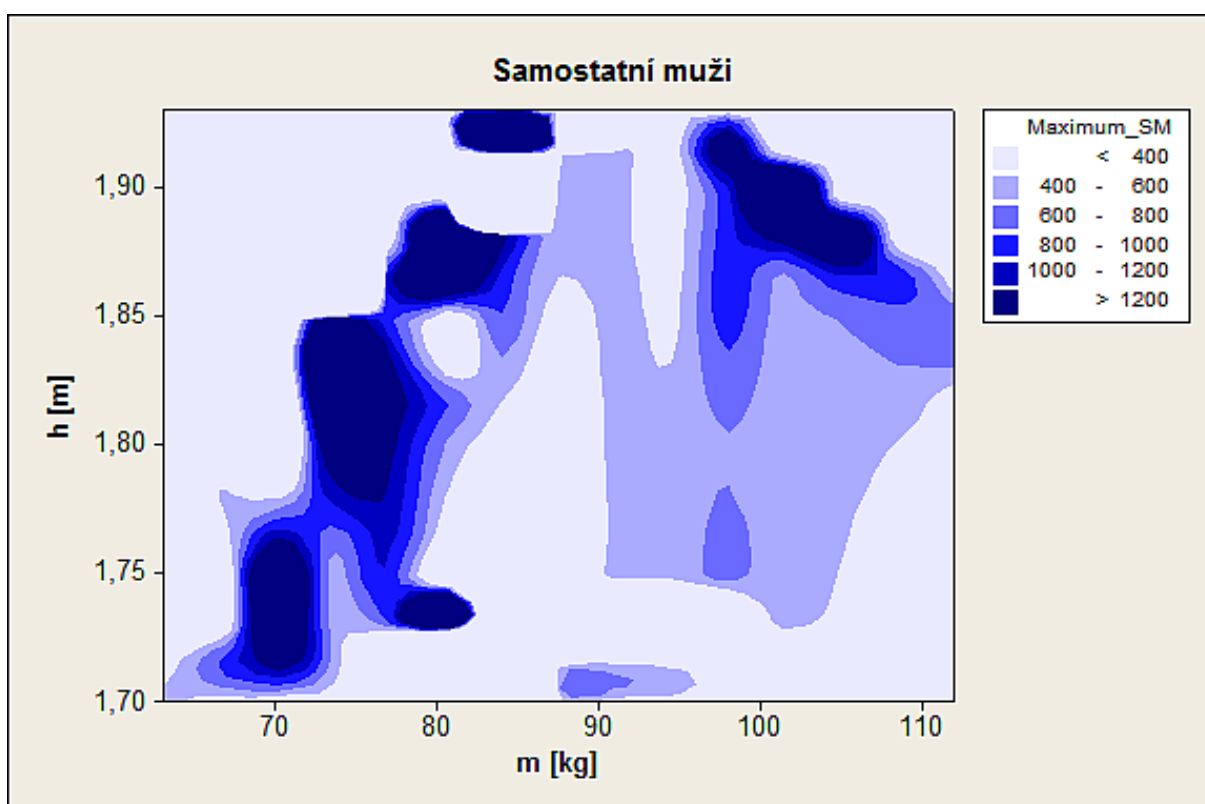
Obr. C10. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro netrénované muže hrající fotbal



