

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury

ANALÝZA SOMATICKÝCH UKAZATELŮ A SLOŽENÍ TĚLA U ELITNÍCH EVROPSKÝCH  
HÁZENKÁŘŮ: SYSTEMATICKÝ PŘEHLED POZNATKŮ

Diplomová práce  
(bakalářská)

Autor: Nikola Kozumplíková  
tělesná výchova – biologie  
Školitel: Mgr. Aleš Gába, Ph.D.  
Olomouc 2018

**Jméno a příjmení autora:** Nikola Kozumplíková

**Název bakalářské práce:** Analýza somatických ukazatelů a složení těla u elitních evropských házenkářů: systematický přehled poznatků.

**Vedoucí bakalářské práce:** Mgr. Aleš Gába, Ph.D.

**Pracoviště:** Katedra přírodních věd v kinantropologii

**Rok obhajoby bakalářské práce:** 2018

**Abstrakt:** Cílem bakalářské práce bylo na základě systematického přehledu poznatků posoudit odlišnosti v somatických parametrech a tělesném složení u elitních evropských házenkářů. V práci bylo zpracováno celkem 26 studií, v nichž bylo zahrnuto celkem 1 588 házenkářů. Rozdíly byly zaznamenány mezi házenkáři různých soutěží i hráči jednotlivých herních postů. Zatímco pivoti byli nejvyšší, nejtěžší s největším množstvím tukové i svalové hmoty, křídla byla nejmenší a nejlehčí. Mezi brankaři a spojky byly zásadní rozdíly pouze v množství tělesného tuku, kterého měli spojky o 1,8 % méně. Dále bylo zjištěno, že v soutěžích na vyšší úrovni hrají průměrně starší, vyšší a těžší hráči s větším množstvím svalové hmoty.

**Klíčová slova:** házená, tělesné složení, antropometrické parametry, systematický přehled poznatků, herní posty

Souhlasím půjčování bakalářské práce v rámci knihovnických služeb.

**Author's first name and surname:** Nikola Kozumplíková

**Title of the dissertation thesis:** Analysis of somastatic indicators and body composition in elite european handball players: systematic review.

**Supervisor:** Mgr. Aleš Gába, Ph.D.

**Department:** Department of Natural Sciences Kinanthropology

**The year of presentation:** 2018

**Abstrakt:** The aim of thesis was to compare the differences in somatic parameters and body composition within elite european handball players based on systematic review. There were 26 studies, 1 588 handball players involved in this essay. The differences were taken from different european leagues and playing position. Meanwhile the pivots are the tallest, heaviest with the higher amount of fat and muscle mass, the wings appeared to be smallest and considerably lighter. The only signifiant difference comparing goalkeepers and backs occured in thier fat mass. Which backs had 1.8% less than the goalkeepers. These studies also indicated, that players at the most elite leagues are on average older, taller, heavier and with higher amount of muscle mass.

**Keywords:** handball, body composition, anthropopometric parameters, systematic review, playing position

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Touto cestou bych chtěla poděkovat především vedoucímu práce Mgr. Aleši Gábovi, Ph.D. za příkladné odborné vedení, řadu cenných nápadů a věcných připomínek, čas a trpělivost, kterou mi při vzniku této práce věnoval.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Aleše Gáby Ph.D. a uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

v Olomouci dne .....

.....

