

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Ergonomické analýzy u handicapovaných sportovců

Autor: **Bc. Jakub Haas**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**

Akademický rok 2020/2021

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2020/2021

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub HAAS**  
Osobní číslo: **S19N0138P**  
Studijní program: **N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**  
Téma práce: **Ergonomické analýzy u handicapovaných sportovců**  
Zadávající katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

### Zásady pro vypracování

1. Ergonomie a ergonomické analýzy
2. Sport a parasport
3. Omezení a handicap
4. Analýza zatížení, vyhodnocení
5. Příslušenství a výbava sportovců
6. Závěr a vyhodnocení

Rozsah diplomové práce: **50 až 70 stran**  
Rozsah grafických prací: **0 výkresů**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

#### Seznam doporučené literatury:

1. BUREŠ, Marek. *Tvorba a optimalizace pracoviště*. 1. vyd. Plzeň: SmartMotion s.r.o., 2013. ISBN: 978-80-87539-32-3.
2. CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. 3. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2013. 173 s. ISBN 978-80-01-05173-3.
3. MÁČEK, Miloš, RADVANSKÝ, Jiří a kol. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-726-2695-3.
4. SHORROCK, Steven, WILLIAMS, Claire. *Human Factors and Ergonomics in Practice*. 1. vydání. CRC Press, 2017. 422 s. ISBN 9781472439253.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**  
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Konzultant diplomové práce: **Ing. Ilona Kačerová**  
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Datum zadání diplomové práce: **21. září 2020**  
Termín odevzdání diplomové práce: **28. května 2021**

L.S.

---

**Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.**  
děkan

---

**Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**  
vedoucí katedry

## **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské/diplomové práce.

V Plzni dne: .....

.....  
podpis autora

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce, panu Doc. Ing. Michalu Šimonovi, Ph.D. za zprostředkování předmětu této diplomové práce a za čas věnovaný konzultacím. Dále bych chtěl poděkovat za poskytnutí měřicího přístroje a pomoc se samotným měřením panu Ing. Marku Burešovi, Ph.D. a za konzultace Ing. Iloně Kačerové. Také bych rád poděkoval celému realizačnímu týmu české para hokejové reprezentace a všem hráčům za ochotu a spolupráci v průběhu měření.

# ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Haas	<b>Jméno</b> Jakub
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management	
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	<b>Jméno</b> Michal
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU - FST - KPV	
<b>DRUH PRÁCE</b>	DIPLOMOVÁ PRÁCE	
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Ergonomické analýzy u handicapovaných sportovců	

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KPV	<b>ROK ODEVZD.</b>	2021
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

## POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	73	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	73	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b>  <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Diplomová práce se zabývá uplatněním ergonomických poznatků v prostředí handicapovaných sportovců. V první části práce se nachází teoretické informace o ergonomii, sportu a handicapu. V druhé části se nachází popis výstroje para hokejistů, popis použitého měřicího přístroje, zkušební a ostré měření a následné vyhodnocení získaných výsledků, které budou předané české para hokejové reprezentaci.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>  <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	Ergonomie, analýza, handicap, sport

## SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Haas	Name Jakub
<b>FIELD OF STUDY</b>	N0715A270012 Industrial Engineering and Management	
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KPV	
<b>TYPE OF WORK</b>	DIPLOMA SHEET	
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Ergonomic analyzes in handicapped athletes	

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Industrial engineering and management	<b>SUBMITTED IN</b>	2021
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	73	<b>TEXT PART</b>	73	<b>GRAPHICAL PART</b>	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The diploma thesis deals with the application of ergonomic knowledge in the environment of handicapped athletes. The first part of the thesis contains theoretical information about ergonomics, sports and handicap. The second part contains a description of the equipment of para hockey players, a description of the measuring device used, test and sharp measurements and subsequent evaluation of the obtained results, which will be handed over to the Czech para hockey team.
<b>KEY WORDS</b>	Ergonomics, analysis, handicap, sport

## Obsah

Seznam obrázků .....	3
Seznam tabulek .....	5
Úvod .....	6
1 Ergonomie .....	7
1.1 Historie ergonomie .....	9
1.2 Ergonomické metody.....	9
1.2.1 Nordic Questionnaire .....	9
1.2.2 RULA .....	12
1.2.3 OWAS .....	14
1.2.4 Hodnocení dosahových vzdáleností .....	16
1.3 Zásady ergonomie .....	17
2 Sport a para sport.....	21
2.1 Paralympijské hry.....	22
2.1.1 Letní paralympijské sporty .....	22
2.1.2 Zimní paralympijské sporty .....	28
2.1.3 Neparalympijské sporty.....	30
2.2 Výsledky českých paralympijských sportovců .....	32
2.3 Para hokej .....	32
2.3.1 Historie para hokeje.....	32
2.3.2 Česká para hokejová reprezentace .....	33
2.3.3 Česká para hokejová liga .....	35
2.3.4 Pravidla para hokeje .....	36
3 Handicap .....	37
3.1 Tělesné postižení .....	37
3.2 Kompenzační pomůcky .....	38
4 Příslušenství a výbava hráčů para hokeje .....	39
4.1 Saně .....	39
4.2 Hokejky.....	40
4.3 Ostatní části výstroje odlišné od běžného ledního hokeje .....	41
5 Měřicí přístroj CAPTIV .....	41
5.1 Senzory přístroje CAPTIV.....	42
5.2 Aktuálně dostupné senzory sady CAPTIV .....	45
5.3 Příprava systému CAPTIV .....	46



6	Zkušební měření .....	48
6.1	Umístění senzorů.....	48
6.2	Průběh zkušebního měření.....	49
6.3	Výsledky zkušebního měření.....	49
6.4	Příprava ostrého měření.....	54
7	Ostré měření .....	56
7.1	Hráč 1 .....	56
7.2	Hráč 2 .....	57
7.3	Hráč 3 .....	58
7.4	Hráč 4 .....	60
7.5	Hráč 5 .....	62
7.6	Hráč 6 .....	64
7.7	Hráč 7 .....	66
7.8	Hráč 8 .....	68
8	Vyhodnocení ostrého měření.....	70
	Závěr .....	71
	Použité zdroje.....	72

## Seznam obrázků

Obrázek 1-1 Systém Č-T-P [9] .....	7
Obrázek 1-2 Senzor přístroje CAPTIV [13] .....	8
Obrázek 1-3 Logo IEA [10] .....	9
Obrázek 1-4 Nordic Questionnaire-strana 1 [9] .....	10
Obrázek 1-5 Nordic Questionnaire-strana 2 [9] .....	11
Obrázek 1-6 RULA-Tecnomatix Jack .....	12
Obrázek 1-7 RULA-Skóre C [9] .....	13
Obrázek 1-8 RULA-Skóre D [9] .....	13
Obrázek 1-9 RULA-Celkové skóre [9] .....	14
Obrázek 1-10 OWAS-pozice [9] .....	15
Obrázek 1-11 OWAS-Hodnotící tabulka [9] .....	16
Obrázek 1-12 Dosahové zóny-manipulační prostor [5] .....	16
Obrázek 1-13 Poka Yoke [5] .....	17
Obrázek 1-14 Manipulace s břemeny – správný postoj [9] .....	18
Obrázek 1-15 Manipulace s břemeny – symetrické zatížení [9] .....	18
Obrázek 1-16 Manipulace s břemeny – zdvihání s rovnými zády [9] .....	19
Obrázek 1-17 Manipulace s břemeny – zásada svislé roviny [9] .....	19
Obrázek 1-18 Manipulace s břemeny – zásada vodorovné roviny [9] .....	19
Obrázek 1-19 Manipulace s břemeny-rozložení práce [9] .....	20
Obrázek 1-20 Manipulace s břemeny-zmenšení hmotnosti nákladu [9] .....	20
Obrázek 1-21 Manipulace s břemeny-otáčení s břemeny [9] .....	20
Obrázek 2-1 Podpis profesionální smlouvy [15] .....	21
Obrázek 2-2 Paralympijské hry – logo [16] .....	22
Obrázek 2-3 Atletika – traťová disciplína [18] .....	23
Obrázek 2-4 Atletika – silniční disciplína [18] .....	23
Obrázek 2-5 Atletika – technické disciplíny [16] [17] .....	24
Obrázek 2-6 Basketbal [16] .....	24
Obrázek 2-7 Cyklistika [17] .....	25
Obrázek 2-8 Lukostřelba [17] .....	26
Obrázek 2-9 Volejbal [16] .....	27
Obrázek 2-10 Alpské lyžování [16] .....	28
Obrázek 2-11 Běžecké lyžování [16] .....	29
Obrázek 2-12 Curling [16] .....	29

Obrázek 2-13 Para hokej [17] .....	30
Obrázek 2-14 Florbal [19] .....	31
Obrázek 2-15 Para box [20].....	31
Obrázek 2-16 Roman Herink [22].....	33
Obrázek 2-17 Česká para hokejová reprezentace [22] .....	34
Obrázek 2-18 Reprezentační tým USA [22].....	35
Obrázek 2-19 Mapa para hokejových klubů v ČR [22].....	36
Obrázek 4-1 Saně [27].....	39
Obrázek 4-2 Para hokejové hokejky [16] .....	40
Obrázek 5-1 TEA Ergo logo [13].....	41
Obrázek 5-2 T-Sens Heart Rate [26] .....	42
Obrázek 5-3 T-Sens EMG [26].....	43
Obrázek 5-4 T-Sens Temperature [26].....	43
Obrázek 5-5 T-Sens Respiration [26].....	44
Obrázek 5-6 T-Sens Skin Conductance [26] .....	44
Obrázek 5-7 T-Sens Motion [25] .....	45
Obrázek 5-8 Dostupné části přístroje CAPTIV .....	45
Obrázek 5-9 Rozložení senzorů pro kalibraci [24] .....	46
Obrázek 5-10 Přiřazování senzorů .....	46
Obrázek 5-11 Avatar .....	47
Obrázek 5-12 Křivka svalové aktivity .....	48
Obrázek 6-1 Umístění EMG senzoru (zkušební měření) .....	48
Obrázek 6-2 Umístění Motion senzorů (zkušební měření).....	49
Obrázek 6-3 Data ze zkušebního měření – první průjezd.....	50
Obrázek 6-4 Data ze zkušebního měření – druhý průjezd.....	51
Obrázek 6-5 Data ze zkušebního měření – třetí průjezd.....	52
Obrázek 6-6 Data ze zkušebního měření – čtvrtý průjezd.....	53
Obrázek 6-7 Umístění EMG senzorů (pro ostré měření).....	54
Obrázek 6-8 Umístění Motion senzorů (pro ostré měření).....	55
Obrázek 6-9 Stanovená dráha .....	55

## Seznam tabulek

Tabulka 7-1 Hráč 1 – Data ze stanovené dráhy .....	56
Tabulka 7-2 Hráč 2 – Data ze stanovené dráhy .....	57
Tabulka 7-3 Hráč 3 – Data z rovného průjezdu .....	58
Tabulka 7-4 Hráč 3 – Data ze stanovené dráhy .....	59
Tabulka 7-5 Hráč 4 – Data z rovného průjezdu .....	60
Tabulka 7-6 Hráč 4 – Data ze stanovené dráhy .....	61
Tabulka 7-7 Hráč 5 – Data z rovného průjezdu .....	62
Tabulka 7-8 Hráč 5 – Data ze stanovené dráhy .....	63
Tabulka 7-9 Hráč 6 – Data z rovného průjezdu .....	64
Tabulka 7-10 Hráč 6 – Data ze stanovené dráhy .....	65
Tabulka 7-11 Hráč 7 – Data z rovného průjezdu .....	66
Tabulka 7-12 Hráč 7 – Data ze stanovené dráhy .....	67
Tabulka 7-13 Hráč 8 – Data z rovného průjezdu .....	68
Tabulka 7-14 Hráč 8 – Data ze stanovené dráhy .....	69
Tabulka 8-1 Závislost času průjezdu na počtu odrazů .....	70

## Úvod

Cílem mé diplomové práce je provést měření zatížení a jeho následné vyhodnocení na hráčích české para hokejové reprezentace. Na začátku práce jsou zpracovány teoretické poznatky, ze kterých je čerpáno v další části diplomové práce. V teoretické části práce se nacházejí kapitoly zabývající se ergonomií, sportem a handicapem. V praktické části se nachází popis vybavení hráčů para hokeje, popis použitého měřicího přístroje, popis průběhu zkušebního i ostrého měření a následné vyhodnocení získaných výsledků.

Očekávaným přínosem je zisk a předání poznatků o zatížení hráčů realizačnímu týmu české para hokejové reprezentace.

# 1 Ergonomie

Pojem „ergonomie“ vznikl spojením řeckých slov „ergon“ (práce) a „nomos“ (zákon). Tento uměle vzniklý pojem je v současnosti popsán mnoha definicemi:

- Mezinárodní Ergonomická Asociace (IEA): „Ergonomie je vědecká disciplína, optimalizující interakci mezi člověkem a dalšími prvky systému a vytvářející teorii, poznatky, principy, data a metody k optimalizaci pohody člověka a výkonnosti systému.“
- Slovník cizích slov: „Ergonomie je obor zabývající se studiem vztahů mezi člověkem a technickými systémy, které sám vytváří.“
- Encyklopedie PWN: „Ergonomie je věda o optimálním přizpůsobení pozic, procesů a pracovního prostředí lidským psychofyzickým schopnostem, aby nejen chránil jeho život a zdraví, ale aby mu poskytoval příležitost co nejlépe rozvíjet svou osobnost.“

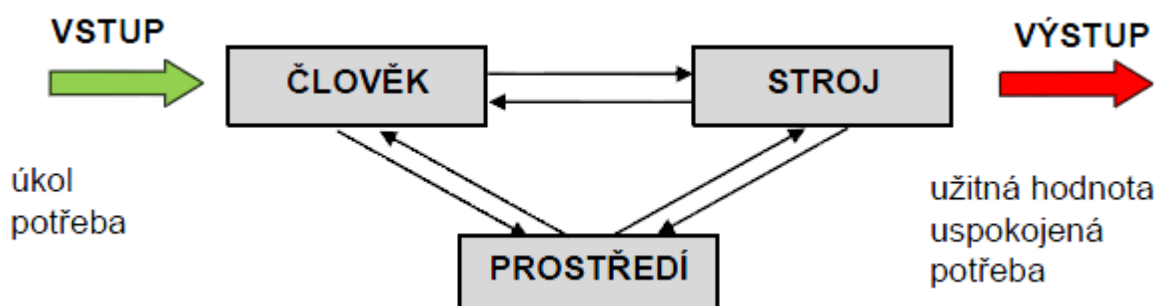
Přestože existuje mnoho definic ergonomie, jejich význam zůstává stejný. Hlavní podstatou je zlepšení podmínek pro člověka při jeho činnostech, zvýšení jeho produktivity a pohody při jejich vykonávání a k rozvoji jeho osobnosti. Jinak řečeno, jedná se o optimální úpravu prostředí a jeho vybavení podle fyzických a sociálních potřeb člověka. [7]

Ergonomie řeší postavení člověka v systému. Její snahou je vytvořit organizační a technické podmínky pro efektivní lidskou práci, snížit nepřiměřenou zátěž na člověka, zvýšit jeho pracovní pohodu a minimalizovat podmínky pro chyby, selhání a zdravotní ohrožení člověka. Ve zkratce řečeno, snahou ergonomie je přizpůsobit pracovní systém, postup a prostředí schopnostem člověka, aby dosahoval efektivní práce bez nebezpečí zdravotního poškození. Lze také říct, že ergonomie humanizuje techniku. [7]

Hlavními úkoly ergonomie jsou:

- Vytváření organizačních a technických podmínek pro efektivní lidskou práci
- Zvyšování pracovní pohody a snižování nepříjemných pracovních zátěží
- Omezení podmínek pro chyby a selhání člověka
- Dosažení efektivní výroby bez nebezpečí zdravotního poškození pracovníků
- Přizpůsobení pracovního zařízení, postupu a prostředí schopnostem člověka tak, aby mohl plnit své úkoly co nejefektivněji a bez újmy na svém zdraví

Mezi hlavní přínosy ergonomie můžeme zařadit i vznik systému člověk-technika-prostředí. Tento systémový přístup vychází z poznatku, že člověk, technika a prostředí vytváří pomocí vazeb nový prvek s novými vlastnostmi. [7]



Obrázek 1-1 Systém Č-T-P [9]

Z pohledu ergonomie rozlišujeme dva systémové přístupy:

- Mechanocentrický: člověka považuje za součást systému, nebere tedy ohled na jeho potřeby
- Antropocentrický: bere ohled na pracovníka a jeho potřeby

V průběhu let se prokázalo, že člověk pracuje efektivněji, pokud se cítí pohodlně a je brán ohled na jeho potřeby. Z tohoto důvodu je dnes upřednostňován člověk před strojem, jedná se tedy o antropocentrický přístup. [7]

Ačkoli je ergonomie zaměřena především na optimalizaci pracovních činností, vstupuje do všech oblastí lidského života. V současné době můžeme zaznamenat dopady ergonomie jak v oblasti pracovních činností, tak v oblasti činností odpočinkových, rekreačních či sportovních. [11]

### Měření zatížení

Celkové pracovní zatížení lze hodnotit pomocí energetického výdeje při práci. Tuto hodnotu nemůžeme přímo měřit, můžeme ji však odhadnout. Tento odhad můžeme založit například na tepové frekvenci pracovníka. Tuto hodnotu můžeme běžně velmi snadno měřit. Dalším způsobem odhadu je přes spotřebu kyslíku, která se však podstatně hůře měří. [12]

Lokální zatížení lze měřit pomocí speciálních senzorických přístrojů umístěných přímo na sledovaném pracovníkovi. Mezi tyto senzorické přístroje patří například:

- EMG Holter – měří jen síly působící na jednotlivé části lidského těla. Jedná se o jediný přístroj s českou homologací, proto je v České republice používán pro kategorizaci prací.
- Xsens – měří jen pohyb, nikoliv působící síly. Je uzpůsobený pro práci s virtuální realitou.
- CAPTIV – měří působící síly i jejich úhly.

Pro měření zatížení v této práci budeme používat přístroj CAPTIV. Tento přístroj je podrobněji popsán v kapitole 5.



Obrázek 1-2 Senzor přístroje CAPTIV [13]

## 1.1 Historie ergonomie

Kořeny ergonomie sahají až do pravěku, kdy se řešilo například přizpůsobení tvaru nástroje, aby se co nejlépe držel v ruce. I přes tento fakt je ergonomie jedna z nejmladších vědních disciplín. Pojem „ergonomie“ se objevil poprvé až v roce 1857 v polském časopise „Przyroda i Przemysł“ a první ergonomické studie byly provedeny dokonce až v 50. letech 20. století a iniciovaly vznik antropocentrického přístupu. [6]

Do té doby existoval pouze mechanocentrický přístup, který můžeme najít například v období průmyslové revoluce. Tato doba se vyznačovala tím, že se nejprve vyrobil stroj, ke kterému byl poté přiřazen člověk, který se mu musel přizpůsobit. Nebyly brány ohledy ani na negativní vlivy jako hluk, vibrace či prašnost, které rostly s rostoucím počtem strojů.

Ergonomie je brána jako vědní disciplína od roku 1949, kdy vznikla ve Velké Británii společnost Ergonomics Research Society, která se později podílela spolu s americkou společností Human Factor Society a francouzskou společností Société d'Ergonomie de Langue Francaise na vzniku Mezinárodní Ergonomické Společnosti (IEA). Tato společnost dnes sdružuje mnoho národních společností zabývajících se ergonomií. Jednou z těchto společností je i Česká Ergonomická Společnost. [6]



Obrázek 1-3 Logo IEA [10]

## 1.2 Ergonomické metody

Pravidelné nadměrné zatěžování nebo dosahování nepřirozených poloh může vést ke vzniku „nemoci z povolání“. Tento pojem je vysvětlen v samostatné kapitole 1.3. Aby toto riziko snížily, zavádí firmy ergonomické projekty. Tyto projekty mají za úkol identifikovat rizikové činnosti a jejich následnou optimalizaci vhodnou úpravou pracoviště. Pro správnou identifikaci rizikových činností a následnou optimalizaci se používají ergonomické metody s podporou ergonomických SW. [9]

### 1.2.1 Nordic Questionnaire

Nordic Questionnaire je dotazník určený pro sběr dat ergonomické analýzy, který se zaměřuje na analýzu výskytu těžkostí a případných onemocnění podpůrně pohybového aparátu zaměstnanců, kteří tento dotazník vyplňují sami. [9]

Dotazník je rozdělený na 2 stránky. Na první stránce vyplňují zaměstnanci nejprve informace o pracovní pozici a přímo o sobě. Poté zaměstnanci odpovídají na otázku, zda pociťovali bolesti nebo kvůli nim navštívili lékaře v 7 různých částech těla. Jedná se o šíji, záda, kříž, ramena, lokty, ruce, stehna, kolena a chodidla.