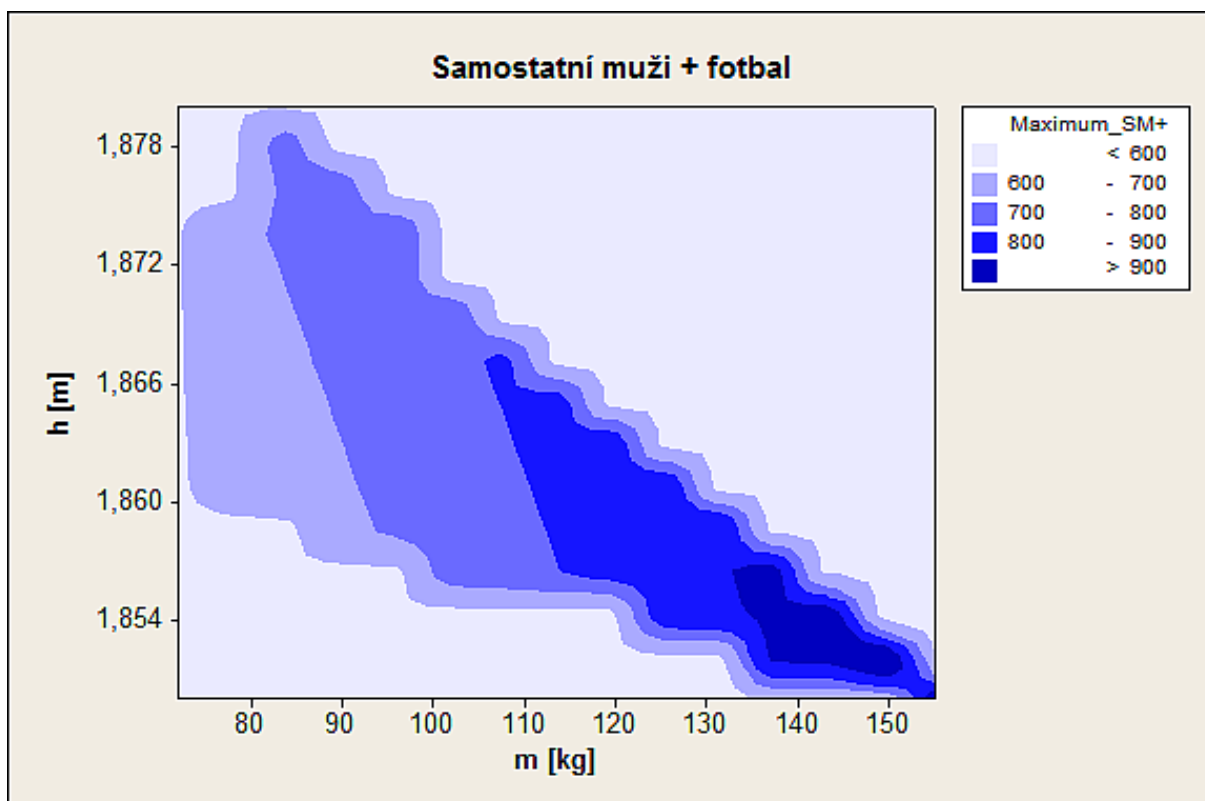
Obr. C11. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované muže



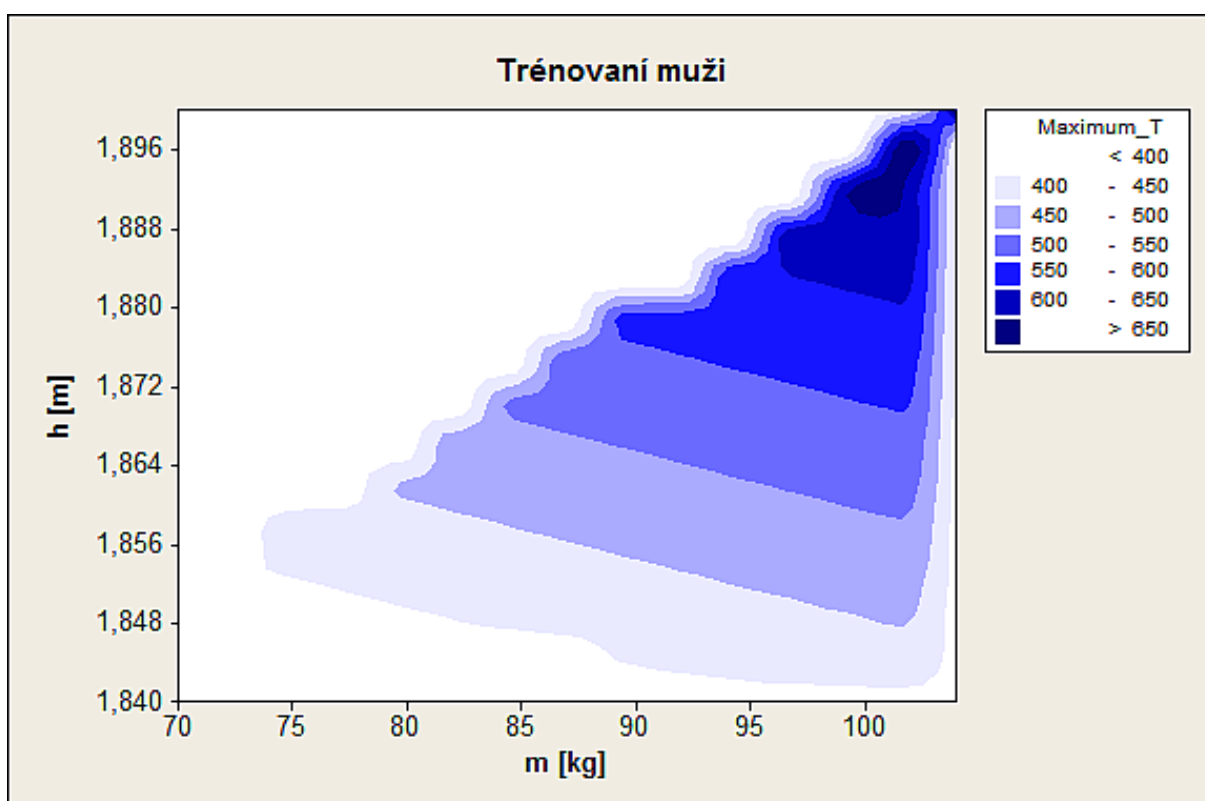
Obr. C12. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované muže hrající fotbal