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Syntéza poznatků</b> .....	<b>9</b>
2.1 Historie .....	9
2.2 Pravidla .....	10
2.3 Sportovní výkon v házené .....	10
2.3.1 Psychické faktory .....	10
2.3.2 Faktor taktiky .....	11
2.3.3. Faktor techniky .....	12
2.3.4 Faktor kondice .....	13
2.3.5 Somatické faktory .....	15
2.4 Metody pro diagnostiku somatických parametrů .....	19
2.4.1 Antropometrické vyšetření .....	19
2.4.2 Hodnocení tělesného složení .....	21
<b>3 Cíle a výzkumné otázky</b> .....	<b>30</b>
3.1 Dílčí cíle .....	30
3.2 Výzkumné otázky .....	30
<b>4 Metodika</b> .....	<b>31</b>
4.1 Kritéria vyhledávání .....	31
4.2 Proces výběru studií .....	32
4.3 Extrakce dat .....	33
4.4 Analýza dat .....	34
<b>5 Výsledky a diskuze</b> .....	<b>35</b>
5.1 Charakteristika zahrnutých studií .....	39
5.2 Antropometrické charakteristiky .....	40
5.2.1 Antropometrické charakteristiky hráčů podle místa jejich působiště .....	40
5.2.2 Antropometrické charakteristiky hráčů podle herních postů .....	46
5.3 Tělesné složení .....	53
5.3.1 Tělesné složení hráčů podle místa jejich působiště .....	53
5.3.2 Tělesné složení hráčů podle herních postů .....	58

<b>6 Závěry</b> .....	<b>61</b>
<b>7 Souhrn</b> .....	<b>62</b>
<b>8 Summary</b> .....	<b>63</b>
<b>9 Referenční seznam</b> .....	<b>64</b>
<b>10 Přílohy</b> .....	<b>71</b>

# 1 Úvod

Házená je týmový míčový sport, který je mezi diváky stále více oblíben. Důvodem je především rychlé přenášení hry a častý fyzický kontakt, nicméně ne vždy tomu tak bylo.

Házená má svůj původ v Dánsku, kde vznikla roku 1898 jako míčová hra v tělesné výchově na gymnáziu. Hra začala být brzy populární a rychle se rozšířila do celé Evropy. V dnešní době je házená olympijským sportem, ve které se konají nejen světové šampionáty, ale i jednotlivá kontinentální mistrovství. České respektive Československé národní týmy dosahovaly úspěchů především v minulosti. Za zmínku stojí především vítězství na mistrovství světa v házené žen roku 1957. Mistry světa se staly i českoslovenští házenkáři, a to roku 1967. Od té doby nejen, že český národní tým nezaznamenal žádné větší úspěchy, ale změnila se i podoba házené.

V dnešní době je házená sport typický nejen častým fyzickým kontaktem se soupeřem, ale i prudkými změnami směru, otočkami a výskoky s odhody míče. Všechny tyto aktivity navíc probíhají v maximální intenzitě, přičemž jsou proloženy časovými úseky, které tráví házenkáři v pomalém běhu nebo stojí. To klade vysoké nároky nejen na fyzickou přípravu házenkáře, ale i na optimální tělesné složení pro daný sport a klíčové antropometrické parametry.

V házené se proti sobě utkávají 2 týmy o 7 hrajících hráčích. Každý z nich má na hřišti svou specifickou roli. Zatímco křídla podstupují sprinterské souboje při zakončování rychlých protiútoků, pivoti svádí fyzické souboje na brankovišti. Spojky patří mezi technicky nejvyspělejší hráče, protože nejen, že organizují a vytvářejí útočné i obranné akce, ale zároveň je i ve většině případů zakončují. Je tedy zřejmé, že jsou kladeny rozdílné nároky na hráče jednotlivých herních postů a to jak po fyzické, tak i po technické stránce. Z tohoto důvodu dochází k dělení házenkářů na jednotlivé posty již v dětském věku a jako hlavní indikátor jsou brány antropometrické parametry.



## 2 Syntéza poznatků

### 2.1 Historie

Házená během historie vznikla nezávisle na sobě v několika zemích, a to v Německu, Dánsku a České republice (Táborský, 2009). Je to tedy sport s tradicí především v Evropě, kde se nacházejí nejlepší týmy světa, což se potvrdilo na mistrovství světa mužů v roce 2013, kdy prvních 10 míst obsadily evropské týmy (Ghobadi, Rajabi, Farzad, Bayati, & Jeffreys, 2013).