**NORDIC QUESTIONNAIRE**  
Ergonomická analýza podmínek na pracovištích

Podnik:

Číslo (Nevyplňovat):

Datum: (den, měsíc, rok):

Závod, středisko, provoz:

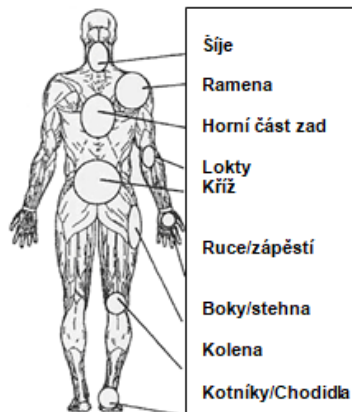
Nynější profese:

Kolik roků pracujete v nynějším zaměstnání? :

Jste vyučený v nynější profesi?  ANO  NE

Pracujete:  v normálním pracovním poměru

na zkrácený úvazek



Váš věk (roky):

Vaše výška (cm):

Jste:  MUZ

ŽENA

Jste:  PRAVÁK

LEVÁK

Převládající pracovní poloha

sezení

sezení a stání

stání

Tělesné části: Viz. obrázek	Pocíval(a) jste za posledních 12 měsíců při práci bolesti či tuhnutí v některé z těchto částí těla?	Navštívil(a) jste za posledních 12 měsíců pro tyto potíže lékaře, fyzioterapeuta či jiného zdrav. specialistu?
ŠIJE	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
HORNÍ ČÁST ZAD	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
DOLNÍ ČÁST ZAD, KRÍŽ	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
RAMENA	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
LOKTY	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
RUCE A ZÁPĚSTÍ	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
BOKY A STEHNA	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
KOLENA	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO
KOTNÍKY A CHODIDLA	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO	<input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> ANO

Obrázek 1-4 Nordic Questionnaire-strana 1 [9]

Na druhé stránce zaměstnanci hodnotí na stupnici od 0 do 10 hodnotu zátěže 15 faktorů, vznikajících špatnými okolními vlivy či špatnou organizací práce.

V následujícím seznamu jsou uvedené situace, které při práci mohou přispívat k Vaším bolestem a problémům. Prosím, zakroužkujte v každém řádku číslici podle toho, do jaké míry pocítíte danou situaci (resp. faktor) jako zatěžující.

Otázka		Žádná zátěž			Menší zátěž			Střední zátěž			Velká zátěž	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Vykonávání stále stejných pracovních operací	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.	Spěchání při vykonávání některých pracovních operací (zdvihání, přemísťování břemen)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.	Manipulace s drobnými předměty, součástkami	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.	Nedostatečné přestávky na oddech během pracovní směny	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.	Práce v nepohodlné nebo vynucené pracovní poloze	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6.	Dlouhodobá práce ve stejných pracovních polohách (stání, naklání, klek apod.)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7.	Práce ve vynuceném předklonu, při náklonech a vytáčení trupu do stran	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8.	Práce na hranici fyzických možností	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9.	Práce s rukama nad hlavou nebo daleko od těla	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10.	Přílišné teplo, chlad, vlhkost, hluk nebo průvan (problémový parametr podtrhněte)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11.	Nutnost pokračovat v práci, i když se necítíte dobře nebo po poranění	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12.	Zdvihání, tahání nebo nošení těžkých předmětů	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13.	Přesčasy, nepravidelné směny nebo dlouhá pracovní doba	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14.	Nedostatečná kvalita pracovních nástrojů (hmotnost, vibrace)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15.	Nedostatečný zácvik a školení ke správnému vykonávání práce	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Obrázek 1-5 Nordic Questionnaire-strana 2 [9]

Takto získané informace poté zadáme do SW jako například Excel od firmy Microsoft, kde můžeme data snadno zpracovat a získat tím komplexní pohled na obtíže pracovníků na sledovaném pracovišti, z kterých můžeme poté snáze identifikovat rizikové činnosti a další možné příčiny, které mohou snížit komfort na pracovišti.

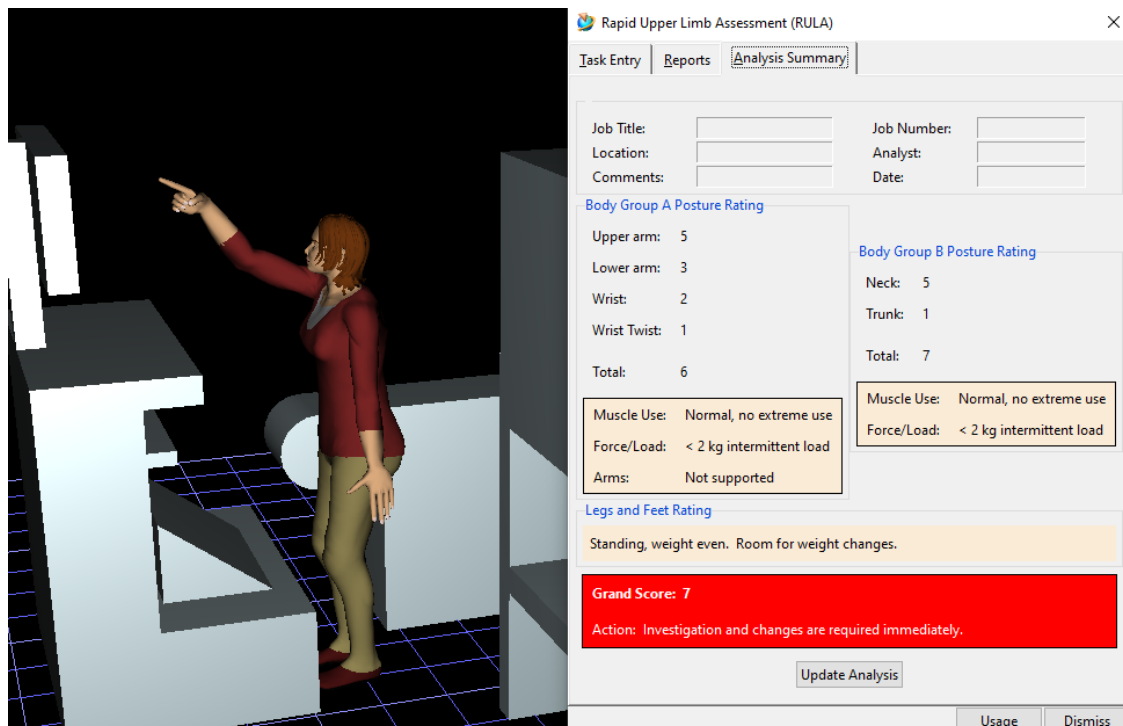
### 1.2.2 RULA

Metoda RULA (Rapid Upper Limb Assessment) vznikla v roce 1993 jako ergonomická analýza pracovišť, kde dochází k zatížení horních končetin, krku a trupu. Pro hodnocení se využívá posouzení jednotlivých pracovních poloh. Pracovník je nejprve pozorován, přičemž dojde k identifikaci rizikových poloh, které jsou následně hodnoceny. RULA dále řeší držení těla po delší dobu a pozice, ve kterých se vyskytují nejvyšší síly. [9]

V dalším kroku se provádí ohodnocení poloh jednotlivých částí těla. V poslední části je stanovena celková rizikovitost polohy a naléhavost na opatření. Výsledná naléhavost se dělí do 4 kategorií.

- 1. kategorie = skóre 1-2 – Přijatelná práce, jestliže není prováděna po dlouhou dobu
- 2. kategorie = skóre 3-4 – Potřeba dalšího hodnocení, možné požadavky na změny
- 3. kategorie = skóre 5-6 – Brzké požadavky na změny
- 4. kategorie = skóre 7 – Okamžité požadavky na změny

Hodnocení jednotlivých poloh lze získat pomocí SW jako například Tecnomatix Jack od firmy Siemens. V tomto SW napoložujeme digitální model člověka do zkoumané polohy a SW polohu ohodnotí na již zmíněné stupnici od 1 do 7. [9]



Obrázek 1-6 RULA-Tecnomatix Jack

Program Tecnomatix Jack umožňuje umístění přesného modelu člověka do virtuálního prostředí, ve kterém je mu možné přiřadit úkoly a následně sledovat jeho výkonnost a zatížení. V programu lze vytvořit modely mužského i ženského pohlaví nastavitelných rozměrů. Digitální model člověka obsahuje segmenty a klouby, se kterými se dá pohybovat ve směru tří os.

Rozměry modelu člověka lze nastavit buď přímo zadáním konkrétních hodnot nebo za pomoci percentilu. Pokud budeme zkoumat polohy pro člověka percentil 5 (tzn. jen 5 % lidí je menších) a pro člověka percentil 95 (tzn. jen 5 % lidí je větších) a dosáhneme u obou uspokojivých výsledků, je velká pravděpodobnost, že budou výsledky uspokojivé téměř pro všechny zaměstnance. [1]

Hodnocení jednotlivých poloh lze získat i bez použití SW. Nejprve ohodnotíme zatížení horních končetin, čímž získáme „Skóre C“. [9]

Pravá strana:						zápěstí							
						1		2		3		4	
						základní pozice	stočení	základní pozice	stočení	základní pozice	stočení	základní pozice	stočení
Pravé nadloktí						1	2	1	2	1	2	1	2
Pravé předloktí						1	2	1	2	1	2	1	2
Pravé zápěstí						1	2	1	2	1	2	1	2
Pravé zápěstí osově						1	2	1	2	1	2	1	2
Užiti svalů	<input type="checkbox"/> Poloha převážně statická, např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min. 1 <input type="checkbox"/> Zvedané rameno 1 <input type="checkbox"/> HK v abdukci 1 <input type="checkbox"/> Skloněná nebo podpora váhy paže 1 <input type="checkbox"/> Činnosti přes střednici těla nebo na stranu 1 <input type="checkbox"/> Zápěstí vytočeno mimo střednici 1					<b>VYBERTE JEDNU Z NABÍZENÝCH MOŽNOSTÍ.</b> <input type="checkbox"/> Žádná překážka • méně než 2 kg přetvářené zátěže nebo síly 0 <input type="checkbox"/> 2-10 kg statická zátěž • 2-10 kg opakující se zátěž nebo síla • 10 kg 4x více přetvářené zátěže nebo síly 1 <input type="checkbox"/> 10 kg statická zátěž • 10 kg opakovaná zátěž nebo síla • náraz nebo prudké zvyšování síly 2 <input type="checkbox"/> 10 kg statická zátěž • 10 kg opakovaná zátěž nebo síla • náraz nebo prudké zvyšování síly 3							

Obrázek 1-7 RULA-Skóre C [9]

Poté ohodnotíme zatížení krku, trupu a dolních končetin, čímž získáme „Skóre D“. [9]

Krk						trup											
						1		2		3		4		5		6	
						nohy	nohy	nohy	nohy	nohy	nohy	nohy	nohy	nohy	nohy		
Onožený krk						1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Krk nakloněný nad stranu						1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Trup						1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Trup osově						1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Trup nakloněný nad stranu						1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Dolní končetiny						1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Užiti svalů	<input type="checkbox"/> Poloha převážně statická, např. držení více jak 1 min. nebo opakování více než 4krát za min. 1 <input type="checkbox"/> DK a chodidla jsou dobře podepřena a v rovnoměrně vyvážené poloze 1 <input type="checkbox"/> DK a chodidla NEJSOU rovnoměrně vyvážené a podepřené. 2					<b>VYBERTE JEDNU Z NABÍZENÝCH MOŽNOSTÍ.</b> <input type="checkbox"/> Žádná překážka • méně než 2 kg přetvářené zátěže nebo síly 0 <input type="checkbox"/> 2-10 kg statická zátěž • 2-10 kg opakující se zátěž nebo síla • 10 kg 4x více přetvářené zátěže nebo síly 1 <input type="checkbox"/> 10 kg statická zátěž • 10 kg opakovaná zátěž nebo síla • náraz nebo prudké zvyšování síly 2 <input type="checkbox"/> 10 kg statická zátěž • 10 kg opakovaná zátěž nebo síla • náraz nebo prudké zvyšování síly 3											

Obrázek 1-8 RULA-Skóre D [9]

Celkové skóre získáme za použití „Skóre C“ a „Skóre D“ podle následující tabulky. [9]

celkové skóre									
	Skóre D								
Skóre C	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	3	4	5	5	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6	6	6
4	3	3	3	4	5	6	6	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7	7	7
9	5	5	6	7	7	7	7	7	7

Obrázek 1-9 RULA-Celkové skóre [9]

Získané celkové skóre poté zařadíme do jedné z výše zmíněných kategorií.

### 1.2.3 OWAS

Metoda OWAS (Ovako Working Posture Analyzing Systém) vznikla roku 1973 ve finských ocelárnách Ovako a do současné podoby byla upravena roku 1977. Metoda hodnotí nepohodlí pracovní polohy na základě pozice zad, horních a dolních končetin a na hmotnosti zvedaného břemene. [9]

Podle metody OWAS rozlišujeme 4 pozice zad, 3 pozice horních končetin, 7 pozic dolních končetin a 3 kategorie hmotností zvedaného břemene.

Pozice zad: 1. Rovná

2. Ohnutá

3. Zkroucená

4. Ohnutá a zkroucená

Pozice horních končetin: 1. Obě ruce pod úrovní ramen

2. Jedna ruka nad úrovní ramen

3. Obě ruce nad úrovní ramen

Pozice dolních končetin: 1. Sezení

2. Vzpřímené stání

3. Stání na jedné rovné noze





4. Podřep s rovnoměrným zatížením kolen

5. Podřep s nerovnoměrným zatížením kolen




6. Klečení

7. Chůze

- Kategorie hmotnosti břemene: 1. Méně než 10 kg  
2. Mezi 10 kg a 20 kg  
3. Více než 20 kg

Pozice zad		Číslice kódu pozice
Rovná		1
Ohnutá		2
Zkroucená		3
Ohnutá a zkroucená		4

Pozice rukou		Číslice kódu pozice
Obě ruce pod úrovní ramen		1
Jedna ruka nad úrovní ramen		2
Obě paže nad nebo na úrovni ramen		3

Zatížení a síly	Číslice kódu pozice
Méně než 10 kilogramů.	1
Mezi 10 a 20 kilogramů	2
Nad 20 kg	3

Pozice nohou	Číslice kódu pozice
Sezení	 1
Vzpřímené stání	 2
Stání na jedné rovné noze	 3
Stání nebo podřep s oběma ohnutými a rovnoměrně zatíženými koleny	 4
Stání nebo podřep s oběma ohnutými a nerovnoměrně zatíženými koleny	 5
Klečení	 6
Chůze	 7

Obrázek 1-10 OWAS-pozice [9]

Z ohodnocení jednotlivých pozic zařadíme sledovanou polohu dle následující tabulky do jedné ze 4 kategorií.

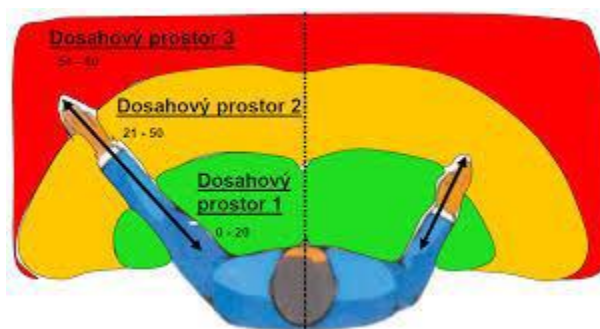
- 1. kategorie = Poloha nemá škodlivé účinky na pohybový aparát, není vyžadována žádná akce
- 2. kategorie = Poloha má potenciál způsobit poškození pohybového aparátu, v blízké budoucnosti budou požadována nápravná opatření
- 3. kategorie = Poloha má škodlivé účinky na pohybový aparát, nápravná opatření jsou nutná co nejdříve
- 4. kategorie = Poloha má extrémně škodlivé účinky na pohybový aparát, je potřeba okamžitých nápravných opatření [9]

		Nohy																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Zatížení			Zatížení			Zatížení			Zatížení			Zatížení			Zatížení					
Záda	Ruce	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	2	3
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Obrázek 1-11 OWAS-Hodnotící tabulka [9]

### 1.2.4 Hodnocení dosahových vzdáleností

Dosahové vzdálenosti na pracovišti se dělí do dvou základních skupin podle jejich umístění. První skupinou jsou dosahové vzdálenosti v manipulačním prostoru. Manipulační prostor je zóna, kde se pracovní úkony provádějí horními končetinami. Manipulační prostor se dělí na 3 dosahové prostory. Prostor 1 je oblast do 20 cm od těla, jedná se o ideální oblast dosahu, kde se snažíme provádět nejvíce pohybů. Prostor 2 se nachází mezi 20 cm a 50 cm od těla a prostor 3 od 50 cm do 80 cm. Každý skutečný pohyb je potřeba analyzovat a najít jeho ideální průběh. [5]



Obrázek 1-12 Dosahové zóny-manipulační prostor [5]

Druhou skupinou jsou dosahové vzdálenosti v pedipulačním prostoru. Jedná se o prostor, kde jsou pracovní úkony vykonávány dolními končetinami. Při práci vsedě musí být zajištěn prostor pro pracovní i nepracovní pohyby. Nepracovními pohyby je zde myšleno uvolnění dolních končetin. Je nevhodné využívat pedipulační prostor ve stoje, protože dochází ke snížení stability pracovníka a je nadměrně zatěžována páteř. [5]

### 1.3 Zásady ergonomie

Existují určité zásady nebo pravidla, která nám mohou usnadnit vyhodnocení výsledků ergonomických metod nebo přímo předejít zdravotním rizikům. Jedním z pravidel je, že vše, co je špatně, musí být vidět. Jak můžeme vidět na obrázcích 1-6 a 1-11, pokud se výsledek nachází v rizikové kategorii, je označen červeně. Červená barva u člověka přirozeně vyvolává pocit neklidu a zvýrazňuje naléhavost situace. Ze stejného důvodu jsou i přímo na pracovištích různá chybová a riziková hlášení zpravidla v červené barvě. [14]

Jak již bylo zmíněno výše, jedním z úkolů ergonomie je omezení podmínek pro chyby a selhání člověka. Z toho vychází pravidlo, že vše by mělo být možné udělat jen jedním způsobem. Toto pravidlo se týká přímo pracovišť. Zde by mělo platit například to, že pro 1 funkci stroje by měl být 1 ovladač a 1 sdělovač, u kterých je zřetelné, ke které funkci slouží.

Tyto pravidla vystihuje pojem „Poka Yoke“. Poka Yoke je výraz pro jakousi ochranu proti lidským chybám. Jedná se o nízkonákladové a vysoce efektivní řešení. Pod tímto pojmem si lze představit například zvukovou nebo vizuální signalizaci, pokud je něco v nepořádku. Poka Yoke dokáže nejen minimalizovat lidské chyby, ale i zrychlit určité činnosti, jako například zapojování kabelů pomocí různě odlišných koncovek. V praxi se s prvky Poka Yoke setkáváme nejen na pracovištích, ale i v domácnosti, například u kabelů USB nebo zásuvek. [5]



Obrázek 1-13 Poka Yoke [5]



## Manipulace s břemeny

Mezi další důležité ergonomické zásady patří tyto zásady manipulace s břemeny.