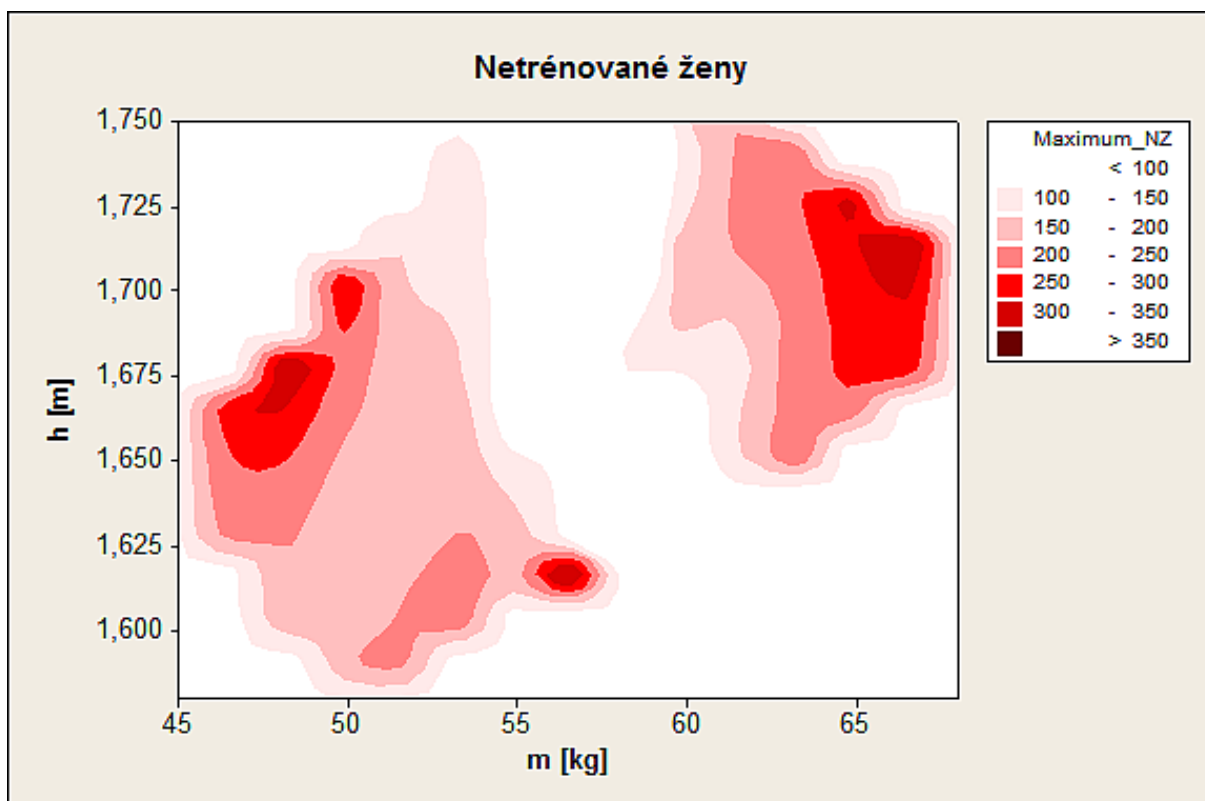
Obr. C13. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro samostatné muže