Učitel Antonín Krištof založil v Českých zemích roku 1906 hru zvanou národní házená (Táborský, 2009). Ta se od házené liší mnoha pravidly. Zásadním rozdílem je rozdělení hřiště, které se skládá ze tří třetin. V obranné třetině se můžou pohybovat pouze obránci, kdežto v útočné pouze útočníci. Ve střední třetině se potkávají všichni hráči a dochází zde k předání míče od obránce útočnickovi (Tůma & Tkadlec, 2002).

Hra začala být populární a brzy se rozšířila za hranice Českých zemí, a to do Polska, Jugoslávie, na Ukrajinu a Slovensko. V roce 1921 byla pravidla národní házené uznána Mezinárodní federací ženských sportů za oficiální a hra se začala šířit i do Francie, Rakouska a Německa. Tento rozmach byl následně zastaven německou házenou tzv. handballem.

V dnešní době se národní házená hraje pouze na území České republiky, kde je udržována především tradicí. V minulosti však měla zásadní vliv na mezinárodní úspěchy Československa v házené (vítězství na mistrovství světa v házené žen roku 1957 i mužů roku 1967), (Táborský, 2009).

V Německu byl v roce 1919 založen handball. Zakladatelem byl Carl Schelenz. Handball se pravidly podobal dnešní házené, rozdílem byl jen rozměr hřiště (velikost fotbalového hřiště) a počet hráčů (11 hráčů v jednom družstvu). První mistrovství světa v handballu mužů se uskutečnilo v roce 1938 v Berlíně s účastí 10 družstev. Další pokusy o uspořádání mistrovství světa byly zmařeny druhou světovou válkou. Zájem o handball upadl a v dnešní době se hraje pouze na území Německa (Táborský, 2009).

Házená, jak ji známe dnes, vznikla v roce 1898 v Dánsku a jmenovala se Haandbol. Zakladatelem byl učitel na gymnáziu Holger Nielsen. Házená se rychle rozšířila do celé Skandinávie a Německa. První mistrovství světa v házené mužů se konalo v Berlíně roku 1938 a zúčastnila se jej 4 družstva. O 34 let později, tedy roku 1972 se házená stala poprvé součástí Olympijských her (Táborský, 2009).

## 2.2 Pravidla

Házená je týmový míčový sport, jehož cílem je vhodit míč do soupeřovy brány (Tůma & Tkadlec, 2002). Na hřišti o rozměrech 40 × 20 metrů se utkávají proti sobě dva týmy. Tým je tvořen nanejvýš 14 hráči, přičemž na hřiště nastupuje pouze 7 hráčů, kteří jsou rozděleni na jednotlivé posty, a to na brankaře, 2 křídla, 3 spojky a pivota. Základní hrací doba je 60 minut a skládá se ze dvou poločasů. Pokud utkání skončí nerozhodně, následuje prodloužení 2 × 5 minut, popřípadě 7 metrové hody (Konečný, 2016).

V posledních letech došlo k několika změnám pravidel. V roce 2010 byly zavedeny změny především v udělování trestů a komunikaci rozhodčích (Konečný, 2010). V roce 2016 pak byly přidány změny v počtu oddechových časů, ve výměně brankaře za hráče v poli a v ošetřování zraněného hráče (Konečný, 2016). Tyto změny vedly k nárůstu intenzity hry, a tím i ke změně požadavků na herní výkon hráče (Canayer in Póvoas et al., 2012).

## 2.3 Sportovní výkon v házené

Sportovní výkon můžeme chápat jako vymezený systém jednotlivých prvků, které jsou zákonitě uspořádány a propojeny vzájemnými vazbami. Dané prvky mohou být somatického, fyziologického, motorického nebo psychologického charakteru (Dovalil et al., 2002).

Utváření sportovní výkonnosti je dlouhodobý proces, který začíná v dětství a je výsledkem vrozených dispozic, přirozeného vývoje dítěte a sportovního tréninku (Dovalil et al., 2002).