- Správný postoj – Pro správný postoj při manipulaci s břemenem je dostatek prostoru pro pohyb, dobrý výhled na místo manipulace a výška uchopení / položení břemene mezi 70 cm a 100 cm. Další podmínkou správného postoje je eliminace jakékoli rotace těla. [9]



Obrázek 1-14 Manipulace s břemeny – správný postoj [9]

- Symetrické zatížení – Zatížení od břemene musí být rovnoměrně rozloženo, aby nedocházelo k jednostrannému přetížení páteře. Břemena nesená na dlouhou vzdálenost by měla být nesená na zádech, na střední vzdálenost na ramenu a na krátkou vzdálenost v ruce. Při nesení břemene v ruce by měly být rovnoměrně zatíženy obě ruce [9]



Obrázek 1-15 Manipulace s břemeny – symetrické zatížení [9]

- Zdvihání břemene s rovnými zády – Břemeno by mělo být zdviháno z pokleku, kde jsou meziobratlové ploténky zad rovnoměrně zatíženy. Tento způsob je však časově i energeticky náročnější než zdvihání za stoje s kulatými zády. [9]



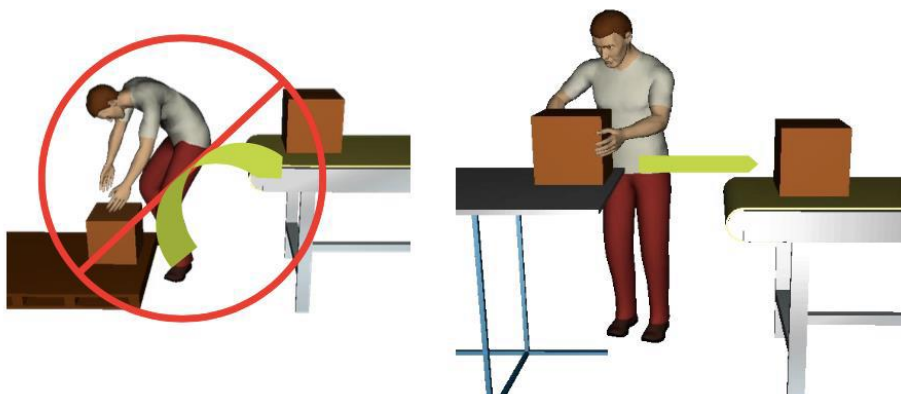
Obrázek 1-16 Manipulace s břemeny – zdvihání s rovnými zády [9]

- Zásady svislé roviny – Tato zásada říká, že vzdálenost neseného břemene od těla by měla být co nejmenší. [9]



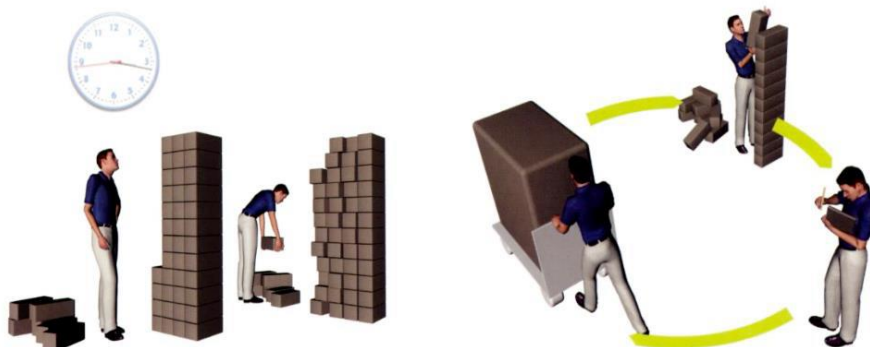
Obrázek 1-17 Manipulace s břemeny – zásada svislé roviny [9]

- Zásada vodorovné roviny – Tato zásada říká, že břemena bychom měli přemísťovat ve stejné úrovni a v optimální výšce. [9]



Obrázek 1-18 Manipulace s břemeny – zásada vodorovné roviny [9]

- Rozložení práce – Při nutnosti nadměrné manipulace je nutné práci rozložit na delší časový horizont nebo vhodně rotovat pracovníky. [9]



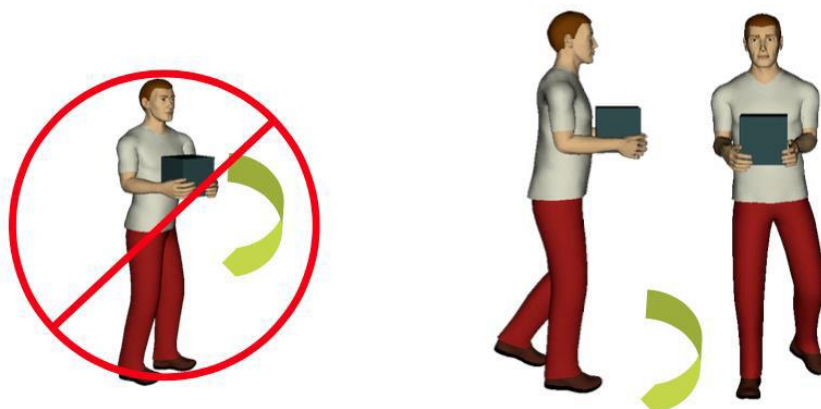
Obrázek 1-19 Manipulace s břemeny-rozložení práce [9]

- Zmenšení hmotnosti nákladu – Pokud je to možné, je žádoucí rozdělit břemeno na více lehčích břemen a pokusit se snížit i hmotnost obalů [9]



Obrázek 1-20 Manipulace s břemeny-zmenšení hmotnosti nákladu [9]

- Otáčení s břemeny – Pokud je nutné se s břemenem otočit, uděláme tak pomocí přešlápnutí, nikoli pomocí rotace trupu. [9]



Obrázek 1-21 Manipulace s břemeny-otáčení s břemeny [9]

## 2 Sport a para sport

Sport patří celosvětově mezi nejoblíbenější aktivity, a to zejména proto, že je dostupný takřka všem. Podle toho, z jakého důvodu sport vykonáváme ho lze rozdělit na 2 kategorie. První kategorií je sport rekreační. Do této kategorie lze zařadit jakýkoliv sport, který člověk vykonává jednoduše řečeno, protože chce. Ať už se chce udržet v kondici, odpočinout si, odreagovat se, uvolnit stres nebo se třeba pobavit. Pokud člověk začne vykonávat jakýkoliv sport, začne ho vykonávat rekreačně. Pokud se ukáže, že je v daném sportu nadprůměrný a je ochotný se mu obětovat, mění se kategorie sportu z rekreačního na profesionální. Moment zlomu, kdy dochází ke změně této kategorie lze jednoduše určit. Jedná se o podpis první profesionální smlouvy, tedy moment, od kterého je člověk za vykonávání daného sportu placen.



Obrázek 2-1 Podpis profesionální smlouvy [15]

Jak již bylo zmíněno, sport je aktivita přístupná takřka pro každého, a to včetně handicapovaných osob. Pro mnoho běžných sportů existuje jedna nebo i více alternativ pro lidi s určitým typem handicapu. Většina alternativ sportů vzniká zpravidla pro osoby s tělesným postižením. Další alternativy pak vznikají nejčastěji pro osoby se zrakovým nebo sluchovým postižením. V průběhu této práce se budeme věnovat pouze alternativám pro osoby s tělesným postižením.

## 2.1 Paralympijské hry

Paralympijské hry jsou alternativa olympijských her pro sportovce s tělesným, zrakovým, sluchovým nebo mentálním postižením. Paralympijské hry se stejně jako olympijské hry rozdělují na zimní a letní a každé z nich se konají jednou za 4 roky, vždy několik týdnů po skončení olympijských her. První paralympijské hry se konaly roku 1960 v Itálii. Jednalo se o letní paralympijské hry a měly na programu celkem osm sportů. První zimní paralympijské hry se konaly roku 1976 a na programu měli dva sporty. Poslední paralympijské hry se konaly roku 2018 v Jižní Koreji. Letní paralympijské hry v Japonsku v roce 2020 byly stejně jako olympijské hry odloženy na rok 2021. [16]

Účast nebo dokonce úspěch na paralympijských hrách je pro handicapované sportovce největším úspěchem jejich sportovní kariéry.



Obrázek 2-2 Paralympijské hry – logo [16]

### 2.1.1 Letní paralympijské sporty

V této kapitole jsou v abecedním pořadí popsány konkrétní sporty, které jsou na programu letních paralympijských her.

#### Atletika

Pokud se mluví o letních olympijských sportech, každého jistě hned napadne atletika. Jinak tomu není ani u paralympijských sportů. Atletika je jedním z šesti sportů, kterých se sportovci mohli účastnit na prvních paralympijských hrách roku 1960 a zároveň se na paralympijských hrách udržely dodnes. [16]

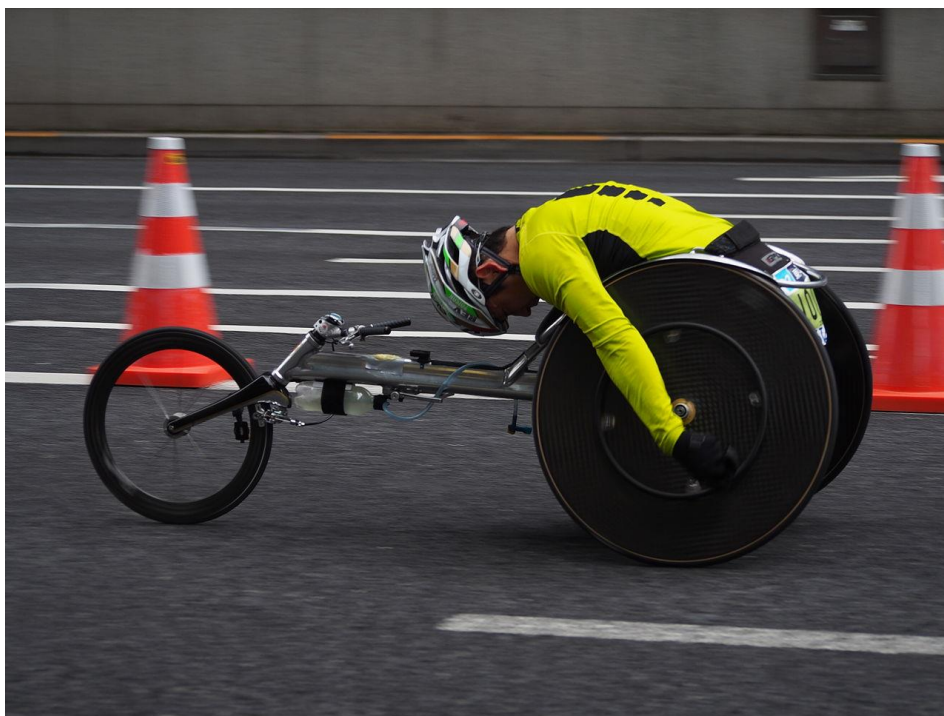
Stejně jako běžná atletika, dělí se i „para-atletika“ na mnoho disciplín, které jsou zde navíc rozděleny do různých tříd, podle handicapu sportovců. Tyto disciplíny můžeme všeobecně rozdělit na traťové, silniční, technické a kombinované. [17]

Mezi traťové disciplíny řadíme sprint (100 m, 200 m, 400 m), běh na střední vzdálenost (800 m, 1500 m), běh na dlouhou vzdálenost (5000 m, 10000 m) a štafetu (4x100 m, 4x400 m). Traťové disciplíny dělíme do 23 tříd tělesně postižených sportovců, z nichž 7 tříd tvoří sportovci soutěžící na vozících. [18]



Obrázek 2-3 Atletika – traťová disciplína [18]

Jako silniční disciplínu označujeme maraton, který handicapovaní sportovci absolvují na vozících. Jedná se o disciplínu, kde zcela běžně dosahují handicapovaní sportovci lepších výsledků než běžní sportovci. Světový rekord v mužské kategorii drží Ernst van Dyk s časem 1:18:27. Pro srovnání, světový rekord mezi běžnými mužskými sportovci drží Eliud Kipchoge s časem 2:01:39. [16]



Obrázek 2-4 Atletika – silniční disciplína [18]

Technické disciplíny můžeme rozdělit na skoky a hody. Mezi skoky patří skok do výšky, skok do dálky a trojskok. Tyto disciplíny rozlišují 16 tříd, stejných jako u traťových disciplín vyjma tříd pro sportovce na vozících. [18]

Mezi hody řadíme hod oštěpem, hod diskem, hod kuželkou a vrh koulí. Zde rozlišujeme 26 tříd, z nichž 15 tříd tvoří sportovci stojící a 11 tříd sportovci sedící. [18]



Obrázek 2-5 Atletika – technické disciplíny [16] [17]

Jako kombinovanou disciplínu lze nazvat pětiboj, který obsahuje 5 disciplín. Tyto disciplíny se liší v závislosti na handicapu sportovců. Vždy se však jedná o 3 technické a 2 traťové disciplíny. [16]

### Badminton

Badminton se stejně jako u běžných sportovců hraje v kategoriích muži a ženy jednotlivci a mužské, ženské a smíšené čtyřhry. Zde se navíc dělí do 6 tříd, z nichž jsou 2 třídy pro sportovce na vozících. [17]

Badminton bude jako paralympijský sport uveden poprvé roku 2021, kdy se budou konat odložené paralympijské hry 2020. [16]

### Basketbal

Basketbal na vozících má oproti běžnému basketbalu jen lehce upravená pravidla, rozměry hřiště i obroučky basketbalového koše zůstávají stejné. Každý hráč je podle handicapu ohodnocen klasifikačními body. Za každý tým nastupuje 5 hráčů, kteří mohou mít v součtu maximálně 14 klasifikačních bodů. Na paralympijských hrách se basketbal objevuje už od roku 1960. [17]



Obrázek 2-6 Basketbal [16]

## **Boccia**

Boccia je paralympijským sportem, který nemá běžnou alternativu na olympijských hrách. Bocciu mohou hrát jednotlivci, páry nebo trojice. Každý tým má 6 kožených míčků stejné barvy na jeden „end“ a jeho úkolem je umístit míčky své barvy co nejbližší bílému míčku. Podle velikostí týmů se hraje na 4 nebo 6 „endů“. V boccie rozlišujeme podle handicapu sportovců 4 třídy. Boccia je součástí paralympijských her od roku 1984. [17]

## **Cyklistika**

Cyklistika vznikla jako sport pro nevidomé, kteří se účastnili závodů na tandemech. Postupně vznikly kategorie i pro tělesně postižené, kteří jsou podle handicapu rozděleni do klasifikačních tříd a soutěží na běžných kolech, tricyklech nebo handbike. Cyklistiku lze rozdělit na silniční a dráhovou. [17]

Silniční cyklistiku dělíme na 3 disciplíny. Jedná se o závod, časovku a týmový závod. Silniční cyklistika je součástí paralympijských her od roku 1984 a roku 1996 se k ní přidala i cyklistika dráhová, která se rovněž dělí na 3 disciplíny. Zde se jedná o stíhací závod, časovku a týmový sprint. [17]



Obrázek 2-7 Cyklistika [17]

## **Kanoistika**

Kanoistika je sport s totožnou rychlostí jako pro běžné sportovce. Podle handicapu zde dělíme sportovce do tří tříd. Závodí se na dvou typech lodí, kajak (oboustranné pádlo) a kanoe (jednostranné pádlo), na trati dlouhé 200 m. Kanoistika je součástí paralympijských her od roku 2016 a soutěží se zde pouze v kajacích. [17]



## Lukostřelba

V lukostřelbě mají sportovci na každé kolo 4 minuty, během kterých střílí 6 šípů do terče. Soutěž má celkem 12 kol. Sportovci jsou podle handicapu rozděleni do dvou klasifikačních tříd a mohou střílet z reflexního nebo kladkového luku. Lukostřelba je součástí paralympijských her od roku 1960. [17]



Obrázek 2-8 Lukostřelba [17]

## Plavání

Plavání je na programu paralympijských her od roku 1960. V plavání rozdělujeme sportovce podle tělesného handicapu do 10 tříd, do kterých se sportovci řadí v každém plaveckém stylu zvlášť. Jedná se o styly motýlek, prsa a polohový závod. Sportovec tak může být pro styl motýlek zařazen v jiné třídě než pro styl prsa. [17]

## Rugby

Rugby je týmový sport, který se hraje na vozících. Kombinuje prvky rugby, basketbalu a házené. V každém týmu nastupují 4 hráči, kteří používají speciálně upravené vozíky. Cílem hry je, aby se hráč v držení míče dotkl brankové čáry. Hra je rozdělena do čtyř částí po 8 minutách. Rugby je na programu paralympijských her od roku 2000. [17]

## Stolní tenis

Stolní tenis na paralympijských hrách se od běžného stolního tenisu takřka neliší. Sportovci se dělí do dvou tříd, na stojící a sedící a mohou soutěžit jako jednotlivci nebo ve čtyřhrách. Stolní tenis je součástí paralympijských her od roku 1960. [17]

## Střelba

Při střelbě sportovci střílí ze vzdáleností 10 m, 25 m a 50 m na letící asfaltové terče. Soutěží se ve střelbě z pistole, pušky a brokovnice. Střelba se poprvé objevila na paralympijských hrách v roce 1976. [17]

## Šerm

Při šermu na vozíku jsou sportovci upevněni s vozíkem na pevné místo, vzájemnou vzdálenost určuje dosah menšího ze soupeřů. Sportovci si mohou vybrat mezi třemi druhy zbraní, kterými se snaží zasáhnout soupeře do povolených míst. Jedná se o fleret a kord, kterými může sportovec zasáhnout jen hrotem, nebo šavli, kterou může soupeře zasáhnout hrotem i čepelí. V šermu se sportovci dělí do dvou tříd podle handicapu. Šerm je součástí paralympijských her od roku 1960. [17]

## Tenis

Tenis je jedním z nejrychlejších sportů pro sportovce na vozících. Hraje se s běžnými raketami na běžném kurtu bez jakýchkoli úprav. Pravidla jsou také takřka totožná, jen je dovoleno, aby míček dopadl na zem dvakrát. Tenis mohou hrát muži i ženy jako jednotlivci nebo jako čtyřhru. Na paralympijských hrách se tenis poprvé objevil roku 1992. [17]

## Triatlon

Triatlon se stejně jako u běžných sportovců skládá ze tří disciplín. Jedná se o plavání (750 m), následuje cyklistika (20 km), kterou sportovci absolvují na kolech nebo handbike. Poslední disciplínou je běh (5 km). Kde mohou sportovci využít speciální vozíky. V triatlonu se sportovci rozdělují podle handicapu do pěti tříd. Triatlon je součástí paralympijských her od roku 2016. [17]

## Volejbal

Volejbal hrají týmy o šesti hráčích, kteří po celou dobu hry sedí na zemi. Až na tento rozdíl jsou pravidla totožná s běžným volejbalem. Síť je natažena ve výšce 1,05-1,15 m nad zemí. Hraje se na 5 setů, první 4 sety se hrají do 25 bodů, případný poslední rozhodující set do 15 bodů. Na paralympijských hrách je na programu od roku 1980 turnaj mužů i žen. [17]



Obrázek 2-9 Volejbal [16]

## Vzpírání

Vzpírání je sport určený mužům i ženám. Není zde žádné dělení na třídy podle handicapu, ale je zde 10 různých váhových kategorií. Vzpírání se poprvé objevilo na paralympijských hrách roku 1964 a směli v něm soutěžit jen muži. Ženská kategorie se poprvé objevila na paralympijských hrách v roce 2000. [17]

Další sporty na programu paralympijských her (pro tělesně postižené):

- Jezdectví
- Taekwondo
- Veslování [17]

### 2.1.2 Zimní paralympijské sporty

V této kapitole jsou v abecedním pořadí popsány jednotlivé sporty, které se konají v rámci zimních paralympijských her.

#### Alpské lyžování

Tak jako se u letních olympijských sportů většinou lidí vybaví atletika, u zimních sportů je to právě alpské lyžování. Alpské lyžování je jedním ze dvou sportů, který byl na programu již prvních zimních paralympijských her roku 1976. Sportovci jsou rozděleny do tří tříd dle handicapu, výsledky jsou pak přepočítány pomocí koeficientu, aby mohli být srovnáváni sportovci s různým handicapem. V alpském lyžování rozlišujeme pět disciplín. Jedná se o sjezd, slalom, obří slalom, super-G a super kombinace. [17]

Někteří sportovci používají speciální lyžařské vybavení, jako například monoski. Monoski je jednoduše řečeno sedák upevněný na jedné lyži. Ke stabilitě se používají stabilizátory. Stabilizátory jsou krátké francouzské hole, které mají na koncích krátké lyže. Stabilizátory používají nejen sportovci na monoski, ale i sportovci s jednostrannou amputací dolní končetiny. [17]



Obrázek 2-10 Alpské lyžování [16]

## Běžecské lyžování

Běžecské lyžování na paralympijských hrách je totožné s běžným běžecským lyžováním. Sportovci v závislosti na handicapu závodí na klasických běžkách nebo na běžkařských saních. Závodí se na vzdálenost od 1 km do 20 km pro stojící muže, od 1 km do 15 km pro stojící ženy a muže na běžeckých saních a od 1 km do 10 km pro ženy na běžeckých saních. Běžecské lyžování klasickým stylem je součástí paralympijských her od roku 1976. Roku 1992 byla na paralympijské hry uvedena i disciplína volným stylem. [17]



Obrázek 2-11 Běžecské lyžování [16]

## Biatlon

Biatlon na paralympijských hrách se stejně jako běžecské lyžování od běžného takřka neliší. Sportovci zde také závodí na klasických běžkách nebo na běžeckých saních. Biatlon je na programu paralympijských her od roku 1984. [17]

## Curling

Curling na paralympijských hrách je určen pro sportovce na vozících. Jednotlivé týmy jsou tvořeny z mužů i žen. Jediný rozdíl v pravidlech oproti klasickému curlingu je, že se „nemetá“. Na paralympijských hrách se curling objevil poprvé roku 2006. [17]



Obrázek 2-12 Curling [16]

## Para hokej

Para hokej je alternativou ledního hokeje pro sportovce s postižením dolní části těla. Na paralympijských hrách se para hokej objevil poprvé roku 1994. Para hokej bude podrobněji popsán v samostatné kapitole 2.3. [17]



Obrázek 2-13 Para hokej [17]

## Snowboarding

Ve snowboardingu dělíme sportovce do dvou tříd s postižením dolních končetin a jedné třídy s postižením horních končetin. Snowboarding se dělí na tři disciplíny. Jedná se o snowboardcross, slalom a obří slalom. Na paralympijských hrách se snowboarding objevil poprvé roku 2014. [17]

### 2.1.3 Neparalympijské sporty

V této kapitole budou popsány další oblíbené sporty pro handicapované, které však nejsou na programu paralympijských her.