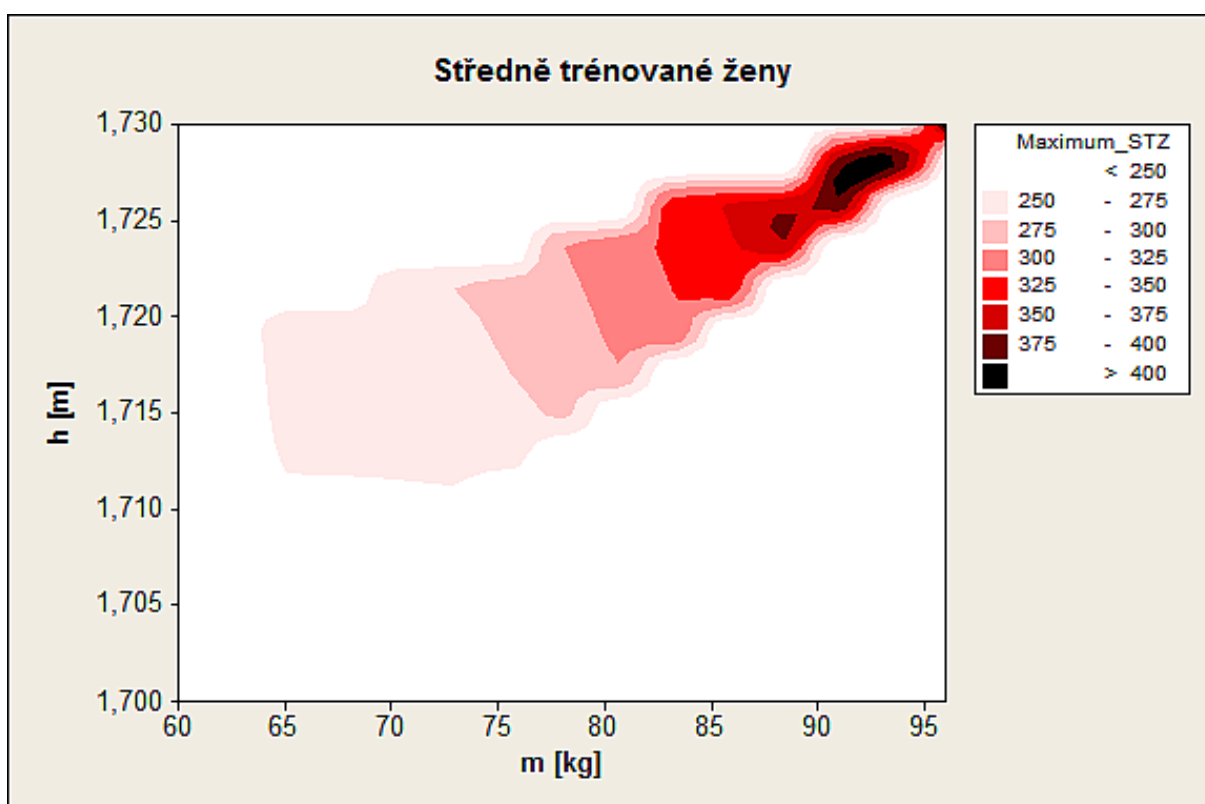
Obr. C14. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro samostatné muže hrající fotbal



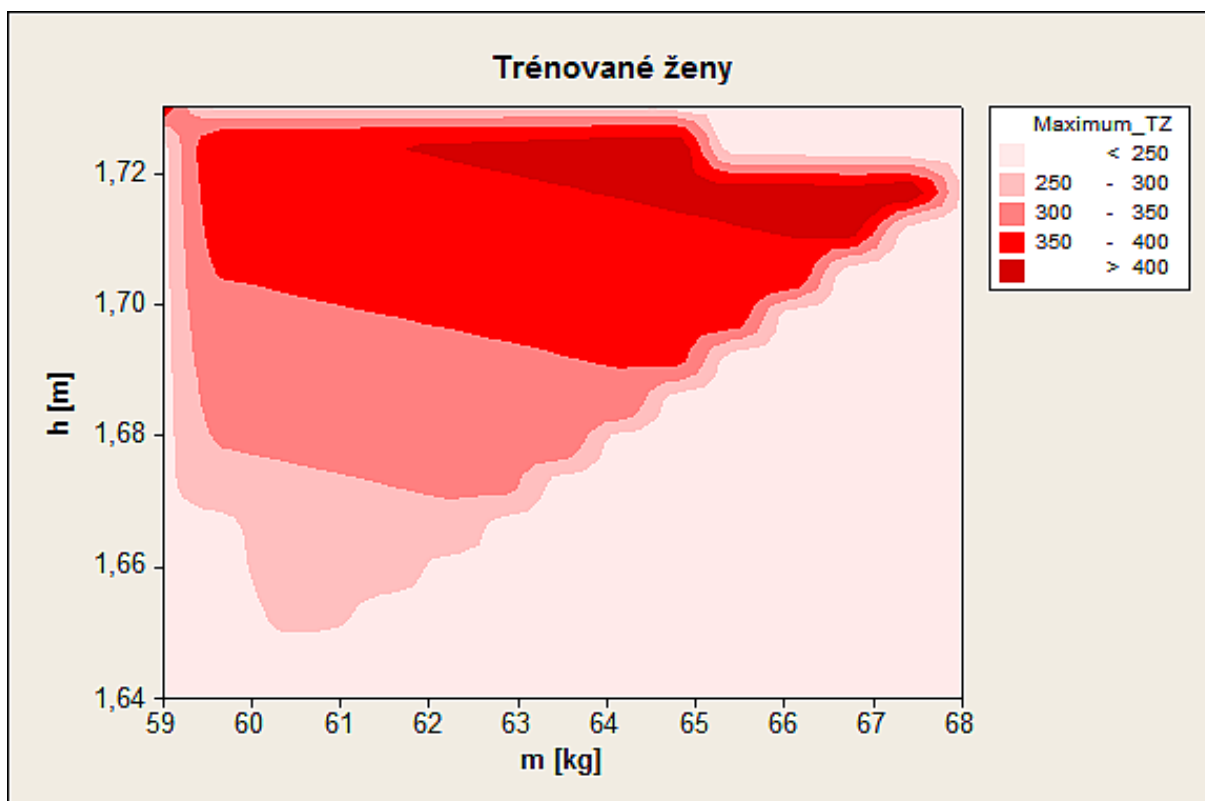
Obr. C15. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované muže