Herní výkon v házené, jakož to v týmovém sportu, je hodnocen především na základě výsledku utkání, důležitou roli hraje i počet získaných a ztracených míčů nebo například procento úspěšných útoků. Týmový výkon je složen z individuálních herních výkonů, které se vzájemně ovlivňují. Jednotlivci vykonávají herní činnosti podle rolí, které jsou jim v týmu přiděleny (Lehner, Novosad, & Neuls, 2001).

Individuální herní výkon je tvořen činnostmi jednotlivce, tedy projevem jeho herních dovedností (Lehner et al., 2001). Výkon se skládá z faktorů psychiky, taktiky, techniky, kondice a somatickými faktorů (Dovalil et al., 2002).

### 2.3.1 Psychické faktory

Psychické faktory mají zásadní význam při podávání jakéhokoliv sportovního výkonu. Je to dáno především náročností soutěžních situací na psychiku hráče (Dovalil et al., 2002).

Házená patří mezi heuristicko-kolektivní sporty (někdy označovány jako anticipační sporty), kde je cílem pohybové aktivity překonání soupeře pomocí spolupráce mezi hráči. Vysoké nároky jsou tak kladeny nejen na tvůrčí schopnosti hráče, ale i na sebranost všech

členů týmu (Vaněk et al., 1983). Vzájemná spolupráce v obranných i útočných akcích je ovlivněna taktikou a jednáním soupeře. Důležitou roli tak hraje pozornost, která musí být rozdělena na několik objektů (míč, soupeř, spoluhráč, rozhodčí a trenér), a schopnost předvídat pohyby a úmysly soupeře (Vaněk et al., 1983). K tomu je zapotřebí hráčská inteligence a schopnost vidět a číst hru (Dovalil et al., 2002). Tato schopnost se projevuje i u brankáře. Jelikož rychlost míče při střelbě je vysoká, musí brankář střelu předvídat, aby ji měl šanci zachytit. Brankař tak zahajuje svůj pohyb těsně před tím, než střelec míč odhodí. Aby určil správně směr letu míče a začal svůj pohyb na správnou stranu, musí přečíst techniku soupeřova hodu. To je možné pouze na základě zkušeností, proto jsou brankáři nejstaršími a nejzkušenějšími hráči v týmu (Rojas, Gutiérrez-Davila, Ortega, Campos, & Párraga, 2012).

Důležitou roli hrají i sociální faktory. Sport rozvíjí kolektivismus a spolupráci. Negativní stránkou sportovců je zvýšená agresivita a sebeprosazování ve srovnání s nesportující populací (Dovalil et al., 2002).

Agresivita je nedílnou součástí házenkářských utkání a hrubé fauly nejsou brány jako rozpor s fair play (Stornes, 2001). V posledních letech dochází k nárůstu agresivity i podvádění v elitní házené. Trenéři berou agresi, jako efektivní výherní strategii a podněcují hráče k násilnému jednání (Stornes & Roland, 2004). Hráče motivují tím, že přidávají negativní vlastnosti jejich soupeři (Stornes, 2001).

Ve sportu je kladen velký důraz na vítězství a překonání ostatních, to podporuje egoistické a sobecké postoje, což se projevuje především v situacích, kdy se rozhoduje o konečném výsledku utkání. Hráči v těchto momentech sahají k agresivním až násilným faulům i za cenu zranění soupeře a argumentují tím, že je to racionální a upřednostňují týmový užitek z faulu před morálními zásadami. Což potvrzuje i výrok házenkáře po zápase, který uvedl, že v házené je úspěch závislý na tom, že celý tým bojuje a dokud tým vyhrává, nikdo se neptá na způsob, jak bylo vítězství dosaženo (Stornes, 2001).