## Florbal

Florbal je týmový sport hraný na vozících, který se pravidly neliší od běžného florbalu. Stejně zůstávají i plastové hokejky a ostatní vybavení. Největším rozdílem proti běžnému florbalu je, že i brankář používá hokejku. Florbal jako neparalympijský sport je vhodným doplňkovým sportem pro sportovce úspěšné v jiných paralympijských sportech. [19]



Obrázek 2-14 Florbal [19]

### Para box

Para box je individuální sport pro sportovce na vozíku. Pravidla vycházejí z pravidel olympijského boxu. Sportovci sedí boky vozíků u sebe a zezadu jsou jištěni „sekundanty“. Vzdálenost sportovců je určena délkou natažené paže. Bojuje se na 3 kola po 90 sekundách. Na průběh zápasu dohlíží ringový rozhodčí, body po každém kole přidělují bodoví rozhodčí. Podle handicapu sportovců rozlišujeme 3 zápasové kategorie. [20]



Obrázek 2-15 Para box [20]

Jak je z uvedeného seznamu patrné, existuje velké množství sportů pro handicapované sportovce. V závislosti na handicapu se tento seznam samozřejmě zmenšuje, nicméně se vždy najde sport, který lze s daným handicapem dělat. Všechny tyto sporty mají zpravidla velkou podporu od sportů, kterým tvoří alternativu a všeobecné povědomí o nich je stále větší, díky čemuž roste i počet sportovců v jednotlivých sportech, případně vznikají i sporty nové.

## 2.2 Výsledky českých paralympijských sportovců

V této kapitole budou uvedeny výsledky českých paralympijských medailistů z posledních paralympijských her včetně konkrétních výkonů, aby bylo možné si udělat představu, jakých výkonů jsou schopni paralympijské sportovci dosahovat.

### Letní paralympijské hry 2016 (Brazílie)

- |                     |              |                   |                    |
|---------------------|--------------|-------------------|--------------------|
| • Arnošt Petráček   | plavání      | 50 m znak         | 1. místo – 0:43,12 |
| • Běla Třebínová    | plavání      | 50 m znak         | 2. místo – 0:44,51 |
|                     |              | 50 m volný způsob | 3. místo – 0:37,37 |
| • David Drahoninský | lukostřelba  | jednotlivci       | 2. místo           |
|                     |              | smíšené páry      | 3. místo           |
| • Šárka Musilová    | lukostřelba  | smíšené páry      | 3. místo           |
| • Eva Berná         | atletika     | vrh koulí         | 3. místo – 11,23 m |
| • Jiří Suchánek     | stolní tenis | jednotlivci       | 3. místo           |

Dohromady získala česká paralympijská výprava na paralympijských hrách roku 2016 7 medailí a celkově se umístila na děleném 42. místě. [17]

### Zimní paralympijské hry 2018 (Jižní Korea)

Na zimních paralympijských hrách roku 2018 nezískala česká paralympijská výprava žádnou medaili. Nejlepšího výsledku dosáhli para hokejisté, kteří skončili na 6. místě. [17]

## 2.3 Para hokej

Para hokej je oficiální paralympijskou verzí ledního hokeje. Dříve se používal název sledge hokej podle saní (anglicky sledge), na kterých se para hokej hraje. Roku 2018 byl tento sport přejmenován na para hokej z důvodu sjednocení názvů paralympijských sportů. [21]

### 2.3.1 Historie para hokeje

Para hokej vznikl v 60. letech 20. století ve Švédsku. Handicapovaní pacienti ve stockholmském rehabilitačním centru se nechtěli vzdát možnosti hrát hokej, proto si sestavili speciální saně a místo hokejek používali kulaté palice s říditky jízdnicích kol. [22]

I přes prvotní nezájem okolí vznikla roku 1971 první soutěž, která zahrnovala 5 evropských týmů. Roku 1981 vznikl první para hokejový tým ve Velké Británii a rok poté vznikl para hokejový tým v Kanadě. Až roku 1990 vznikl para hokejový tým USA. [22]

Poprvé byl para hokej součástí paralympijských her roku 1994, první zlatou paralympijskou medaili získal tým Švédska a druhou příčku obsadil tým Norska. První mistrovství světa v para hokeji se konalo roku 1996 ve Švédsku a první místo opět obsadil výběr Švédska. [22]

Od roku 2010 je para hokej oficiálně sport, ve kterém mohou být týmy složeny z mužů i žen. Dosud nejvýznamnější ženou para hokeje je Lena Schroeder z Norska, která nastupuje za norský národní tým pravidelně od roku 2018. [22]

## Historie para hokeje v České republice

Zakladatelem para hokeje v České republice je Roman Herink. Herink viděl para hokej poprvé na paralympijských hrách roku 1998. Jako vozíčkáře ho tento sport ihned zaujal a začal přemýšlet, jak tento sport rozjet v České republice. I přes nedostatek vybavení a financí se pustil do konstrukce prvních saní, se kterými se mu podařilo vyjet na led zhruba po roce práce. [22]

Ve stejném roce, tedy 1999, vznikl ve Zlíně i první český para hokejový tým. Česká para hokejová reprezentace vznikla v roce 2002. Za vrchol cílů Romana Herinka lze považovat mistrovství světa 2009, které se tehdy poprvé konalo v České republice. [22]



Obrázek 2-16 Roman Herink [22]

### 2.3.2 Česká para hokejová reprezentace

Jak již bylo uvedeno, česká para hokejová reprezentace vznikla v roce 2002. V roce 2005 se v České republice konalo mistrovství Evropy, kde česká reprezentace obsadila 4. místo. V roce 2006 se konaly zimní paralympijské hry v Itálii, na které se český reprezentační tým nekvalifikoval. Roku 2007 získala česká para hokejová reprezentace 2. místo na mistrovství Evropy v Itálii a o rok později získala druhé místo i na mistrovství světa skupiny B v USA, díky kterému postoupila do skupiny A, ve které mistrovství světa o rok později hostila Česká republika. [22]

Toto mistrovství světa bylo zároveň kvalifikací na paralympijské hry 2010. Čeští para hokejisté na něm vybojovali 5. místo, které poté zopakovali i na zmíněných paralympijských hrách. Stejně umístění zopakovala česká para hokejová reprezentace i na paralympijských hrách 2014. [22]

Roku 2019 se konalo v Ostravě historicky druhé mistrovství světa, které hostila Česká republika. Jedná se doposud o historicky nejúspěšnější šampionát v para hokeji. Celé mistrovství světa navštívilo více než 45 tisíc fanoušků, což překonalo i paralympijské hry nebo jiné zahraniční turnaje. [22]





Obrázek 2-17 Česká para hokejová reprezentace [22]

### Para hokej na mezinárodní úrovni

Na mezinárodní úrovni se reprezentační týmy rozdělují do tří výkonnostních skupin. Tyto skupiny mají vlastní mistrovství světa, které se konají každé dva roky s výjimkou roku, kdy se konají paralympijské hry. V současné době jsou týmy rozděleny do skupin následovně:

#### Skupina A

- USA
- Kanada
- Jižní Korea
- Česká republika
- Norsko
- Itálie
- Slovensko
- Rusko (sankcionováno v souvislosti s dopingovou aférou)

#### Skupina B

- Japonsko
- Švédsko
- Čína (poprvé na MS roku 2018)
- Německo

#### Skupina C

- Polsko
- Velká Británie
- Finsko
- Austrálie (Poprvé na MS roku 2018)

Nejúspěšnějším národním para hokejovým týmem je reprezentační tým USA. Z dosavadních 10 mistrovství světa získala reprezentace USA 4 zlaté medaile a stejný počet zlatých medailí získala i z dosavadních 7 paralympijských her. [22]



Obrázek 2-18 Reprezenční tým USA [22]

### 2.3.3 Česká para hokejová liga

Česká para hokejová liga je jedinou klubovou soutěží v para hokeji v České republice. Nejúspěšnějším týmem je tým SHK LAPP Zlín, který získal ligový titul už šestkrát. Počet klubů v lize není pevně stanoven. Například v sezóně 2014/2015 hrálo českou para hokejovou ligu 10 týmů, z nich dva byly zahraniční. Jednalo se o týmy Vídně (Rakousko) a Dolního Kubína (Slovensko). V současné době má česká para hokejová liga těchto 7 týmů:

- SKV Sharks Karlovy Vary
- HC Sparta Praha sledge hokej
- SHK Mustangové AUTO IN
- HC Sledge Studénka (od sezóny 2020/21 přejmenován na Parahokej Havířov z.s.)
- SHK LAPP Zlín
- SOHO Olomoučtí Kohouti
- Motor Sledge České Budějovice (tým momentálně ligu nehraje, je s ním však počítáno do budoucích let)



Obrázek 2-19 Mapa para hokejových klubů v ČR [22]

V české para hokejové lize smějí nastupovat i zdraví hráči, kteří tak jako handicapovaní hráči používají speciální saně.

#### 2.3.4 Pravidla para hokeje

Pravidla para hokeje jsou téměř shodná s pravidly běžného ledního hokeje. Rozdíly jsou například v délce hrací doby, která u para hokeje činí třikrát 15 minut. Povinností všech hráčů bez ohledu na věk je používání chrániče krku a celo-obličejového krytu na helmě. Drobný rozdíl najdeme i v nedovolených zákrocích, ze kterých logicky mizí faul kolenem, ale nově se zde objevuje „těčko“. Jedná se o najetí do soupeře špičkou saní.

#### Para hokejové vybavení

Para hokej se hraje na speciálních saních, které mají místo skluznic dva nože. K pohybu po ledové ploše používají hráči dvě hokejky, které jsou na koncích opatřeny hroty. Obě hokejky slouží jak k pohybu hráče, tak k vedení puku. Speciální saně a hokejky jsou detailněji popsány v kapitole 4. [21]

Brankář v para hokeji používá také speciální saně, které však mají místo nožů skluznice, které umožňují pohyb do stran. Brankář používá jednu hokejku opatřenou hroty a k pohybu mu dále pomáhají další hroty, které má na lapačce.

Pro mezinárodní zápasy jsou také speciálně upraveny střídačky a trestné lavice. Ty jsou pro para hokej bezbariérové a mají průhledné mantinely. V české para hokejové lize nejsou tyto úpravy zavedeny a hráči tak sedí přímo na hrací ploše před střídačkami, respektive před trestnými lavicemi.

### 3 Handicap

Handicap neboli postižení, je trvalé zdravotní poškození, které může způsobit ztrátu soběstačnosti a samostatnosti člověka. Handicap lze rozdělit podle způsobu vzniku na vrozené a získané. Dále je možné postižení dělit podle typu na tělesné, senzorké (zrakové, sluchové), mentální nebo kombinované. V této práci se budeme věnovat jen tělesnému postižení.

#### 3.1 Tělesné postižení

Tělesné postižení je trvalé snížení pohybové schopnosti člověka. Za tělesné postižení považujeme vady pohybového a nosného aparátu, tedy kostí, kloubů, šlach a svalů a poruchy nervové soustavy, které ovlivňují hybnost člověka. Příčinou získaného tělesného postižení jsou následky úrazů a nemocí. Vrozené tělesné postižení je většinou zapříčiněno dědičností. Tělesné postižení lze rozdělit do následujících skupin:

- Obrny – poruchy centrální nervové soustavy. Nejčastější formou je dětská mozková obrna, které je příčinou až 50 % pohybových poruch. Projevuje se tělesnou neobratností a nerovnoměrným vývojem.
- Deformace – nesprávný tvar části těla. Může vznikat buďto vrozeně (růst), nebo vlivem špatného držení těla. Nejběžnější deformací je špatné zakřivení páteře (skolióza).
- Malformace – špatné vyvinutí různých částí těla.
- Amputace – umělé oddělení končetiny nebo její části od zbytku těla. Nejčastější příčinou jsou úrazy a cévní nebo onkologická onemocnění. [8]

#### Kategorie omezení

Jak již bylo uvedeno, některé sporty nejsou omezeny mírou handicapu a sportovci s různým handicapem soutěží proti sobě. Jedná se zpravidla o sporty, kde se používají speciální pomůcky, které rozdíl mezi jednotlivými handicapami minimalizují. [16]

Jiné sporty vytvářejí pro různě handicapované sportovce různé třídy, ve kterých proti sobě soutěží pouze sportovci s podobným handicapem. Tyto třídy se mohou lišit nejen handicapem, ale i různými kompenzačními pomůckami, které k výkonu daného sportu používají. Mezi tyto sporty patří například sprint, kde se rozděluje celkem 23 tříd. V některých z těchto tříd nepoužívají sportovci žádné kompenzační pomůcky, v některých používají speciální běžecké protězy a v některých používají speciální sportovní vozíky. Speciálním sportem v tomhle ohledu je alpské lyžování, kde se sportovci rozdělují do 3 tříd podle handicapu, ale díky koeficientům, kterými jsou jejich výsledky přepočítávány mohou být srovnáváni napříč třídami. [16]

### **Vliv handicapu na výkon**

Jak bylo výše zmíněno, sportovci ve sprintu se rozdělují do mnoha tříd podle handicapu. V následujícím seznamu jsou uvedeny světové rekordy v několika různých třídách pro sprint mužů na 100 m. Pro porovnání, světový rekord zdravého sportovce na tuto vzdálenost činí 9,58 s.

- Třída T33 – porucha koordinace, vozíčkář – 16,46 s
- Třída T37 – porucha koordinace, stojící – 11,42 s
- Třída T44 – poškození dolní končetiny, stojící – 11,00 s
- Třída T46 – poškození horních končetin – 10,42 s
- Třída T53 – poškození dolních končetin, vozíčkář – 14,10 s
- Třída T62 – poškození dolních končetin, stojící (protézy) - 10,54 s [16]

## **3.2 Kompenzační pomůcky**

Kompenzační pomůcky jsou nástroje, které pomáhají handicapovaným osobám provádět aspoň část běžných činností. Kompenzační pomůcky pro tělesně postižené jsou zaměřeny zejména na pohybové, každodenní a volnočasové činnosti.

### **Kompenzační pomůcky pro pohybové činnosti**

Kompenzační pomůcky pro pohybové činnosti umožňují nebo usnadňují handicapovaným osobám pohyb. Mezi tyto pomůcky patří:

- Berle a francouzské hole
- Invalidní vozíky (mechanický, elektrický)
- Protézy dolních i horních končetin
- Nájezdové plošiny
- Schodišťové sedačky [23]

### **Kompenzační pomůcky pro každodenní činnosti**

Kompenzační pomůcky pro každodenní činnosti usnadňují handicapovaným osobám běžné činnosti. Tyto pomůcky jim navíc mohou pomoci udržet alespoň část soukromí. Mezi tyto pomůcky patří:

- Sedadla (např. ve sprše)
- Madla
- Podavače
- Nazouváky [23]

## Kompenzační pomůcky pro volnočasové aktivity

Kompenzační pomůcky pro volnočasové aktivity umožňují handicapovaným osobám vykonávat volnočasové aktivity jako je sport. Mezi tyto pomůcky patří:

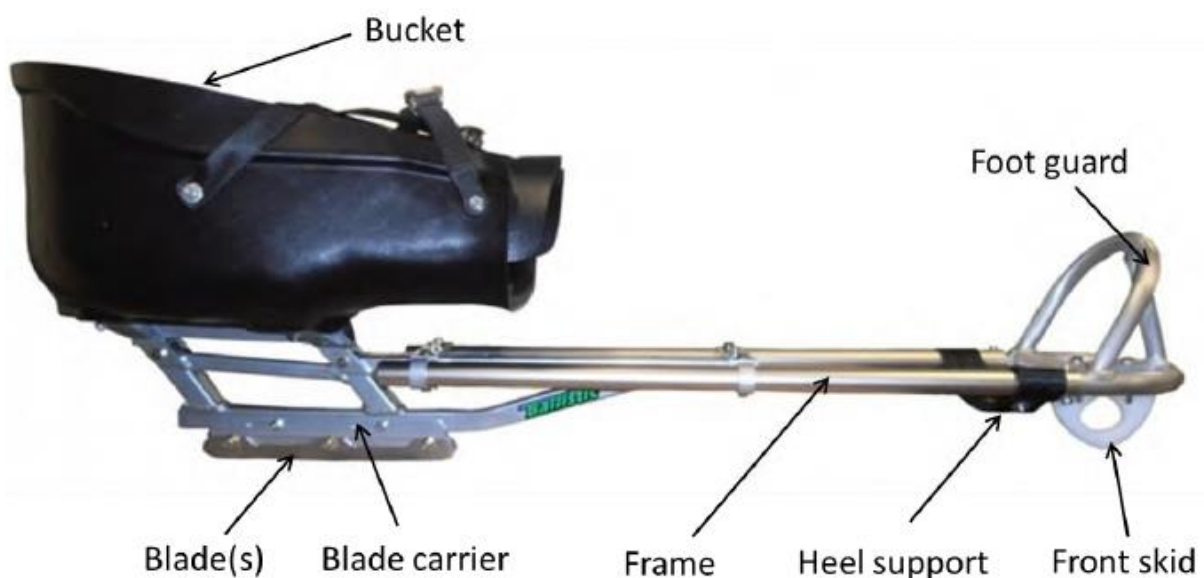
- Handbike
- Monoski
- Speciální saně
- Speciálně upravené vozíky
- Speciální protézy [23]

## 4 Příslušenství a výbava hráčů para hokeje

V této kapitole je popsáno vybavení para hokejistů, které se liší od vybavení hráčů běžného ledního hokeje. Vzhledem k tomu, že se v této práci řeší pouze hráči v poli, nebude v této kapitole zmíněno vybavení brankářů.