Obr. C16. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro netrénované ženy



Obr. C17. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro středně trénované ženy



Obr. C18. Závislost maximální síly obloukového kopu na tělesné výšce a hmotnosti pro trénované ženy

U závislosti maximální síly na tělesné výšce a hmotnosti se projevil trend u středně trénovaných mužů, u samostatných mužů hrajících fotbal, u trénovaných mužů a také u středně trénovaných a trénovaných žen.

Publikační aktivity autorky

Články ve sbornících – Scopus a Thomson Reuters

- [1] LAPKOVA, Dora a Milan ADAMEK. Using Information Technologies in Professional Defence Education – Classification of Training with Help of Impulse. In: *2017 International Conference on Logistics, Informatics and Service Sciences (LISS)*. Kyoto, Japan: IEEE, 2017, s. 1-5. ISBN 978-1-5386-1047-3.
- [2] LAPKOVA, Dora a Lukas KOTEK. Soft Targets and Possibilities of Their Protection. In: *2017 International Conference on Logistics, Informatics and Service Sciences (LISS)*. Kyoto, Japan: IEEE, 2017, s. 1-5. ISBN 978-1-5386-1047-3.
- [3] LAPKOVA, Dora a Milan ADAMEK. Using Information Technologies in Professional Defence Education – Classification of Training with Help of Effective Punching Mass. In: *Proceedings of the 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies*. Lisbon, Portugal: AISTI, 2017, s. 769-774. ISBN 978-989-98434-7-9.
- [4] LAPKOVÁ, Dora a Milan ADÁMEK. Analysis of Direct Punch Velocity in Professional Defence. In *AIP Conference Proceedings*. Melville : American Institute of Physics Publishing Inc., 2016, s. "nestrankovano". ISSN 0094-243X. ISBN 978-0-7354-1392-4.
- [5] LAPKOVÁ, Dora, Lukáš KRÁLÍK, Zuzana KOMÍNKOVÁ OPLATKOVÁ a Milan ADÁMEK. Utilization of Motion Animation for Analysis of Basic Self-defense Techniques. In *Software Engineering Perspectives and Application in Intelligent Systems: Proceedings of the 5th computer science on-line conference 2016, Vol. 2*. Heidelberg : Springer-Verlag Berlin, 2016, s. 341-353. ISSN 2194-5357. ISBN 978-3-319-33620-6.
- [6] LAPKOVÁ, Dora a Milan ADÁMEK. Using Information Technologies in Self-defense Education. In *2016 11TH IBERIAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES (CISTI)*. New York : IEEE, 2016, s. 556-561. ISSN 2166-0727. ISBN 978-989-98434-6-2.
- [7] LAPKOVÁ, Dora, Lukáš KRÁLÍK a Milan ADÁMEK. EMG Analysis for Basic Self-defense Techniques. In *Software Engineering Perspectives and Application in Intelligent Systems: Proceedings of the 5th computer science on-line conference 2016, Vol. 2*. Heidelberg : Springer-Verlag Berlin, 2016, s. 353-363. ISSN 2194-5357. ISBN 978-3-319-33620-6.
- [8] LAPKOVÁ, Dora, Michal PLUHÁČEK a Milan ADÁMEK. Numerical analysis of direct punch with a view to velocity and level of training. In *AIP Conference Proceedings*. Melville : AIP Publishing, 2015, s. nestrankovano. ISSN 0094-243X. ISBN 978-0-7354-1287-3.
- [9] LAPKOVÁ, Dora a Milan ADÁMEK. Using strain gauge for measuring of direct punch force. In *XXI IMEKO World Congress*. Praha : VŠCHT, 2015, s. 285-288. ISBN 978-80-01-05793-3.