### **2.3.2 Faktor taktiky**

Cílem taktiky je výběr optimálního řešení dané herní situace v souladu s pravidly daného sportu. Taktické záměry lze uskutečnit jen prostřednictvím techniky, která je stabilizovaná a umožňuje hráči pohyb vykonávat automaticky. V konečném jednání se uplatňují i psychické procesy, které rozhodují o výběru řešení (Dovalil et al., 2002).

V házené hraje taktika důležitou roli, jelikož během utkání dochází k přímému kontaktu se soupeřem a hráč tak reaguje a vybírá řešení na základě soupeřova jednání. Proto se taktická příprava zápasu skládá nejen z poznatků o vlastních schopnostech a dovednostech, ale i o soupeřových slabinách a přednostech (Dovalil et al., 2002).

V útočných kombinacích mužské házené hraje klíčovou roli především pivot. Pivot nejen, že svou hrou na brankovišti blokuje pohyb obránců, čímž vytváří střelecké příležitosti spoluhráčům, ale také akce zakončené střelbou z pivota mají nejvyšší procentuální úspěšnost (Spate in Meletakos, Vagenas, & Bayios, 2011).

Týmy mající technicky vyspělé hráče, schopné spolupracovat s pivotem patří mezi nejlepší týmy světa (Meletakos et al., 2011). Na tuto skutečnost reagují soupeři obrannou taktikou 6:0. Kdy všichni obránci jsou staženi na brankoviště, čímž zabraňují spolupráci s pivotem i střelbě z 6 metrů, která většinou končí gólem nebo 7 metrovým hodem. Tato taktika však dává možnost útočníkům střílet z 9 metrů. (Spate in Meletakos et al., 2011).

To se potvrdilo i v utkáních během mistrovství světa v Německu, Chorvatsku a Švédsku (2007, 2009, 2011). Kdy postupem času došlo k nárůstu počtu střeleckých pokusů z 9 metrů. Střeleckých pokusů z 6 metrů naopak ubylo, ale zvýšila se jejich úspěšnost (Meletakos et al., 2011).

### **2.3.3. Faktor techniky**

Jedná se o účelný způsob řešení pohybového úkolu. Řešení úkolu a jeho provedení je závislé na možnostech jedince a biomechanických zákonitostech pohybu. Jednotlivé pohyby se uskutečňují na základě neurofyziologického mechanismu (Dovalil et al., 2002).

V házené probíhají všechny aktivity v přítomnosti protihráče. Hráč upravuje jednotlivé pohyby, podle probíhající situace (Šibila, Pori, & Bon, 2003), proto do faktorů techniky řadíme nejen pohybové dovednosti, ale i intelektuální schopnosti (Dovalil et al., 2002).

K dosažení správné techniky pohybu je nezbytná i schopnost koordinace (Dovalil et al., 2002). To lze uvést na příkladu, kdy hráč k dosáhnutí přesné a silné střely musí mít tělo přirozeně zkoordinované. Proto je důležité, aby se hráč při střelbě pravou rukou odrazil z levé nohy. Nicméně během utkání je možné vidět hráče, kteří se odráží z pravé nohy a střílí pravou rukou. Tento způsob střelby klade vysoké nároky na intermuskulární i intramuskulární koordinaci (Šibila et al., 2003).

Správná technika střelby nezávisí jen na správném odrazu. Aby byla vyvinuta maximální rychlost letu míče, je důležité provést pohyby ve správném pořadí (Táborský, Tůma, & Zahálka, 1999). Pohyb těla při střelbě začíná flexí pravého kolene. Následuje pohyb pravé paže s míčem dozadu, zatímco levý bok se vytáčí směrem dopředu. Od toho momentu ruka s míčem vykonává pouze pohyb vpřed (Van den Tilaar, & Gertjan, 2007). Ten zahajují proximální a pokračují v něm distální části těla. Jako poslední se do střelby zapojuje zápěstí, které udává směr letu míče (Táborský, Tůma, & Zahálka, 1999).