### 4.1 Saně

Saně, z angličtiny pojmenované „sledge“ jsou hlavní částí vybavení para hokejistů. Hráči jsou v těchto saních upnuti a pohybují se po jejich nožích. Saně se skládají z rámu, patové podpory, přední skluznice, chrániče chodidel, nožů, jejich nosičů a sedáku. [27]



Obrázek 4-1 Saně [27]

Rám tvoří kostru saní a je tvořen nejčastěji ocelovými trubkami o průměru 1,5 cm až 3 cm. Minimální šířka rámu je 15 cm a maximální je šířka sedáku. Trubky rámu mohou přesahovat zadní část sedáku o maximálně 1 cm. Rám saní je zpevněn příčnými nosíky. Minimální počet těchto příčných nosíků je 1 a maximální 4 s výjimkou oboustranně amputovaných sportovců, u kterých je maximum stanoveno na 2. Povolená výška rámu nad ledem je 8,5 cm až 9,5 cm a minimální délka rámu je 80 cm. [27]

Každé saně mohou mít patovou podporu, na které mají hráči položené paty. U hráčů s jednostrannou amputací je povolena i obdobná podpora pro pahýl amputované nohy. Obě tyto podpory mohou být maximálně 10 cm široké a musí držet danou končetinu minimálně 3 cm nad ledem. [27]

Každé saně musí mít jednu přední skluznici, která může být maximálně 3 cm od kraje rámu a musí být umístěn v jeho středu. Délka horní strany přední skluznice může být mezi 10 cm a 20 cm, musí být symetrická a minimální výška přední skluznice je 7 cm. Přední skluznice může být tvořena z plastu nebo z materiálu, z kterého je tvořen rám. [27]

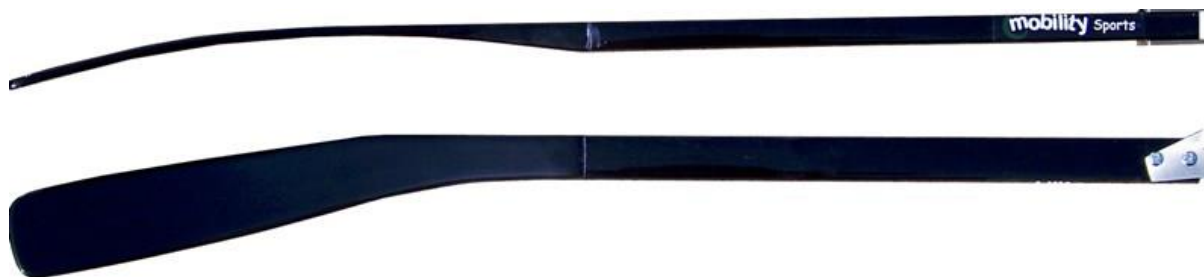
Každé saně mají chránič chodidel tvořený ze stejného materiálu jako rám. Jeho minimální výška je 16 cm s výjimkou pro oboustranně amputované hráče, u kterých je minimální výška 7,5 cm. [27]

Součástí každých saní musí být 2 nože, které jsou rovnoběžně uloženy pod sedákem. Minimální vzdálenost mezi noži není stanovena a maximální vzdálenost je šířka sedáku. Povolena délka nožů je mezi 16 cm a 32 cm, přičemž nože nesmí přesahovat jejich nosič o více než 1 cm na každé straně. [27]

Největší částí saní je sedák tvořený z plastu, jehož součástí jsou i upínací popruhy. Pomocí těchto popruhů se hráč upíná do saní spolu s chráničem, který chrání horní části jeho dolních končetin. Sedák musí být umístěn na rámu ve výšce maximálně 20 cm nad ledem. [27]

## 4.2 Hokejky

Druhou důležitou částí vybavení para hokejistů jsou hokejky. Hráči používají 2 hokejky, které mají na jedné straně hroty umožňující pohyb hráčů a na druhé straně opačně zahnuté čepele sloužící k ovládní puku jak levou, tak pravou rukou. [27]



Obrázek 4-2 Para hokejové hokejky [16]

Maximální délka celé hokejky je 100 cm, přičemž maximální délka čepele je 32 cm. Maximální šířka čepele je 7,5 cm a maximální hloubka v zahnutí je 1,5 cm. Mimo ovládní puku slouží čepele hokejek k jejich uchopení při pohybu hráče. [27]

Na konci každé hokejky jsou hroty, které umožňují hráčům pohyb po ledové ploše. Tyto hroty jsou součástí ocelové destičky na konci hole. Na konci každé hole jsou 2 destičky s minimálně 3 hroty na každé z nich. Minimální šířka těchto destiček je 3,2 cm. Konce hrotů mohou být od konce hokejky vzdáleny maximálně 1 cm a od konce ocelové destičky maximálně 4 mm. [27]

### 4.3 Ostatní části výstroje odlišné od běžného ledního hokeje

Hráči sedící na saních nepoužívají brusle, ale jen jejich část, s výjimkou oboustranně amputovaných hráčů. Konkrétně se jedná o samotnou botu, ze které jsou sundány nože. Tyto boty se používají z bezpečnostních důvodů, neboť chrání chodidla více než běžná obuv. Hráči s amputovanými částmi nohou poté používají speciální chrániče pahýlů. [27]

Dalšími povinnými částmi výbavy para hokejistů jsou nákrčník a celo-obličejový kryt, který je součástí helmy. U běžného ledního hokeje jsou tyto části výbavy povinné pouze v mládežnických a juniorských soutěžích. [27]

## 5 Měřicí přístroj CAPTIV

CAPTIV je přístroj pro měření zatížení a pohybů osob od francouzské společnosti TEA Ergo. Tento přístroj používá různé druhy bezdrátových senzorů, které budou představeny níže. Tyto senzory spolupracují s počítačovým SW, který zaznamenává data ve formě virtuálního modelu člověka. Z tohoto modelu lze pak data analyzovat a vyhodnocovat. Virtuální model je možné propojit s videozáznamem, což vede k větší názornosti. [13]



Obrázek 5-1 TEA Ergo logo [13]



## 5.1 Senzory přístroje CAPTIV

V této kapitole jsou popsány jednotlivé měřicí senzory přístroje CAPTIV.

### T-Sens Heart Rate

Senzory T-Sens Heart Rate měří tepovou frekvenci v tepech za minutu. Umisťují se na pás, který se upíná na hrudník v přímém kontaktu s pokožkou sledované osoby. [26]



Obrázek 5-2 T-Sens Heart Rate [26]

### T-Sens ECG

Senzory T-Sens ECG měří signál EKG v mikrovolttech. Podle typu se umisťují buď na pás obdobně jako u senzorů T-Sens Heart Rate nebo pomocí elektrod přímo na hrudník. V obou případech je nutný přímý kontakt s pokožkou sledované osoby. [26]

### T-Sens EMG

Senzory T-Sens EMG měří svalovou aktivitu v mikrovoltech. Pomocí elektrod se umisťují na sledovaný sval v přímém kontaktu s pokožkou sledované osoby. [26]



Obrázek 5-3 T-Sens EMG [26]

### T-Sens Temperature

Senzory T-Sens Temperature měří teplotu pokožky ve stupních Celsia. Umisťují se tak, aby byl tepelný snímač v přímém kontaktu s pokožkou. [26]



Obrázek 5-4 T-Sens Temperature [26]

### T-Sens Respiration

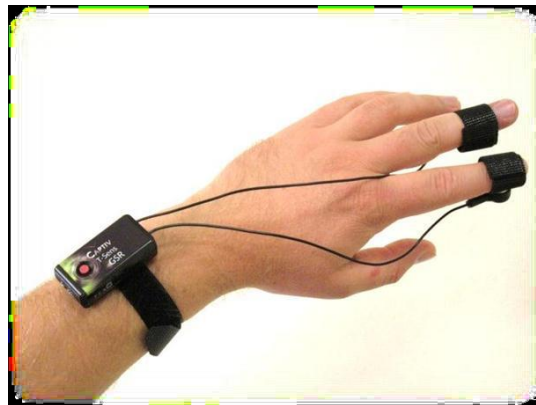
Senzory T-Sens Respiration měří dýchací rytmus pomocí sledování břišních nebo hrudních pohybů. Umisťují se na pás, který se upíná na hrudník nebo na břicho. Přímý kontakt s pokožkou zde není nutný. [26]



Obrázek 5-5 T-Sens Respiration [26]

### T-Sens Skin Conductance

Senzory T-Sens Skin Conductance měří změnu pocení vlivem stresu pomocí měření vodivosti pokožky. Umisťují se na konečky dvou prstů v přímém kontaktu s pokožkou. [26]



Obrázek 5-6 T-Sens Skin Conductance [26]

### T-Sens Motion

Senzory T-Sens Motion zaznamenávají pohyby sledované osoby pomocí měření změn úhlů vůči sobě. Například pokud umístíme senzor na stehno a lýtko, můžeme sledovat pohyby v kolenní kloubě. Senzory se umisťují na pásy, které se upínají na následující místa:

- Hlava
- Paže
- Předloktí
- Ruka (pomocí speciální rukavice)
- Záda nebo hrudník
- Pas nebo bok
- Stehno (nad kolenem)
- Lýtko (nad kotníkem)

- Chodidlo

Pro kompletní analýzu pohybů člověka je potřeba 15 senzorů T-Sens Motion. Přímý kontakt s pokožkou sledované osoby není nutný. [25]



Obrázek 5-7 T-Sens Motion [25]

## 5.2 Aktuálně dostupné senzory sady CAPTIV

Vzhledem k tomu, že pořizovací cena kompletního přístroje CAPTIV je značně vysoká, a že jej lze pořizovat po částech, nebyl v době měření k dispozici kompletní set. Konkrétně byly k dispozici tyto senzory:

- T-Sens Motion 6x
- T-Sens EMG 4x

Dále byl k dispozici kufr sloužící k přepravě a nabíjení, flash disk s licencí k SW potřebného ke zpracování dat a další příslušenství sloužící k připojení sady k počítači a kalibraci senzorů.



Obrázek 5-8 Dostupné části přístroje CAPTIV

### 5.3 Příprava systému CAPTIV

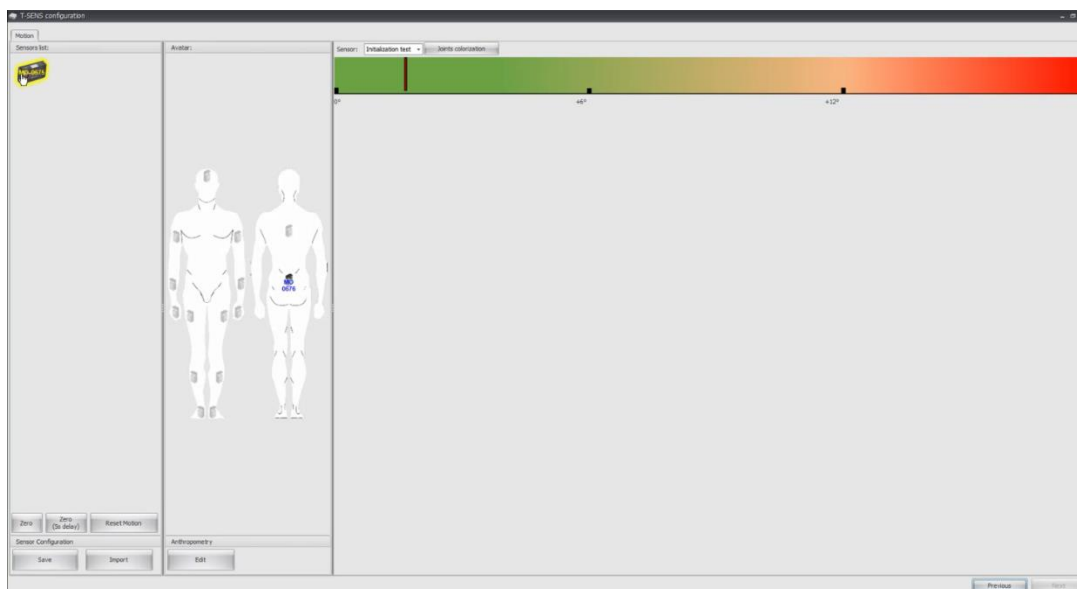
Před začátkem měření je nutné systém zapnout a zkalibrovat. To se provede následujícím způsobem:

- Umístit všechny senzory na rovný povrch orientované stejným směrem s mezerou cca 10 cm mezi senzory. Prostředí musí být bez magnetických vlivů (=žádné magnety, žádný kov).



Obrázek 5-9 Rozložení senzorů pro kalibraci [24]

- Zapnout každý senzor bez toho, aniž by s nimi bylo pohnuto (dokud se nerozsvítí zelená LED dioda).
- Nehýbat senzory po dobu 1 minuty (probíhá inicializace).
- Pomocí SW CAPTIV nalézt všechny zapnuté senzory a jednotlivě je přiřadit na místa, kde je bude mít sledovaná osoba nasazené.
- Dále pomocí SW CAPTIV zkontrolovat, zda jsou senzory orientovány stejným směrem pomocí inicializačního testu. Tento inicializační test vypočítá kumulované rozdíly v orientaci mezi všemi senzory.



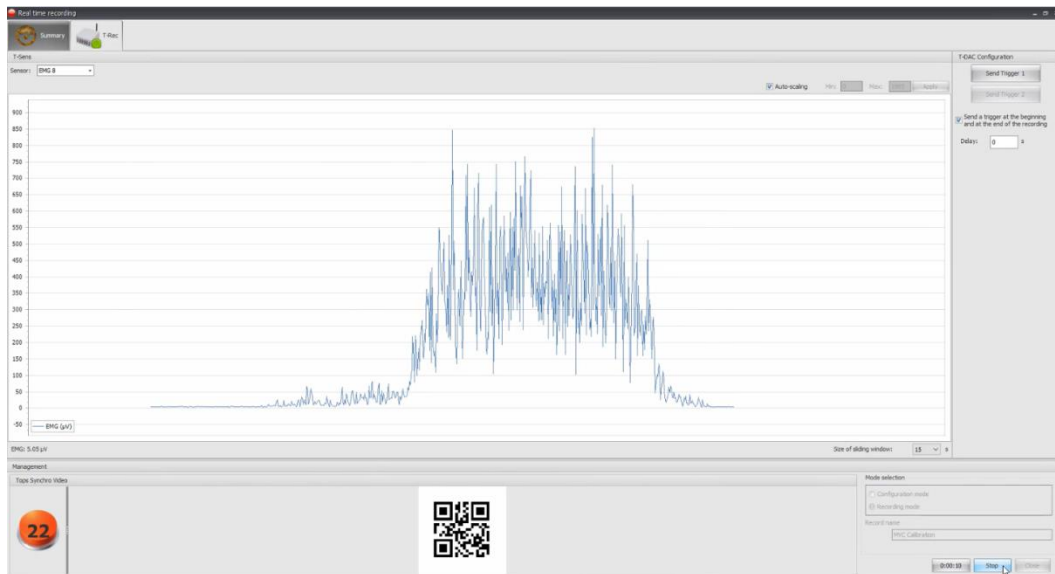
Obrázek 5-10 Přiřazování senzorů

- Pokud jsou senzory vyrovnané pomocí přípravku, musí být výsledek testu v zelené oblasti. Pokud jsou vyrovnané ručně, je přípustná oranžová oblast. Pokud se výsledek dostane na  $12^\circ$  a více znamená to, že je prostředí magneticky narušeno. V takovém případě vypnout všechny senzory, přesunout je na jiné místo a začít znovu kalibrovat.
- Nasadit senzory na sledovanou osobu a provést kalibraci. Sledovaná osoba musí být v klidové poloze, která vypadá takto:
  - Vzpřímený postoj
  - Trup rovně
  - Hlavna rovně
  - Dolní končetiny rovnoběžné a rovné (šířka kyčle)
  - Horní končetiny podél těla rovnoběžné s dolními končetinami
  - Dlaně a chodidla rovnoběžné se střední rovinou.
- Po kalibraci se objeví avatar kopírující pohyby sledované osoby v reálném čase. Pomocí něj je vhodné provést kontrolu kalibrace. Poté jsou senzory připraveny k měření. [25]



Obrázek 5-11 Avatar

- V případě EMG senzorů se neprovádí zmíněná kalibrace ani přiřazování senzorů na určitá místa. Kde byl který senzor umístěn je nutné si pamatovat.
- Před umístěním EMG senzorů pokožku oholit a vyčistit pro lepší přilnavost elektrod. Vhodné je i další zajištění senzorů například oblepením.
- V případě EMG senzorů se neobjeví avatar, ale křivka, zobrazující svalovou aktivitu. S její pomocí je vhodné provést kontrolu například zatínáním daného svalu. Poté je daný senzor připraven k měření. [24]



Obrázek 5-12 Křivka svalové aktivity

## 6 Zkušební měření

Při první návštěvě na zimním stadionu v Poděbradech, kde trénuje česká para hokejová reprezentace, jsme nejprve představili realizačnímu týmu české para hokejové reprezentace přístroj CAPTIV, v rámci čehož byla domluvena i podoba zkušebního měření.

### 6.1 Umístění senzorů

Prvním krokem zkušebního měření bylo zvolit umístění senzorů. Pro senzory T-Sens EMG byly zvoleny tricepsy a deltové svaly na obou horních končetinách. Při umisťování EMG senzorů nenastal žádný problém.



Obrázek 6-1 Umístění EMG senzoru (zkušební měření)

Pro senzory T-Sens Motion byly vybrány jako sledované části těla lokty, ramena a trup. Senzory tedy byly umístěny na předloktí, na paže, na trup a na pas. Při umisťování senzorů na předloktí, na paže a na trup nenastal žádný problém. Při umisťování senzoru na pas nastal problém, protože hráči sedí v saních, a proto nebylo možné umístit senzor přímo na pas z důvodu jak pohodlí sledovaných hráčů, tak z důvodu rizika poškození senzoru. Vzhledem k tomu, že se hráči pasem vůči saním téměř nepohybují byl tento problém vyřešen přilepením senzoru na zadní stranu saní.



Obrázek 6-2 Umístění Motion senzorů (zkušební měření)

## 6.2 Průběh zkušebního měření

V rámci zkušebního měření byla určena jako měřená trasa šířka zimního stadionu. Tato trasa byla projeta celkem čtyřikrát.

- První průjezd: soupažný odraz, hokejky uchopeny za čepele. Tímto způsobem probíhá běžně pohyb hráčů po ledě.
- Druhý průjezd: střídavý odraz, hokejky uchopeny za čepele. Tímto způsobem se někteří hráči rozjíždějí. Měřeno z důvodu porovnání sil a úhlů vůči prvnímu průjezdu.
- Třetí průjezd: soupažný odraz, hokejky uchopeny pod čepelemi. Tímto způsobem byla simulována alternativa prvního průjezdu s kratšími hokejkami. Měřeno z důvodu porovnání sil a úhlů vůči prvnímu průjezdu.
- Čtvrtý průjezd: střídavý odraz, hokejky uchopeny pod čepelemi. Tímto způsobem, byla simulována alternativa druhého průjezdu s kratšími hokejkami. Měřeno z důvodu porovnání sil a úhlů vůči druhému a třetímu průjezdu.

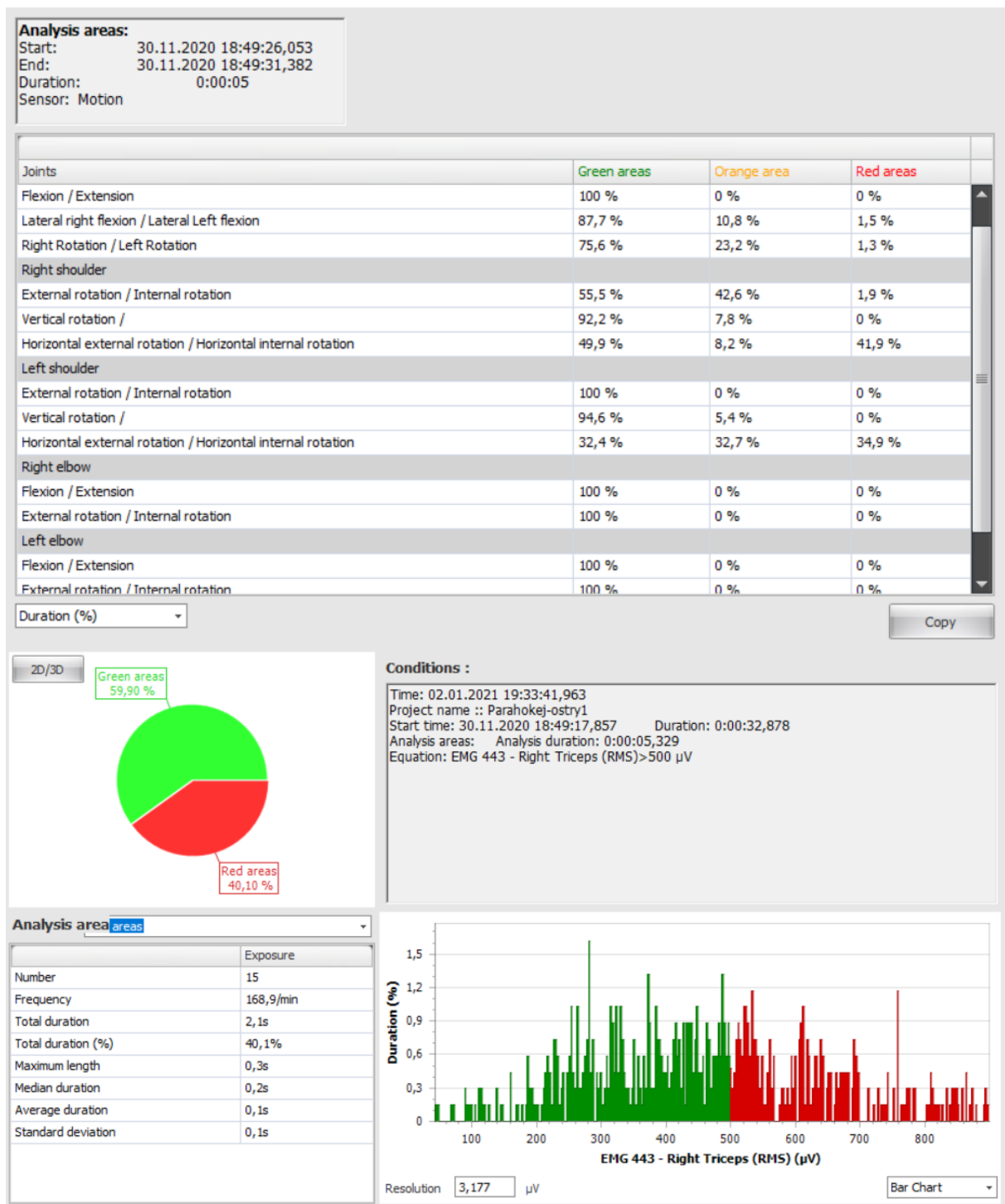
## 6.3 Výsledky zkušebního měření

V této kapitole se nacházejí zpracovaná souhrnná data ze zkušebního měření. Jsou zde zobrazena data ze senzorů T-Sens Motion a ze senzoru T-Sens EMG měřícího zatížení pravého tricepsu. Tato data nebyla dále vyhodnocována, protože měření bylo provedeno pouze na jednom hráči a sloužilo zejména pro identifikaci případných problémů, které mohou při měření nastat, a představení možných výsledků realizačnímu týmu české para hokejové reprezentace. Rozsahy zón pro zobrazení těchto souhrnných dat byly zvoleny čistě intuitivně.