- [10] LAPKOVÁ, Dora, Lukáš KRÁLÍK a Milan ADÁMEK. Possibilities of force measuring in professional defence. In *XXI IMEKO World Congress*. Praha : VŠCHT, 2015, s. 280-284. ISBN 978-80-01-05793-3.
- [11] ADÁMEK, Milan, Dora LAPKOVÁ, Rudolf CHOVANEC, Petr NEUMANN a Miroslav MATÝSEK. Electrically Adjustable Bracket for IP Cameras. *International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing*, 2015, roč. 2015, č. 9, s. 168-173. ISSN 1998-4464.
- [12] LAPKOVÁ, Dora a Milan ADÁMEK. Statistical and Mathematical Classification of Direct Punch. In *Proceedings of the 38th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP)*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2015, s. 0-5. ISSN 1805-5435. ISBN 978-1-4799-8497-8.
- [13] LAPKOVÁ, Dora, Milan ADÁMEK a Zuzana KOMÍNKOVÁ OPLATKOVÁ. Analysis of direct punch force in professional defence. In *Proceedings - 29th European Conference on Modelling and Simulation, ECMS 2015*. Albena (Varna) : ECMS - European Council for Modelling and Simulation, 2015, s. 564-569. ISBN 978-0-9932440-0-1.
- [14] LAPKOVÁ, Dora, Michal PLUHÁČEK, Zuzana KOMÍNKOVÁ OPLATKOVÁ, Roman ŠENKERÍK a Milan ADÁMEK. Application of Neural Networks for the Classification of Gender from Kick Force Profile – A Small Scale Study. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Innovations in Bio-Inspired Computing and Applications*. Heidelberg : Springer-Verlag Berlin, 2014, s. 429-438. ISSN 2194-5357. ISBN 978-3-319-08155-7.
- [15] LAPKOVÁ, Dora, Michal PLUHÁČEK, Zuzana KOMÍNKOVÁ OPLATKOVÁ a Milan ADÁMEK. Using artificial neural network for the kick techniques classification – an initial study. In *28th European Conference on Modelling and Simulation*. Nottingham : ECMS, 2014, s. 382-386. ISBN 978-0-9564944-8-1.
- [16] LAPKOVÁ, Dora, Michal PLUHÁČEK a Milan ADÁMEK. Using Artificial Neural Network for Force Profile Analysis in Professional Defence. In *Proceedings of the 2014 International Conference on Mathematics and Computers in Sciences and Industry (MCSI 2014)*. New Jersey, Piscataway : IEEE, 2014, s. 0-5. ISBN 978-1-4799-4744-7.
- [17] LAPKOVÁ, Dora, Michal PLUHÁČEK a Milan ADÁMEK. Computer Aided Analysis of Direct Punch Force Using the Tensometric Sensor. In *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 285. Heidelberg : Springer-Verlag Berlin, 2014, s. 507-514. ISSN 2194-5357. ISBN 978-3-319-06739-1.
- [18] POSPÍŠILÍK, Martin, Dora LAPKOVÁ, Milan ADÁMEK a Zdeněk MALÁNÍK. The Utilization of an Impulse Force in Self-Defence. In *XX IMEKO World Congress*. Busan : IMEKO, 2012, s. pdf separáty - nelze určit. ISBN 978-89-950000-5-2.
- [19] LAPKOVÁ, Dora, Zdeněk MALÁNÍK a Milan ADÁMEK. Use of the high-speed camera in self-defence. In *Annals of DAAAM for 2011 & Proceedings of the 22nd International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation: Power of Knowledge and Creativity"*. Vienna : DAAAM