Důležitou roli hrají i fyziologické vlastnosti svalů. Při razantní střele se využívá excentricko-koncentrické svalové námahy. Pro střelbu je tedy výhodné, aby čas mezi

kontrakcí a extenzí svalu byl co nejkratší. Agonistické svaly jsou po celou dobu odhodu v maximální koncentraci a uvolnění nastává až při odhodu míče (Müller in Šibila et al., 2003).

#### **2.3.4 Faktor kondice**

Mezi kondiční faktory patří především pohybové schopnosti, které chápeme jako samostatné soubory vnitřních předpokladů člověka k pohybové činnosti. Jejich projevy nalezneme v charakteristice pohybu jako například v době trvání pohybu, přesnosti a rychlosti jeho provedení (Dovalil et al., 2002).

##### **2.3.4.1 Silové schopnosti**

Svaly tvoří přibližně 40–45 % hmotnosti lidského těla a jsou v těle jediným systémem, který je schopný produkovat sílu. O síle v tomto případě mluvíme jako o pohybové schopnosti překonat, udržet nebo brzdit odpor. Svalová síla vzniká na základě kontrakce svalu. I když sval nepracuje, nachází se ve stavu klidového napětí, v tzv. svalovém tonu (Janura, 2007). Svalový tonus je důležitý, neboť díky němu může dojít k okamžité pohybové reakci. Je složitě řízen centrální nervovou soustavou (CNS), periferními nervy a svalovými receptory (Přidalová & Riegerová, 2008). Během svalové kontrakce vysílá CNS nervové vzruchy, které ve svalu zvyšují napětí (Dovalil et al., 2002).

Na činnosti svalu se nepodílejí všechna jeho vlákna. Sval tvořící anatomickou jednotku, nemusí být jednotkou funkční. Dlouhé svaly jsou tvořeny vlákny se stejnou funkcí a tvoří funkční jednotku. Různé části plochého svalu však mohou mít různé funkce, někdy dokonce antagonistické. Jeden sval tak tvoří více funkčních jednotek (Velé, in Janura, 2007). Svalová síla tedy závisí nejen na počtu svalových vláken daného svalu a jejich síle, ale také na tom, kolik z nich je během prováděného pohybu aktivních a na souhře jednotlivých svalových jednotek (Dovalil et al., 2002).

Rozvinutá svalová síla házenkáře nemusí být vždy výhodou. Pokud dojde k nadměrnému rozvoji svalstva v trupu a horních končetinách, může být negativně ovlivněn výkon běhu a skoku (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

##### **2.3.4.2 Rychlostní schopnosti**

V házené hráči stráví největší část zápasu činnostmi v nízké intenzitě, proložené činnostmi v intenzitě maximální. To vše je doprovázeno rychlými změnami směru, otočkami a prudkými zastaveními (Póvoas et al., 2012). Činnosti v maximální intenzitě jsou zásobeny energií z ATP-CP systému (Dovalil et al., 2002). Dochází tak k uvolnění energie ze zásoby makroergních fosfátů (ATP, CP) ve svalové tkáni. Celkové množství této energie je malé, asi 21–33 kJ (Havlíčková et al., 1994). Hráč tedy v maximální intenzitě vydrží nanejvýš 15 vteřin, poté musí následovat pauza 2–3 minuty (Dovalil et al., 2002), to je doba, za kterou se ve svalu doplní zásoby ATP a CP (Havlíčková et al., 1994).

Rychlostní schopnosti jsou utvářeny několika faktory. Nejdůležitější je vysoká rychlost vedení nervových vzruchů, kontrakční a relaxační rychlost svalů a koordinace antagonistických svalových skupin. Rychlost je dále podmíněna množstvím makroergních svalových substrátů a aktivitě enzymů neoxidativní resyntézy (Dovalil et al., 2002).