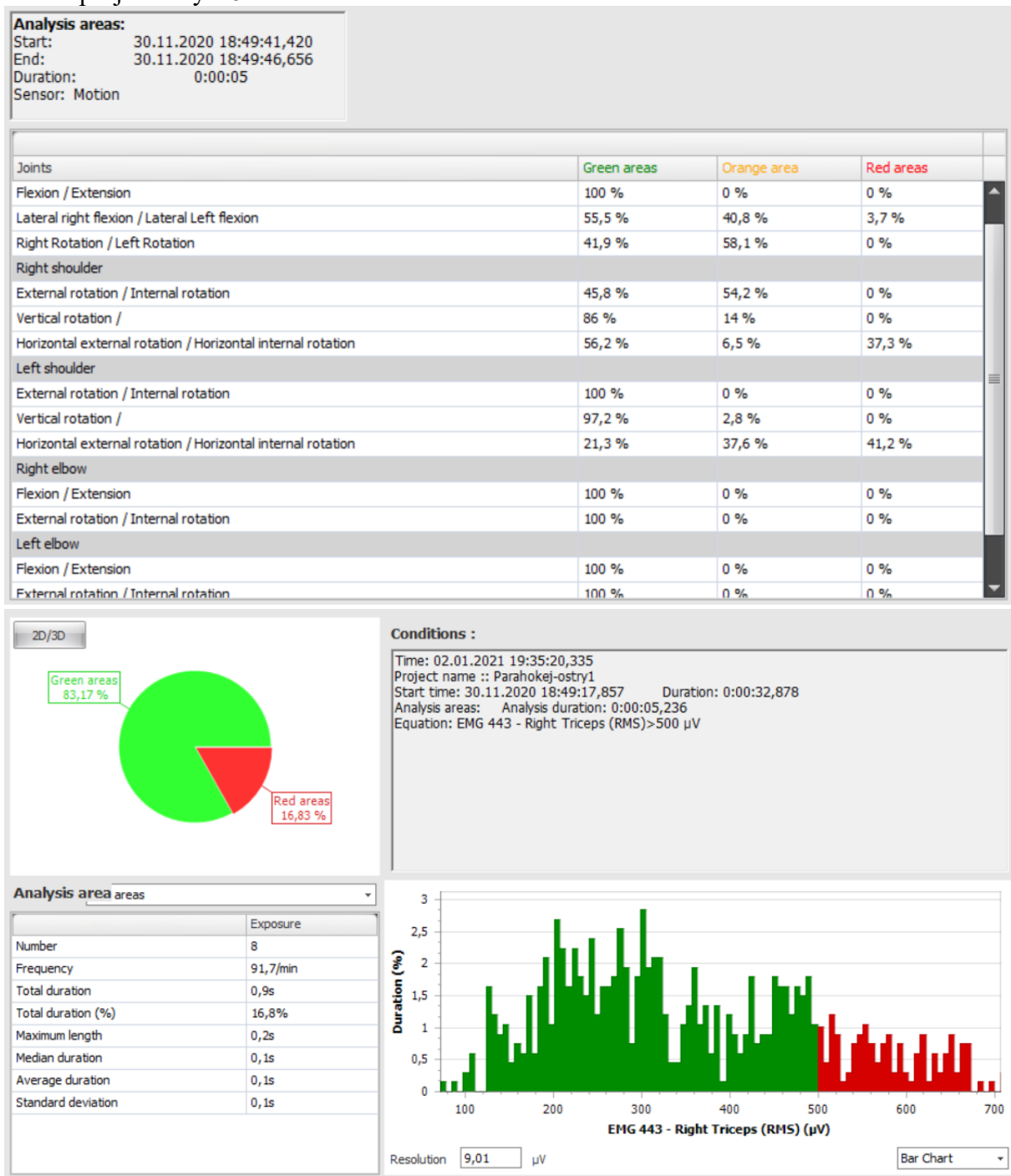
## První průjezd

Zobrazená data byla naměřena při soupažném odrazu s hokejkami uchopenými za čepele. Doba tohoto průjezdu byla 5 s.



## Druhý průjezd

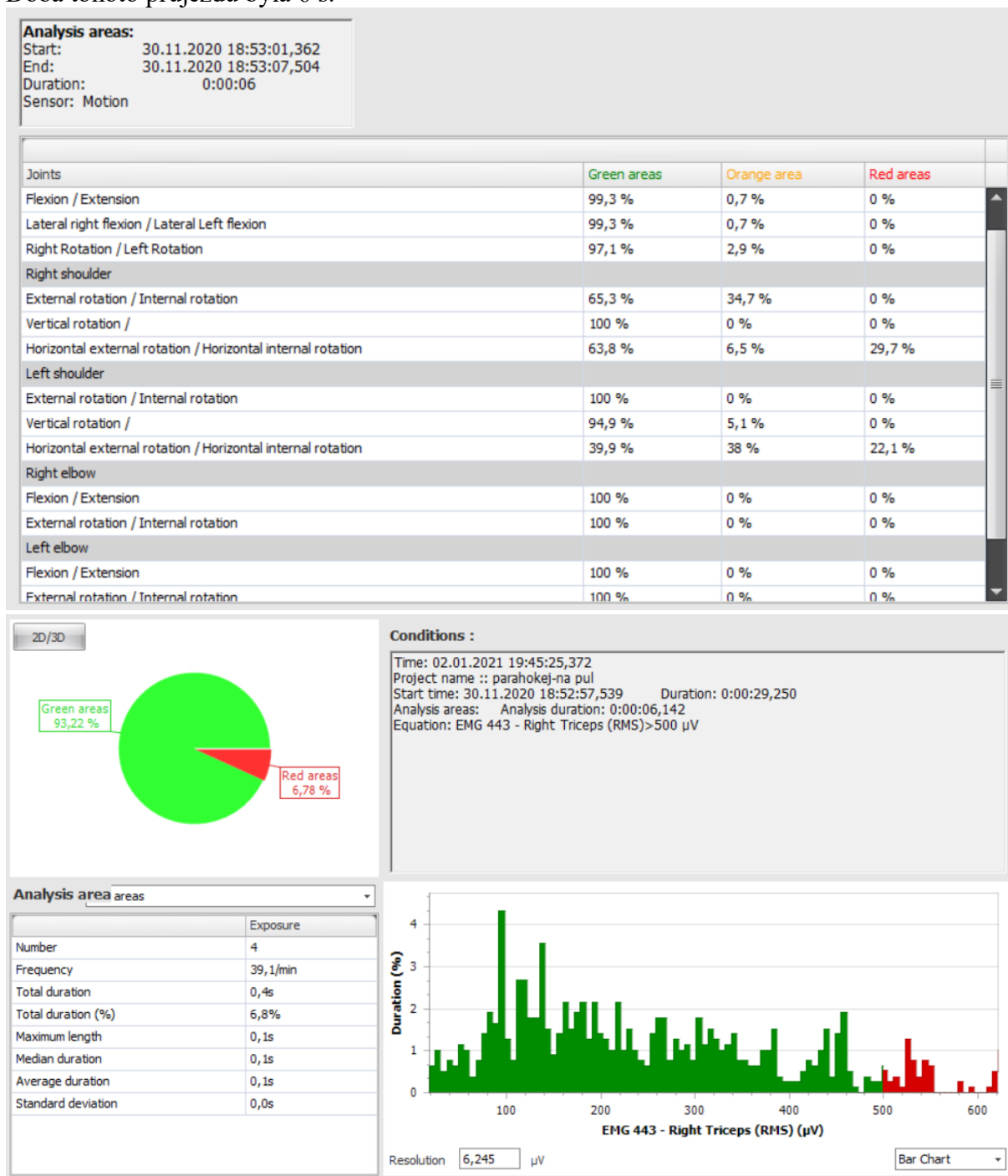
Zobrazená data byla naměřena při střídavém odrazu s hokejkami uchopenými za čepele. Doba tohoto průjezdu byla 5 s.



Obrázek 6-4 Data ze zkušebního měření – druhý průjezd

## Třetí průjezd

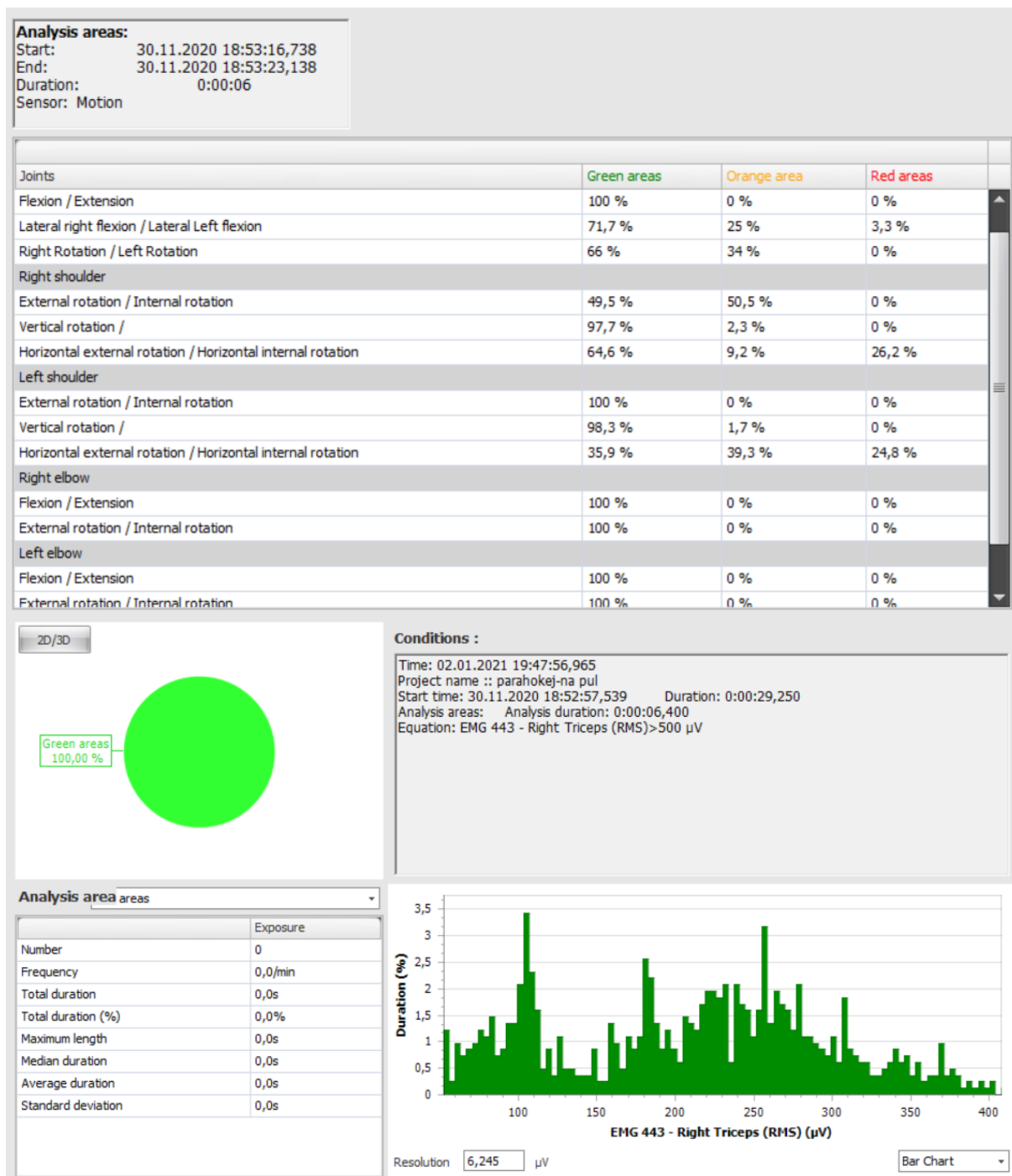
Zobrazená data byla naměřena při soupažném odrazu s hokejkami uchopenými pod čepelemi. Doba tohoto průjezdu byla 6 s.



Obrázek 6-5 Data ze zkušebního měření – třetí průjezd

## Čtvrtý průjezd

Zobrazená data byla naměřena při střídavém odrazu s hokejkami uchopenými pod čepelemi. Doba tohoto průjezdu byla 6 s.



Obrázek 6-6 Data ze zkušební měření – čtvrtý průjezd

## 6.4 Příprava ostrého měření

Po představení těchto souhrnných dat realizačnímu týmu české para hokejové reprezentace byly pro ostré měření stanoveny tyto nové požadavky:

- Porovnání celkového času jízdy s počtem odrazů
- Provéřit závislost síly odrazu na předklonu
- Poměr svalové aktivity v tricepsech a zádových svalech při odrazech
- Porovnání zatížení jednotlivých stran při zatáčení

Některé z těchto požadavků byly stanoveny až po provedení ostrého měření na prvních dvou hráčích, proto u nich nebyly měřeny všechny potřebné průjezdy a některé požadavky u nich nebudou hodnoceny.

Podle těchto požadavků bylo určeno, že bude měřena silová aktivita v zádových svalech a tricepsech a budou sledovány úhly v loktech, ramenou a trupu. Senzory byly tedy umístěny na následující místa.

### Senzory T-Sens EMG

- Pravý triceps
- Levý triceps
- Pravý zádový sval
- Levý zádový sval



Obrázek 6-7 Umístění EMG senzorů (pro ostré měření)

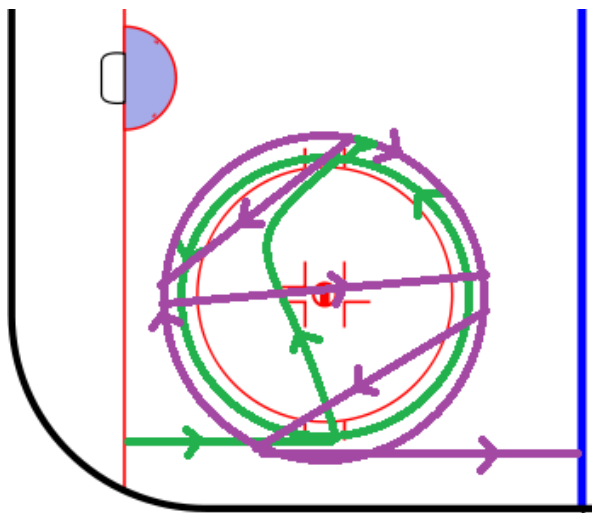
### Senzory T-Sens Motion

- Pravé předloktí
- Levé předloktí
- Pravá paže
- Levá paže
- Záda
- Pas (senzor z bezpečnostních důvodů umístěn na zadní stranu saní)



Obrázek 6-8 Umístění Motion senzorů (pro ostré měření)

Pro ostré měření byla stanovena dráha, kterou všichni hráči projedou a z naměřených dat pak budou získávány hodnoty v konkrétních momentech podle výše zmíněných požadavků. První část dráhy je rovný průjezd mezi brankovou a modrou čarou. Druhá část dráhy je zobrazena na následujícím obrázku.



Obrázek 6-9 Stanovená dráha

Poloha dráhy byla zvolena záměrně, neboť velikost kruhu a vzdálenost mezi brankovou a modrou čarou je na všech zimních stadionech v České republice stejná a je tedy možné výsledky porovnávat s případnými dalšími obdobnými měřeními.

## 7 Ostré měření

V této kapitole jsou představeni anonymizovaní hráči české para hokejové reprezentace a vybraná data získána jejich měřeními. Samotné měření se bohužel neobešlo zcela bez technických potíží, proto mohou některá data chybět. Dat je však dostatečné množství, proto by jejich případná absence neměla mít vliv na výsledek práce.

Data z rovného průjezdu jsou použita pro následující požadavky:

- Porovnání celkového času jízdy s počtem odrazů
- Provéřit závislost předklonu na síle odrazu
- Poměr sil v tricepsch a zádových svalech při odrazech

Data ze stanovené dráhy jsou použita pro následující požadavek:

- Porovnání zatížení jednotlivých stran při zatáčení

### 7.1 Hráč 1

Prvním měřeným hráčem je Hráč 1. Tento hráč patří mezi reprezentační nováčky, jeho handicapem je chybějící levá noha a jeho dominantní ruka je pravá.

#### Data z rovného průjezdu

Data z rovného průjezdu nejsou k dispozici, protože požadavky na rovný průjezd byly stanoveny až po naměření tohoto hráče.

#### Data ze stanovené dráhy

	Úhel (°)		Zatížení (μV)	
	Pravý loket	Levý loket	Pravý triceps	Levý triceps
Zatáčka doprava	78,82	44,46	173,95	360,17
	78,55	62,22	68,38	446,22
	74,09	40,9	256,97	356,49
	41,58	31,34	37,3	317,51
	63,04	63,37	39,66	528,6
Průměr	67,216	48,458	115,25	401,80
Poměr zatížení levého tricepsu vůči pravému				3,49

	Úhel (°)		Zatížení (μV)	
	Pravý loket	Levý loket	Pravý triceps	Levý triceps
Zatáčka doleva	38,37	31,11	470,27	136,98
	65,01	68,06	479,65	374,82
	77,26	41,55	142,16	36,81
	75,6	44,76	408,83	59,43
	78,28	30,51	386,32	71,19
Průměr	66,904	43,198	377,45	135,85
Poměr zatížení pravého tricepsu vůči levému				2,78

Tabulka 7-1 Hráč 1 – Data ze stanovené dráhy

## Vyhodnocení hráče

U hráče je při zatáčení patrný vliv dominantní ruky. Vliv jednostranného handicapu je vyloučen, neboť hráč má větší hmotnost na pravé straně, přesto je zatížení levé strany poměrově větší.

## 7.2 Hráč 2

Druhým měřeným hráčem je Hráč 2. Tento hráč patří mezi reprezentační nováčky, jeho handicap je chybějící část levé i pravé nohy a jeho dominantní ruka je pravá.

### Data z rovného průjezdu

Data z rovného průjezdu nejsou k dispozici, protože požadavky na rovný průjezd byly stanoveny až po naměření tohoto hráče.

### Data ze stanovené dráhy

	Úhel (°)		Zatížení (μV)	
	Pravý loket	Levý loket	Pravý triceps	Levý triceps
Zatáčka doprava	62,2	39,14	125,12	264,54
	64,08	45,7	206,7	564,83
	19,44	30,44	24,96	203,17
	52,06	36,77	50,08	186,16
	62,67	43,85	85,95	464,71
Průměr	52,09	39,18	98,56	336,68
Poměr zatížení levého tricepsu vůči pravému				3,42

	Úhel (°)		Zatížení (μV)	
	Pravý loket	Levý loket	Pravý triceps	Levý triceps
Zatáčka doleva	56,89	49,12	382,18	182,67
	14,62	57,21	61,13	13,24
	50,18	56,27	262,87	41,07
	50,86	59,5	142,01	207,09
	46,32	44,87	Chybějící data	120,02
Průměr	43,774	53,394	212,05	112,82
Poměr zatížení pravého tricepsu vůči levému				1,88

Tabulka 7-2 Hráč 2 – Data ze stanovené dráhy

## Vyhodnocení hráče

U hráče je při zatáčení patrný vliv dominantní ruky jako u předchozího hráče.