Kapitola v knize

- [20] LAPKOVÁ, Dora, Zuzana KOMÍNKOVÁ OPLATKOVÁ, Michal PLUHÁČEK, Roman ŠENKERŮ a Milan ADÁMEK. Analysis and Classification Tools for Automatic Process of Punches and Kicks Recognition. In *Pattern Recognition and Classification in Time Series Data*. Hershey : IGI Global, 2016, s. 127-151. ISBN 9781522505655.
- [21] LAPKOVÁ, Dora. FYZICKÁ OSTRAHA. In *Bezpečnostní technologie, systémy a management V*. Zlín : VeRBuM, 2015, s. 166-179. ISBN 978-80-87500-67-5.
- [22] LAPKOVÁ, Dora a Zdeněk MALÁNÍK. Rozdělení zbraní a osobních prostředků. In *Bezpečnostní technologie, systémy a management II*. Zlín : VeRBuM, 2012, s. 142-155. ISBN 978-80-87500-19-4.
- [23] SVOBODA, Jiří a Dora LAPKOVÁ. Obranné prostředky v profesní obraně. In *Bezpečnostní technologie, systémy a management II*. Zlín : VeRBuM, 2012, s. 180-198. ISBN 978-80-87500-19-4.

Recenzované časopisy

- [24] LAPKOVÁ, Dora. Profesní obrana a sebeobrana žen. *Security magazin*, 2013, roč. 2013, č. 4, s. 38-39. ISSN 1210-8723.
- [25] LAPKOVÁ, Dora, Milan ADÁMEK a Roman JAŠEK. Informační bezpečnost jako nezbytná součást práce bodyguarda. *Bezpečnostní teorie a praxe*, 2012, roč. 2012, č. 4, s. 83-89. ISSN 1801-8211.

Další publikace

- [26] LAPKOVÁ, Dora, Lukáš KRÁLÍK a Milan ADÁMEK. Analysis of Direct Punch in Professional Defence Using Multiple Methods. In *Tenth International Conference on Emerging Security Information, Systems and Technologies*. Wilmington : IARIA XPS Press, 2016, s. 34-40. ISBN 978-1-61208-493-0.
- [27] ADÁMEK, Milan, Michela BAŘINOVÁ a Dora LAPKOVÁ. Modelling and Design of Microflow Sensors Based on Measuring of Temperature. *WSEAS Transactions on Fluid Mechanics*, 2016, roč. 2016, č. 11, s. 91-97. ISSN 1790-5087.
- [28] MALÁNÍK, Zdeněk a Dora LAPKOVÁ. Problematika ohrožení elektrickým paralizérem. In *Sborník přednášek XXIV. ročníku mezinárodní konference*. Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2015, s. 170-173. ISSN 1803-1803. ISBN 978-80-7385-163-7.
- [29] LAPKOVÁ, Dora, Veronika LANGEROVÁ a Zdeněk MALÁNÍK. Sebeobrana pro záchranné složky. In *Sborník přednášek XXIV. ročníku mezinárodní*

- konference*. Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2015, s. 152-154. ISSN 1803-1803. ISBN 978-80-7385-163-7.
- [30] LAPKOVÁ, Dora, Jan VALOUCH a Martin HROMADA. Bezpečnostní technologie, systémy a management 2015. 2015,
- [31] LAPKOVÁ, Dora a Milan ADÁMEK. Analysis of Direct Punch with a View to Velocity. In *Proceedings of the 2014 International conference on Applied Mathematics, Computational Science and Engineering*. Craiova : Europment, 2014, s. 147-155. ISSN 2227-4588. ISBN 978-1-61804-246-0.
- [32] ADÁMEK, Milan, Dora LAPKOVÁ, Petr NEUMANN, Miroslav MATÝSEK a Rudolf CHOVANEC. Electrical Brackets for IP Cameras. In *Proceedings of the 2014 International conference on Applied Mathematics, Computational Science and Engineering*. Craiova : Europment, 2014, s. 25-32. ISSN 2227-4588. ISBN 978-1-61804-246-0.
- [33] LAPKOVÁ, Dora a Jiří SVOBODA. Innovation in education: the implementation of self-defense in the curriculum. In *Proceedings of the 2013 International Conference on Education and Educational Technologies (EET 2013)*. Craiova : Europment, 2013, s. 178-183. ISBN 978-1-61804-203-3.
- [34] LAPKOVÁ, Dora a Milan ADÁMEK. Boj proti terorismu a kriminalitě. In *Bezpečnostní technologie, systémy a management 2013*. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, 2013, s. nestránkováno. ISBN 978-80-7454-289-3.
- [35] LAPKOVÁ, Dora a Zdeněk MALÁNÍK. Profesionální obrana v průmyslu komerční bezpečnosti. *Bezpečnost s profesionály*, 2012, roč. 2012, č. 1, s. 15.
- [36] MALÁNÍK, Zdeněk, Dora LAPKOVÁ a Jiří SVOBODA. Preliminary issue of protection of transported cash and valuables. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Development, Energy, Environment, Economics*. Paris : WSEAS, 2012, s. 411-416. ISSN 2227-4588. ISBN 978-1-61804-139-5.
- [37] MALÁNÍK, Zdeněk a Dora LAPKOVÁ. Měřicí stanoviště dynamických vlastností úderu. 2011.
- [38] LAPKOVÁ, Dora, Milan ADÁMEK a Zdeněk MALÁNÍK. Zapojení vědy v profesionální obraně a sebeobraně. In *Bezpečnostní technologie, systémy a management 2011*. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011, s. 1-5. ISBN 978-80-7454-111-7.