Za rychlost jsou zodpovědná rychlá glykolytická svalová vlákna typu II B. Jejich množství ve svalu je vrozené a tréninkem nelze zvýšit jejich počet (Dovalil et al., 2002). Rychlá glykolytická svalová vlákna typu II B obsahují myofibrilní proteiny, které jsou schopné vytvářet rychlou práci s maximálním silovým výkonem (Rowe, Safdar, & Arany, 2014). Energetické procesy zde jsou anaerobní (Přidalová & Riegerová, 2008).

#### **2.3.4.3 Vytrvalostní schopnosti**

Vytrvalostí rozumíme schopnost odolávat únavě a vykonávat činnost v požadované intenzitě co nejdéle. Tyto pohybové činnosti musí být energeticky zabezpečeny. Podle přístupnosti kyslíku při vzniku energie dělíme vytrvalostní činnosti na aerobní a anaerobní (Dovalil et al., 2002).

Aerobní pohybové činnosti využívají energii z oxidativního metabolismu a probíhají za nízké až střední intenzity. Za přítomnosti kyslíku se rozkládá glykogen na oxid uhličitý, vodu a energii v podobě ATP. Glykogen je zásobní cukr, který je čerpán především z pomalých vláken kosterních svalů. Hlavním ukazatelem aerobní kapacity organismu je především  $VO_2\max$ , neboli maximální spotřeba kyslíku (Havličková et al., 1994).

Energie z anaerobního metabolismu vzniká štěpením glykogenu bez přítomnosti kyslíku. Produktem tak není jen ATP ale i kyselina mléčná. V krvi se tak zvyšuje množství soli kyseliny mléčné, tzv. laktátu. V důsledku toho dochází ke snížení intenzity pohybové činnosti. Anaerobní kapacita je omezena především subjektivní schopností tolerovat metabolickou acidózu (Havličková et al., 1994).

Hlavní otázka posledních výzkumů v oblasti házené je, jestli je házená aerobní nebo anaerobní sport (Sporiš, Vuleta, Vuleta Jr., & Milanović, 2010).

Házenkáři mají relativně vysokou úroveň aerobní kapacity, neboť mají hodnoty  $VO_2\max$  jen o 10 % nižší než vytrvalostně trénovaní sportovci (Rannou, Prioux, Zouhal, Gratas-Delamarche, & Delamarche, 2001). Nejvyšší hodnoty  $VO_2\max$  byli nalezeni u křidel. Je to dáno především jejich herními úkoly. Kdy za utkání překonají největší vzdálenosti. Jako jediní se pohybují při přechodu z obrany do útoku od jedné brankové čáry k opačné brankové čáře. Zatímco pivoti běží z obranného brankoviště na brankoviště útočné. Během jednoho přechodu z útoku do obrany tak běží o 12 metrů kratší vzdálenost než křídla (Sporiš et al., 2010).

Vysoké hodnoty u ostatních hráčů jsou dány především díky vytrvalostní přípravě před soutěžními obdobími. Aerobní kapacita umožňuje házenkářům snášet střídání

pohybů v nízké a maximální intenzitě a podávat maximální výkon po celých 60 minut tkání (Rannou et al., 2001).

Hráči, především křídla, během utkání spotřebují nejvíce energie akcelerací a zpomalením (Póvoas et al., 2012). Hlavní úlohou křídel je rychlý přechod z obrany do útoku, provedou tak největší počet sprintů ze všech hráčů (Schwesig et al., 2017). Proto je pro jejich výkon důležitá vysoká anaerobní kapacita a rozvinutá rychlostní vytrvalost (Massuça, Fragoso, & Teles, 2014), již rozumíme schopnost vykonávat pohybovou činnost v maximální intenzitě po dobu 20–30 vteřin (Dovalil et al., 2002).

Hráč během utkání uběhne přibližně 4 790 metrů. Z toho tráví pouze 32 % času v rychlém běhu nebo sprintu. Zbýlých 68 % času utkání tráví hráč v pohybech nízké intenzity nebo stáním. Můžeme tedy říci, že házená je převážně aerobní sport, ale každý, kdo se věnuje házené si je vědom, že má vysoké aerobní nároky, ale anaerobní síla je rozhodující pro úspěch v tomto sportu (Sporiš et al., 2010).