### 7.3 Hráč 3

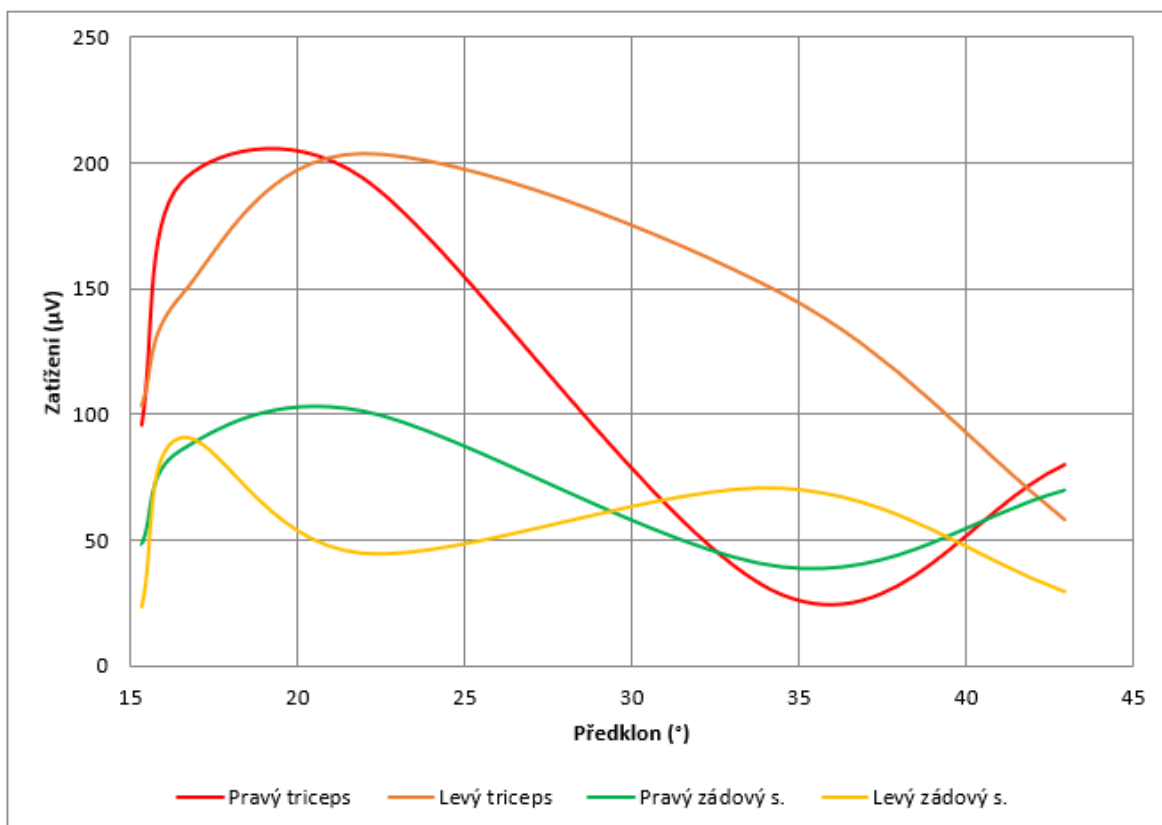
Třetím měřeným hráčem je Hráč 3. Tento hráč patří mezi reprezentační nováčky, jeho handicap je chybějící část levé i pravé nohy a jeho dominantní ruka je pravá.

#### Data z rovného průjezdu

Čas průjezdu: 4,7 s

Počet odrazů: 8

Předklon (°)	Zatížení (μV)				Zatížení tricepsů vůči zádovým svalům
	Pravý triceps	Levý triceps	Pravý zádový s.	Levý zádový s.	
15,32	95,97	103,59	48,33	23,65	2,77
16,49	192,16	147,05	85,84	90,98	1,92
21,94	194,2	203,44	101,41	44,96	2,72
34,48	28,6	148,13	39,64	70,91	1,60
42,96	80,22	58,49	70,02	29,68	1,39
Průměrný poměr zatížení tricepsů vůči zádovým svalům:					2,08



Tabulka 7-3 Hráč 3 – Data z rovného průjezdu

### Data ze stanovené dráhy

	Úhel (°)		Zatížení (μV)	
	Pravý loket	Levý loket	Pravý triceps	Levý triceps
Zatáčka doprava	30,78	67,39	25,8	263,4
	29,51	19,92	39,1	173,44
	28,32	56,22	76,42	398,69
	10	45,25	76,34	354,34
	36,33	53,84	21,47	61,26
Průměr	26,988	48,524	47,83	250,23
Poměr zařžení levého tricepsu vůči pravému				5,23

	Úhel (°)		Zatížení (μV)	
	Pravý loket	Levý loket	Pravý triceps	Levý triceps
Zatáčka doleva	14,56	23,22	145,1	85,5
	11,25	42,43	116,28	41,83
	21,57	10,67	105,31	50,82
	11,71	60,18	220,24	147,15
	14,61	47,53	112,61	20,99
Průměr	14,74	36,806	139,91	69,26
Poměr zatížení pravého tricepsu vůči levému				2,02

Tabulka 7-4 Hráč 3 – Data ze stanovené dráhy

### Vyhodnocení hráče

U hráče je patrný klesající trend svalové aktivity s rostoucím předklonem. Poměr svalové aktivity jeho tricepsů vůči zádoovým svalům je 67,5 %: 32,5 %. Při zatáčení je zde patrný vliv dominantní ruky jako u předchozích hráčů.

## 7.4 Hráč 4

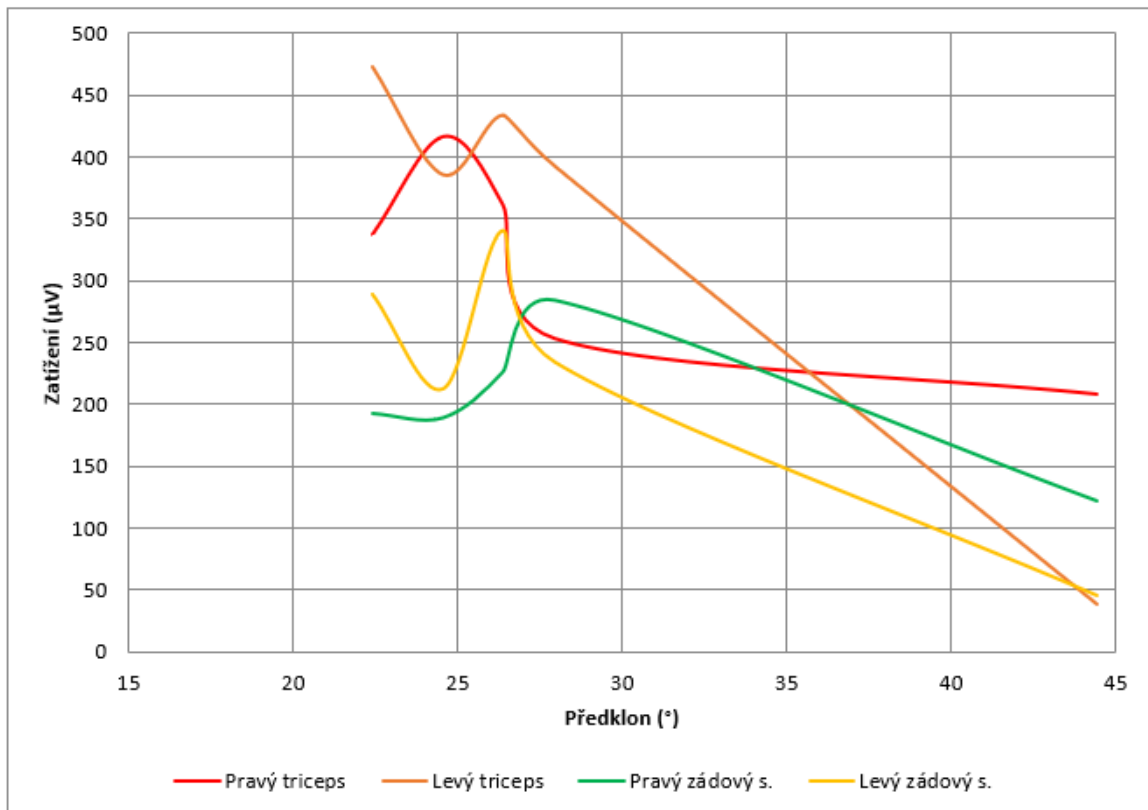
Čtvrtým měřeným hráčem je Hráč 4. Tento hráč patří mezi reprezentační nováčky, jeho handicap je chybějící levá noha a jeho dominantní ruka je pravá.

### Data z rovného průjezdu

Čas průjezdu: 4,5 s

Počet odrazů: 8

Předklon (°)	Zatížení (μV)				Zatížení tricepsů vůči zádovým svalům	
	Pravý triceps	Levý triceps	Pravý zádový s.	Levý zádový s.		
22,42	337,43	472,79	192,92	288,56		1,68
24,57	416,63	385,53	189,48	212,28		2,00
26,38	361,7	433,76	226,2	340		1,40
27,96	253,36	392,59	284,11	233,9		1,25
44,44	208,36	38,55	122,52	45,49		1,47
Průměrný poměr zatížení tricepsů vůči zádovým svalům:						1,56



Tabulka 7-5 Hráč 4 – Data z rovného průjezdu

### Data ze stanovené dráhy

	Úhel (°)		Zatížení (μV)	
	Pravý loket	Levý loket	Pravý triceps	Levý triceps
Zatáčka doprava	47,88	20,88	223,33	366,38
	37,86	20,9	199,37	397,01
	43,07	37,2	100,71	269,13
	49,85	26,05	73,64	288,54
	29,04	12,78	31,67	215,97
Průměr	41,54	23,562	125,74	307,41
Poměr zařížení levého tricepsu vůči pravému				2,44

	Úhel (°)		Zatížení (μV)	
	Pravý loket	Levý loket	Pravý triceps	Levý triceps
Zatáčka doleva	64,25	41,82	459,63	168,86
	34,87	43,71	495,78	372,62
	27,98	21,91	498,97	174,2
	27,79	57,25	270,85	37,3
	35,32	23,1	304,89	285,83
Průměr	38,042	37,558	406,02	207,76
Poměr zatížení pravého tricepsu vůči levému				1,95

Tabulka 7-6 Hráč 4 – Data ze stanovené dráhy

### Vyhodnocení hráče

U hráče je patrný klesající trend svalové aktivity s rostoucím předklonem. Poměr svalové aktivity jeho tricepsů vůči zádovým svalům je 61 %: 39 %. Při zatáčení je zde patrný vliv dominantní ruky jako u předchozích hráčů. Vliv jednostranného handicapu je vyloučen, neboť hráč má větší hmotnost na pravé straně, přesto je zatížení levé strany poměrově větší.

## 7.5 Hráč 5

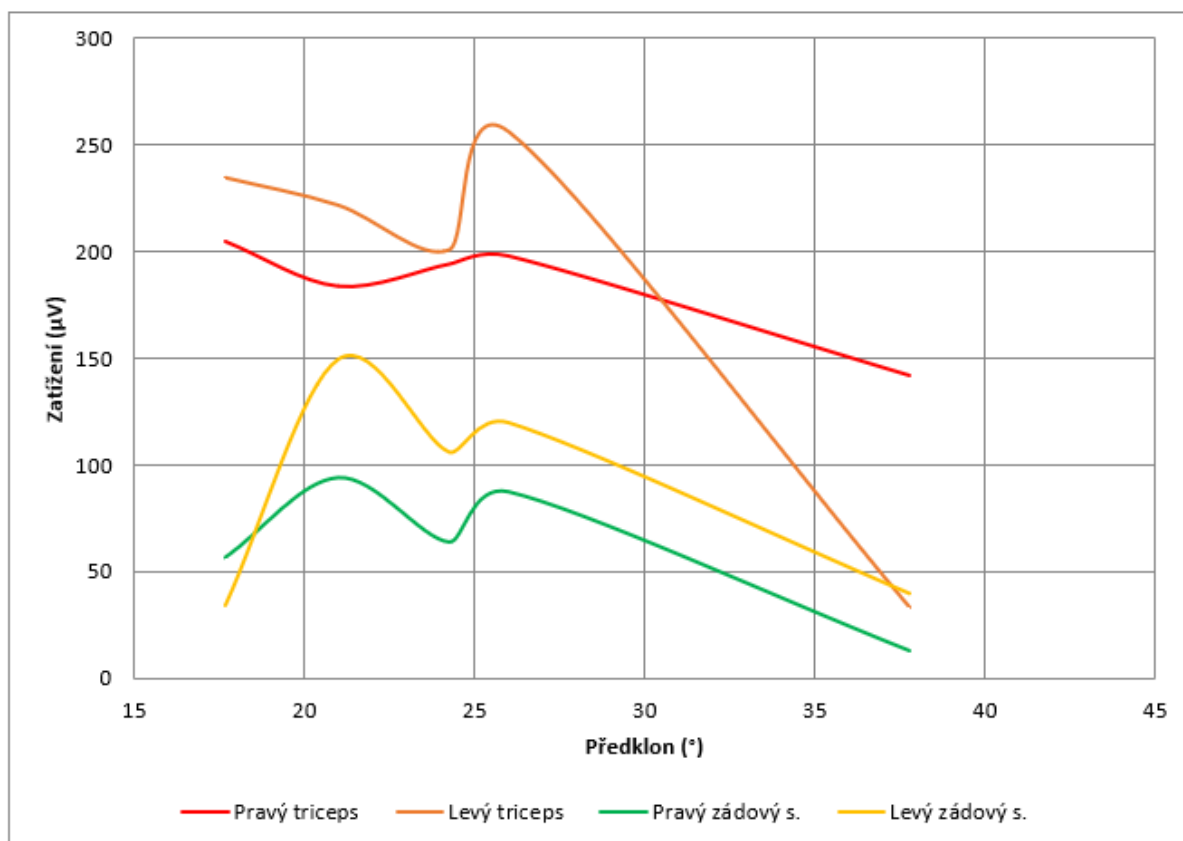
Pátým měřeným hráčem je Hráč 5. Tento hráč patří k reprezentačním hráčům už několik let, jeho handicapem je chybějící část levé i pravé nohy a jeho dominantní ruka je pravá.

### Data z rovného průjezdu

Čas průjezdu: 4,7 s

Počet odrazů: 10

Předklon (°)	Zatížení (μV)				Zatížení tricepsů vůči zádovým svalům
	Pravý triceps	Levý triceps	Pravý zádový s.	Levý zádový s.	
17,7	204,76	234,39	56,68	34,3	4,83
21,01	183,72	221,52	94,24	149,44	1,66
24,27	194,1	200,67	63,96	106,02	2,32
26,01	197,91	255,9	87,59	119,81	2,19
37,77	141,78	33,53	12,87	39,88	3,32
Průměrný poměr zatížení tricepsů vůči zádovým svalům:					2,86



Tabulka 7-7 Hráč 5 – Data z rovného průjezdu

### Data ze stanovené dráhy

	Úhel (°)		Zatížení (μV)	
	Pravý loket	Levý loket	Pravý triceps	Levý triceps
Zatáčka doprava	27,19	11,54	78,46	221,08
	37,1	24,53	86,82	187,41
	50,32	4,2	78,1	247,03
	38,11	34,11	128,34	318,01
	30,72	5,84	118,8	235,38
Průměr	36,69	16,04	98,10	241,78
Poměr zatížení levého tricepsu vůči pravému				2,46

	Úhel (°)		Zatížení (μV)	
	Pravý loket	Levý loket	Pravý triceps	Levý triceps
Zatáčka doleva	34,49	31,41	185,26	64,78
	39,67	53,18	250,44	141,14
	27,63	21,26	251,23	169,96
	37,15	47,89	241,13	123,58
	23,7	47,93	228,55	102,45
Průměr	32,53	40,33	231,32	120,38
Poměr zatížení pravého tricepsu vůči levému				1,92

Tabulka 7-8 Hráč 5 – Data ze stanovené dráhy

### Vyhodnocení hráče

U hráče je patrný klesající trend svalové aktivity s rostoucím předklonem. Poměr svalové aktivity jeho tricepsů vůči zádovým svalům je 74 %: 26 %. Při zatáčení je zde patrný vliv dominantní ruky jako u předchozích hráčů.

## 7.6 Hráč 6

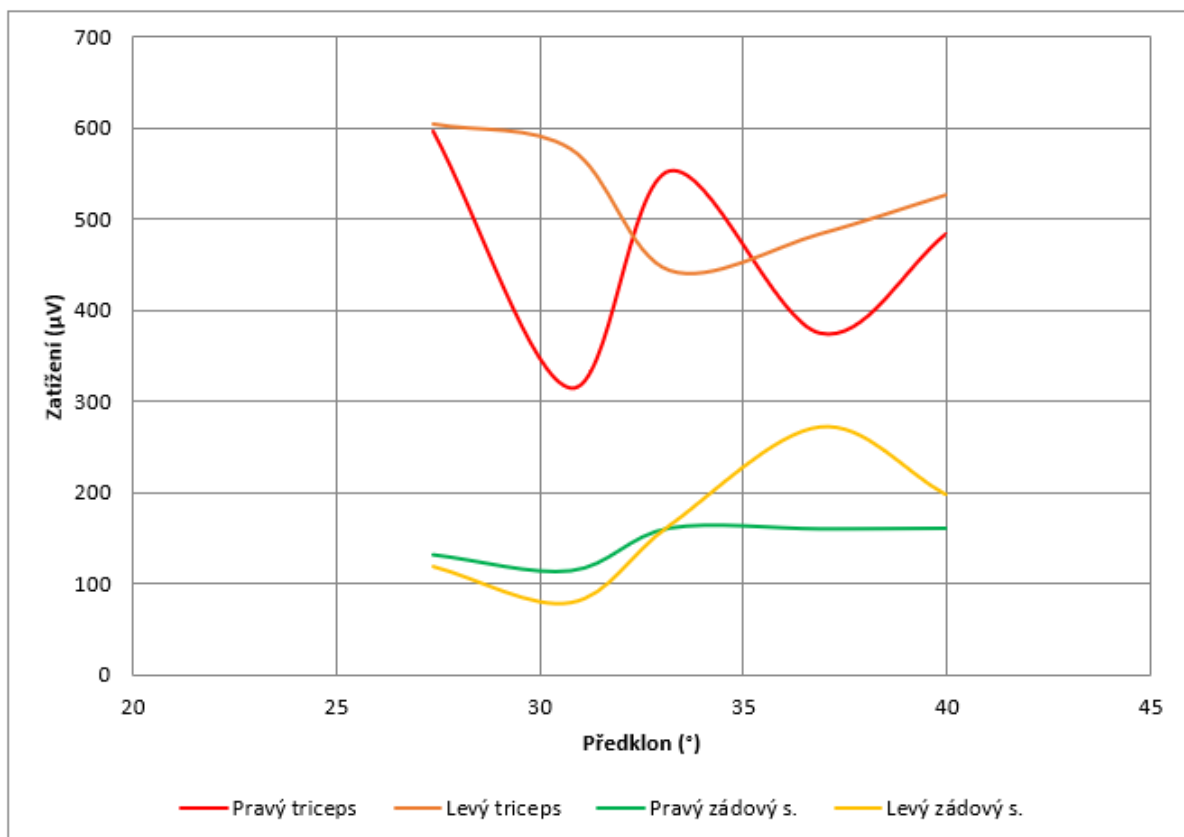
Šestým měřeným hráčem je Hráč 6. Tento hráč patří k reprezentačním hráčům už několik let, jeho handicapem je prodělaná dětská mozková obrna a jeho dominantní ruka je levá.

### Data z rovného průjezdu

Čas průjezdu: 5 s

Počet odrazů: 8

Předklon (°)	Zatížení (μV)				Zatížení tricepsů vůči zádovým svalům	
	Pravý triceps	Levý triceps	Pravý zádový s.	Levý zádový s.	vůči	zádovým svalům
27,37	596,12	605,41	132,31	119,36		4,77
30,75	313,9	578,04	115,02	79,72		4,58
33,18	552,52	444,72	161,22	164,59		3,06
36,87	374,29	484,8	160,35	272,63		1,98
39,96	483,07	527,48	160,97	198,42		2,81
Průměrný poměr zatížení tricepsů vůči zádovým svalům:						3,44



Tabulka 7-9 Hráč 6 – Data z rovného průjezdu

### Data ze stanovené dráhy

	Úhel (°)		Zatížení (μV)	
	Pravý loket	Levý loket	Pravý triceps	Levý triceps
Zatáčka doprava	44,57	49,35	208,89	568,96
	38,65	72,17	303,54	647,16
	44,5	64,69	307,49	616,44
	36,41	68,28	216,6	624,11
	35,13	62,53	236,68	573,77
Průměr	39,85	63,40	254,64	606,09
Poměr zařetí levého tricepsu vůči pravému				2,38

	Úhel (°)		Zatížení (μV)	
	Pravý loket	Levý loket	Pravý triceps	Levý triceps
Zatáčka doleva	31,79	54,81	427,4	218,71
	41,85	90,13	491,36	300,16
	49,57	69,24	419,86	287,56
	30,77	15,86	264,28	102,79
	36,86	79,93	419,9	317,28
Průměr	38,17	61,99	404,56	245,30
Poměr zatížení pravého tricepsu vůči levému				1,65

Tabulka 7-10 Hráč 6 – Data ze stanovené dráhy

### Vyhodnocení hráče

U hráče není patrný trend svalové aktivity s rostoucím předklonem. Poměr svalové aktivity jeho tricepsů vůči zádoovým svalům je 77,5 %: 22,5 %. Vliv dominantní ruky u tohoto hráče z důvodu handicapu není patrný.