Profesní životopis autorky

Osobní údaje

Jméno: Ing. Dora Lapková
Datum narození: 20. dubna 1985
Adresa: Malá branka 20, Bystřice nad Pernštejnem 59301, ČR
E-mail: dlapkova@fai.utb.cz
Národnost: česká

Vzdělání

2009 – nyní Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně,
Fakulta aplikované informatiky,
Obor Inženýrská informatika (doktorské studium)

2004 – 2009 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně,
Fakulta aplikované informatiky,
Obor Bezpečnostní technologie, systémy a
management (bakalářské a magisterské studium)

1996 – 2004 Gymnázium v Bystřici nad Pernštejnem

Průběh zaměstnání

2015 – nyní Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně,
Fakulta aplikované informatiky,
Ústav bezpečnostního inženýrství, asistent

2012 – nyní Instruktor střeleb
Trigger Service, s.r.o., Brno

2013 – 2015 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně,
Fakulta aplikované informatiky,
Ústav bezpečnostního inženýrství, externí vyučující

Výzkumné aktivity

2017 – nyní Spoluřešitel projektu VI20172019073 - "Identifikace a metody ochrany měkkých cílů ČR před násilnými činy s rozpracováním systému včasného varování", poskytovatel: Ministerstvo vnitra

2017 – nyní Spoluřešitel projektu VI20172019054 - "Analytický programový modul pro hodnocení odolnosti v reálném

	čase z hlediska konvergované bezpečnosti", poskytovatel: Ministerstvo vnitra
2017 – nyní	Regionální výzkumné centrum CEBIA-Tech, Centrum bezpečnostních, informačních a pokročilých technologií, No. CZ.1.05/2.1.00/03.0089
2015	Projekt excelence UTB „Souvztažnost kritické infrastruktury a teorie bezpečnosti“
2014	Spoluřešitel projektu „Výzkum a stanovení funkčnosti systému fyzické ochrany a vývoj jeho optimální konfigurace ve vztahu k analýze rizik pro stanovená aktiva“, poskytovatel: K2 connect solution s.r.o.
2014	IGA/FAI/2014/036 „Analýza a návrh technických prvků obrany s využitím informačních technologií“
2013	IGA/FAI/2013/017 „Analýza vybraných technik profesní obrany pomocí různých metod měření“
2012	IGA/FAI/2012/012 „Biomechanická analýza lidského pohybu s využitím systému SMART a její aplikace v profesní obraně“
2011	IGA/26/FAI/11/D „Aplikace forenzní fyziky na extrémní dynamické zatěžování organismu se zaměřením na účinek úderové techniky“
2010	IGA/50/FAI/10/D „Aplikace forenzní fyziky na extrémní dynamické zatěžování organismu“

Pedagogická činnost na UTB ve Zlíně

Přednášky	Technologie komerční bezpečnosti I a II Speciální bezpečnostní technologie
Cvičení	Speciální tělesná příprava I, II a III Modelování krizových situací
Semináře	Technologie komerční bezpečnosti I a II Speciální bezpečnostní technologie Elektrotechnika a průmyslová elektronika

Další znalosti a dovednosti

Jazyky	Anglický – aktivní
PC	MS Office, Minitab, Mindjet MindManager
Řidičský průkaz	Skupina B
Zbrojní průkaz	Skupina D, E

Odborné zájmy	Sebeobrana, profesní obrana, obranná střelba, fyzická ostraha, ochrana měkkých cílů, detekce podezřelého chování
----------------------	--

Ing. Dora Lapková

**Analýza a návrh technických prvků obrany s využitím
informačních technologií**

An analysis and a draft of technical elements of defense using an information
technology

Disertační práce

Vydala Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

nám. T. G. Masaryka 5555, 760 01 Zlín

Náklad: 7 výtisků

Sazba: autor

Publikace neprošla jazykovou ani redakční úpravou.

Rok vydání 2017