## 7.7 Hráč 7

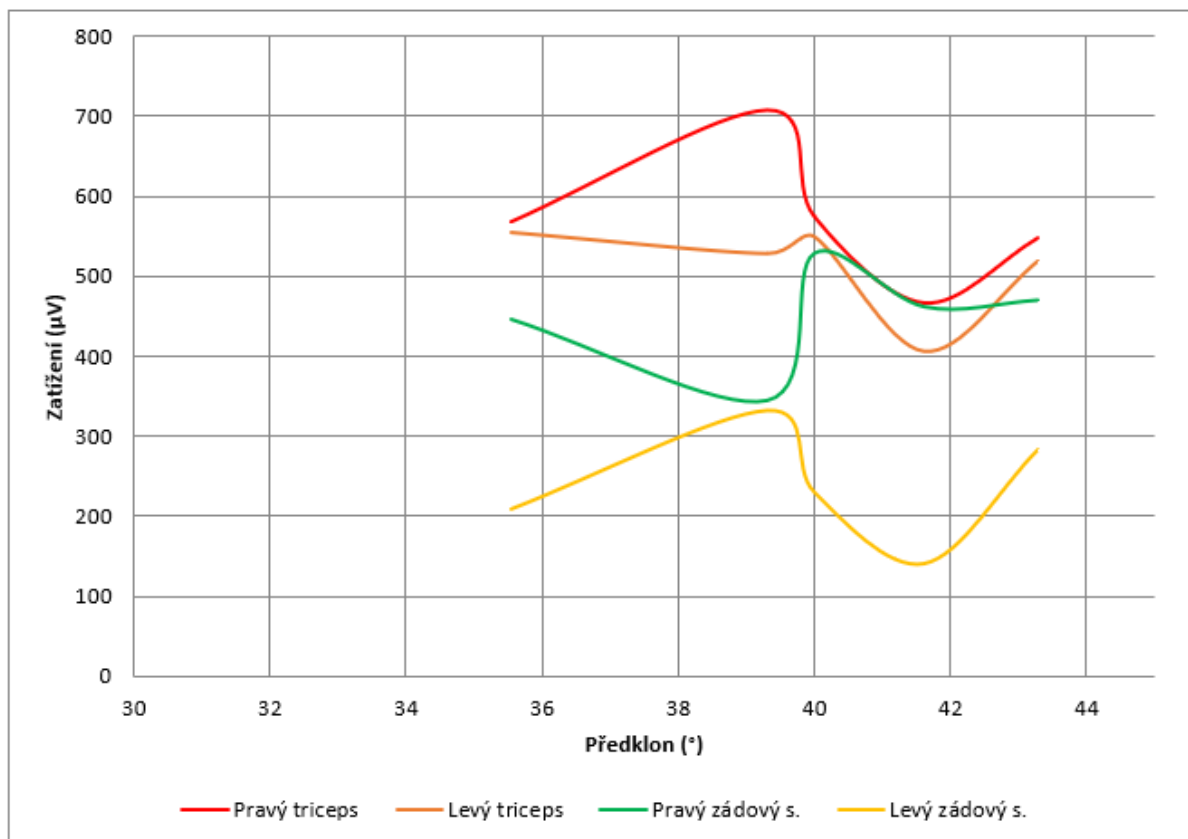
Sedmým měřeným hráčem je Hráč 7. Tento hráč patří k reprezentačním hráčům už několik let, je upoután na invalidní vozík a jeho dominantní ruka je pravá.

### Data z rovného průjezdu

Čas průjezdu: 4,9 s

Počet odrazů: 9

Předklon (°)	Zatížení (μV)				Zatížení tricepsů vůči zádovým svalům	
	Pravý triceps	Levý triceps	Pravý zádový s.	Levý zádový s.	vůči	zádovým svalům
35,54	568,17	554,54	447,09	209,62		1,71
39,3	708,78	528,07	345,66	332,84		1,82
39,99	574,88	549,21	529,5	230,8		1,48
41,6	466,11	405,36	462,83	141,43		1,44
43,27	547,84	518,51	471	283,83		1,41
Průměrný poměr zatížení tricepsů vůči zádovým svalům:						1,57



Tabulka 7-11 Hráč 7– Data z rovného průjezdu

### Data ze stanovené dráhy

	Úhel (°)		Zatížení (μV)	
	Pravý loket	Levý loket	Pravý triceps	Levý triceps
Zatáčka doprava	41,14	33,57	343,47	664,54
	43,68	41,54	482,86	676,84
	45,3	12,75	198,1	469,7
	62,42	17,11	277,15	540,32
	54,57	19,83	295,12	545,92
Průměr	49,42	24,96	319,34	579,46
Poměr zatížení levého tricepsu vůči pravému				1,81

	Úhel (°)		Zatížení (μV)	
	Pravý loket	Levý loket	Pravý triceps	Levý triceps
Zatáčka doleva	44,08	41,27	557,43	385,19
	40,19	39,24	641,54	573,42
	32,78	72,54	502,05	280,81
	53,06	69,57	635,5	487,59
	52,29	52,69	487,83	161,95
Průměr	44,48	55,06	564,87	377,79
Poměr zatížení pravého tricepsu vůči levému				1,50

Tabulka 7-12 Hráč 7 – Data ze stanovené dráhy

### Vyhodnocení hráče

U hráče je částečně patrný klesající trend svalové aktivity s rostoucím předklonem. Poměr svalové aktivity jeho tricepsů vůči zádovým svalům je 61 %: 39 %. Při zatáčení je zde patrný vliv dominantní ruky.

## 7.8 Hráč 8

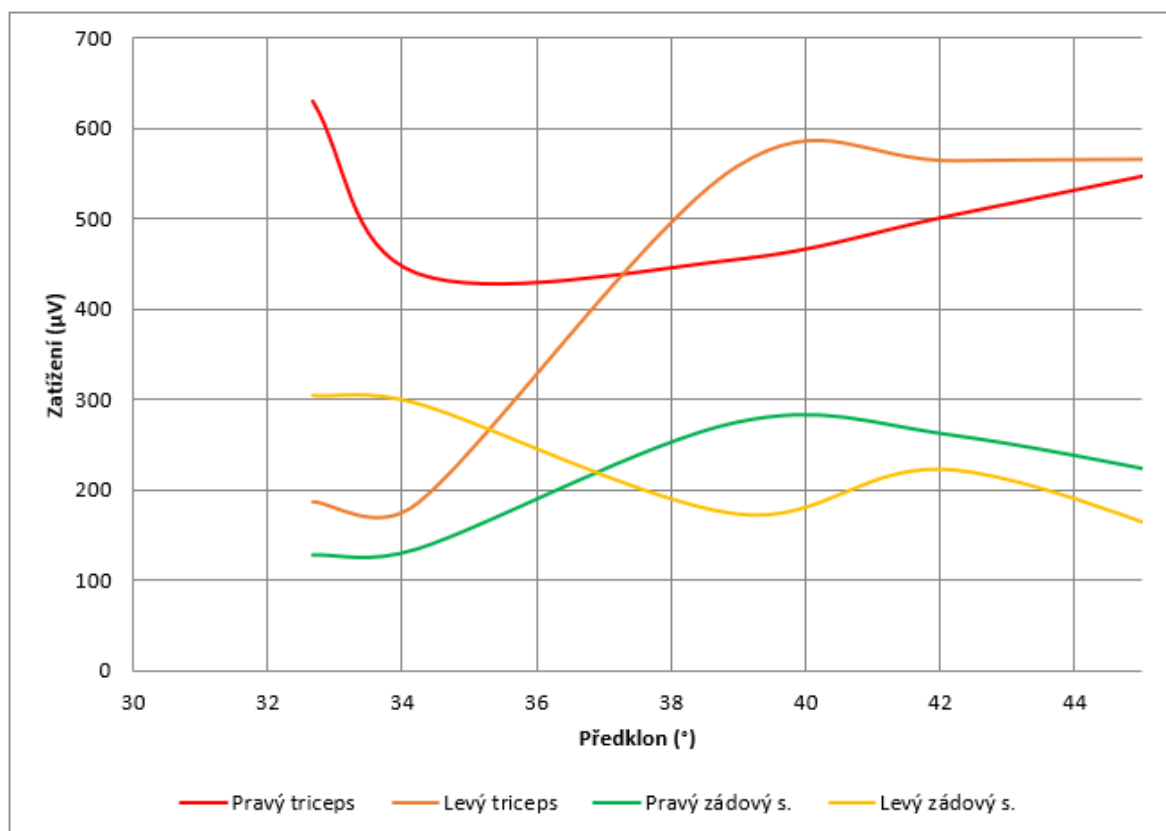
Osmým měřeným hráčem je Hráč 8. Tento hráč je reprezentačním kapitánem, jeho handicap není na pohled patrný a jeho dominantní ruka je pravá.

### Data z rovného průjezdu

Čas průjezdu: 4,2 s

Počet odrazů: 10

Předklon (°)	Zatížení (μV)				Zatížení tricepsů v <span>ů</span> či z <span>á</span> dov <span>ý</span> m sval <span>ů</span> m	
	Pravý triceps	Levý triceps	Pravý z <span>á</span> dov <span>ý</span> s.	Levý z <span>á</span> dov <span>ý</span> s.	v <span>ů</span> či z <span>á</span> dov <span>ý</span> m sval <span>ů</span> m	
32,67	631,12	187,46	127,89	303,82		1,90
34,22	439,59	185,38	134,44	295,09		1,46
38,96	454,93	556,42	274,31	173,18		2,26
42,25	505,25	563,54	259,51	221,27		2,22
47,35	583,71	565,98	189,73	103,33		3,92
Průměrný poměr zatížení tricepsů v <span>ů</span> či z <span>á</span> dov <span>ý</span> m sval <span>ů</span> m:						2,35



Tabulka 7-13 Hráč 8 – Data z rovného průjezdu

### Data ze stanovené dráhy

	Úhel (°)		Zatížení (μV)	
	Pravý loket	Levý loket	Pravý triceps	Levý triceps
Zatáčka doprava	45,77	53,73	271,61	562,07
	55,81	64,77	147,33	548,5
	47,4	63,33	251,51	572,76
	45,77	53,73	271,61	562,07
	32,21	52,95	406,15	542,37
Průměr	45,39	57,70	269,64	557,55
Poměr zařížení levého tricepsu vůči pravému				2,07

	Úhel (°)		Zatížení (μV)	
	Pravý loket	Levý loket	Pravý triceps	Levý triceps
Zatáčka doleva	41,18	69,67	706,99	527,31
	36,2	17,56	599,29	252,29
	31,72	64,73	704,18	224,32
	29,85	57,23	687,06	264,2
	41,58	37,09	580,97	342,81
Průměr	36,11	49,26	655,70	322,19
Poměr zatížení pravého tricepsu vůči levému				2,04

Tabulka 7-14 Hráč 8 – Data ze stanovené dráhy

### Vyhodnocení hráče

U hráče není patrný trend svalové aktivity s rostoucím předklonem. Poměr svalové aktivity jeho tricepsů vůči zádovým svalům je 70 %: 30 %. Vliv dominantní ruky u tohoto hráče není patrný, neboť jako jeden z mála hráčů v České republice umí používat obě ruce téměř stejně.

## 8 Vyhodnocení ostrého měření

V této kapitole se nachází souhrnné vyhodnocení požadavků zmíněných v kapitole 6.4.

### Porovnání celkového času jízdy s počtem odrazů

Z následující tabulky je částečně patrný trend klesajícího času průjezdů s rostoucím počtem odrazů. Hráči by tedy měli být vedeni k používání většího množství kratších odrazů při jízdě na krátkou vzdálenost.

Počet odrazů	Čas průjezdu (s)
8	5
8	4,7
8	4,5
9	4,9
10	4,7
10	4,2

Tabulka 8-1 Závislost času průjezdu na počtu odrazů

### Provéřit závislost síly odrazu na předklonu

Z grafů v kapitole 7 je patrný klesající trend svalové aktivity s rostoucím předklonem, nebo z nich není patrný žádný trend. Tento trend je patrnější u tricepsů. Vliv tohoto trendu lze chápat tak, že s rostoucím předklonem se svalová aktivita rozloží do dalších svalů, jako například do břišních svalů, u některých hráčů i do svalů dolních končetin. Hráči by proto měli být vedeni k jízdě v předklonu. Vhodná hloubka předklonu je však u hráčů individuální.

### Poměr svalové aktivity v tricepsech a zádových svalech při odrazech

Z dat získaných z rovných průjezdů uvedených v kapitole 7 bylo zjištěno, že poměr mezi svalovou aktivitou tricepsů a zádových svalů se pohybuje mezi 60 %: 40 % a 77,5 %: 22,5 %. Tato statistika je spíše informativní, ale v kombinaci s poznatkem o závislosti síly odrazu na předklonu z ní lze vyvodit, že je vhodné, aby hráči posilovali celé tělo a nezaměřovali se jen na horní končetiny.

### Porovnání zatížení jednotlivých stran při zatáčení

Z dat získaných z průjezdů stanovené dráhy uvedených v kapitole 7 bylo zjištěno, že při zatáčení má vždy větší svalovou aktivitu vnější horní končetina. Dále bylo zjištěno, že na velikosti tohoto rozdílu je znatelnější vliv dominantní ruky než případný vliv jednostranného handicapu. Tento vliv nebyl patrný u posledního měřeného hráče, který je ze všech měřených hráčů nejzkušenější a umí používat obě ruce téměř stejně. Hráči by tedy měli být vedeni k tomu, využívat více i nedominantní ruku.

## Závěr

Hlavním cílem této diplomové práce bylo získání a následné vyhodnocení informací o zatížení hráčů české para hokejové reprezentace. První kapitola se věnuje vysvětlení pojmu ergonomie, její historii a popisu různých ergonomických metod. Druhá kapitola obsahuje popis jednotlivých paralympijských sportů včetně podrobnějšího popisu para hokeje. Třetí kapitola se zaměřuje na pojem handicap, zejména pak na tělesné postižení a s ním související kompenzační pomůcky. Ve čtvrté kapitole se nachází popis vybavení hráčů para hokeje, které se liší od vybavení hráčů běžného ledního hokeje. Pátá kapitola popisuje přístroj CAPTIV, kterým bylo měření prováděno. Kromě samotných senzorů je zde popsána i příprava přístroje k měření. Šestá kapitola se věnuje zkušebnímu měření, při kterém jsem se seznamoval s fungováním a výstupy přístroje CAPTIV. Data z tohoto měření nebyla vyhodnocována, protože zkušební měření sloužilo pouze k seznámení s přístrojem a odhalení případných problémů, které mohly při měření zatížení hráčů para hokeje nastat. Dále byly v této kapitole stanoveny požadavky na výstupy, umístění senzorů a určení dráhy pro ostré měření. Sedmá kapitola se zaměřuje na ostré měření na osmi hráčích české para hokejové reprezentace. Mezi měřené hráče byli vybráni čtyři reprezentační nováčci a čtyři hráči, kteří již za reprezentační tým hráli v minulosti, včetně kapitána české para hokejové reprezentace. V osmé kapitole se nachází finální vyhodnocení informací získaných z ostrého měření včetně doporučení z nich vyplývajících. Podle těchto doporučení by hráči měli být vedeni k používání většího množství kratších odrazů při jízdě na krátkou vzdálenost, k jízdě v předklonu, k posilování i méně zatěžovaných svalů a k používání obou horních končetin.

## Použité zdroje

- [1] BUREŠ, M. *Tvorba a optimalizace pracoviště*, Plzeň: SmartMotion s.r.o., 2013. ISBN: 978-80-87539-32-3
- [2] CHUNDELA, L. *Ergonomie*, Praha: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05173-3
- [3] MÁČEK, M., RADVANSKÝ, J. a kol. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*, Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-726-2695-3
- [4] SHORROCK, S., WILLIAMS, C., *Human Factors and Ergonomics in Practice*, CRC Press, 2017. ISBN 9781472439253
- [5] HAAS, J. „*Racionalizace pracoviště montáže*“, Plzeň, 2019.
- [6] ČERNÝ, M. „*Ergonomická analýza montážní linky*“, Plzeň, 2020.
- [7] ČERNÍK, T. „*Ergonomická analýza vybraných montážních pracovišť*“, Plzeň, 2020.
- [8] ZELINOVÁ, M. „*Boccia jako sport a volnočasová aktivita u jednotlivců s postižením*“, Plzeň, 2014.
- [9] BUREŠ, M. *Řízení a organizace práce – podklady k přednáškám*
- [10] „*International Ergonomics Association*“, 2020, [Online] <http://www.iea.cc>. [Přístup získán 2.11.2020].
- [11] „*Profim*“, 2020, [Online] [http:// https://www.profim.cz/ergonomie/co-je-to-ergonomie](http://https://www.profim.cz/ergonomie/co-je-to-ergonomie). [Přístup získán 2.11.2020].
- [12] „*WikiSkripa*“, 30.11.2014, [Online] [https://www.wikiskripta.eu/w/Pracovní\\_zátěž](https://www.wikiskripta.eu/w/Pracovní_zátěž) [Přístup získán 19.11.2020].
- [13] „*Wearable Sensing*“, 2018, [Online] <https://wearablesensing.com/products/captiv-motion>. [Přístup získán 23.11.2020].
- [14] „*Snook*“, 2020, [Online] <http://www.ergonomiesite.be/documenten/trekkenduwen/Snook-tabellen.pdf>. [Přístup získán 4.11.2020].
- [15] „*Liberecký deník*“, 14.9.2013, [Online] [https://liberecky.denik.cz/hokej\\_region/juniori-zacha-a-pyrochta-podepsali-profesionalni-smlouvy-s-bilymi-tygry-20130914.html](https://liberecky.denik.cz/hokej_region/juniori-zacha-a-pyrochta-podepsali-profesionalni-smlouvy-s-bilymi-tygry-20130914.html). [Přístup získán 6.11.2020].
- [16] „*Wikipedia*“, 12.10.2020, [Online] [https://en.wikipedia.org/wiki/Paralympic\\_sports](https://en.wikipedia.org/wiki/Paralympic_sports) [Přístup získán 7.11.2020].
- [17] „*Český paralympijský výbor*“, 2020, [Online] <https://paralympic.cz/cpv/cpt/sporty/paralympijske-sporty>. [Přístup získán 8.11.2020].
- [18] „*World Para Athletic*“, 2020, [Online] <https://www.paralympic.org/athletics>. [Přístup získán 8.11.2020].
- [19] „*Česká federace florbalu vozíčkářů*“, 2020, [Online] <https://www.florbalvozickaru.cz>. [Přístup získán 10.11.2020].
- [20] „*Česká paraboxerská asociace*“, 2020, [Online] <http://czechparaboxing.com/cs>. [Přístup získán 10.11.2020].
- [21] „*Český hokej*“, 2020, [Online] <https://www.ceskyhokej.cz/parahokej/o-para-hokeji>. [Přístup získán 11.11.2020].

- [22] „*Český para hokej*“, 2020, [Online] <https://parahockey.cz>. [Přístup získán 11.11.2020].
- [23] „*Wikipedie*“, 30.12.2019, [Online] [https://cs.wikipedia.org/wiki/Kompenzační\\_pomůcka](https://cs.wikipedia.org/wiki/Kompenzační_pomůcka) [Přístup získán 13.11.2020].
- [24] „*Manuál k systému CAPTIV*“, CAPTIV\_Manual\_ENGLISH.pdf
- [25] „*Manuál k systému CAPTIV*“, CAPTIV\_Sensor\_Placement-Motion.pdf
- [26] „*Manuál k systému CAPTIV*“, CAPTIV\_Sensor\_Placement-Emotion-EN-V1.1.pdf
- [27] „*Oficiální pravidla para hokeje*“, WPIH\_Rules 2018-2022.V2.pdf