### **2.3.5 Somatické faktory**

Somatické faktory hrají ve sportu významnou roli (Dovalil et al., 2002). Avšak v házené parametry jako tělesná výška a tělesná hmotnost nejsou klíčové pro úspěch. Specifické tělesné rozměry můžou být sice v určitých situacích výhodou, ale v jiných zase nevýhodou (Sporiš et al., 2010).

Příkladem mohou být pivoti patřící mezi jedny z nejtěžších hráčů družstva. Svou váhu využívají k tomu, aby zabrali co nejvíce prostoru na obranném brankovišti. Pokud je ale pivot méně objemný, může tuto ztrátu nahradit mrštností a pokrýt tak stejně velký prostor (Sporiš et al., 2010).

Somatické faktory jsou do značné míry ovlivněny geneticky. Porovnání vybraných faktorů s charakteristickými rysy rodičů může být orientační ukazatel vývoje mladých sportovců a sloužit tak k predikci talentu (Dovalil et al., 2002). V házené se tyto predikce využívají především k přiřazování jednotlivých postů hráčům (Sporiš et al., 2010).

#### **2.3.5.1 Tělesná výška**

Tělesná výška patří mezi parametry, které do jisté míry ovlivňují i další tělesné rozměry. Tyto parametry jsou geneticky značně podmíněné a nelze je záměrně ovlivnit. Po dokončení růstu se tělesná výška prakticky nemění (Riegerová et al., 2006).

Hráč, který dosáhne nevýhodného tělesného vzrůstu pro daný post, může své nedostatky kompenzovat lepší technikou nebo dobře rozvinutou pohybovou schopností (Riegerová et al., 2006). Příkladem může být pivot, jehož úkolem je blokovat střelbu soupeře. Centimetry, které malému pivotu chybí ve výšce, může dohnat dobře rozvinutou výbušnou silou a soupeře tak nemusí vůbec pustit do střelby (Sporiš et al., 2010).

Hráči hrající na pozicích spojek jsou nejvyššími hráči týmu. Důležitost tělesného vzrůstu na tomto postu je dána především jejich herní rolí. Jsou to posty, které mají většinu utkání míč v držení. Rozehrávají útočné akce a řídí pohyby svých spoluhráčů jak v útočné, tak i obranné činnosti. K tomu je nezbytný vizuální přehled o probíhajících situacích na celém hřišti, který jim právě vysoká postava umožňuje (Srhoj, Marinović, & Rogulj, 2002).

Spojky také patří mezi nejčastěji zakončující hráče (Srhoj et al., 2002). Tělesná výška jim napomáhá při střele dosáhnout vyššího vertikálního výskoku, což umožňuje střelci snadněji přestřelit obranný blok soupeře (Krüger, Pilat, Ückert, French, & Mooren, 2013).

Vysoký vzrůst je výhodný také pro pivoty a brankaře. Pivoti se nejčastěji pohybují za zády obránců. Často tak musejí zpracovávat vysoké přihrávky od svých spoluhráčů. K tomu jim vysoká postava může poskytnout výhodu nad obránci soupeře (Šibila & Pori, 2009).

Brankaři musejí pokrýt maximální část brankové plochy, aby útočníkům co nejvíce znemožnili vstřelení gólu. Jejich tělesná výška jim především pomáhá zastavit střely směřující do horních rohů branky (Šibila & Pori, 2009).

Je zřejmé, že vysoká postava nepřináší křídům žádnou výhodu. Jelikož střílejí převážně z brankoviště se soupeřem za zády. Nemusejí se tak snažit přestřelit obranu soupeře. Naopak malá postava je pro křídla značnou výhodou (Krüger et al., 2013). Jejich základním úkolem při hře je organizovat a zakončovat rychlé protiútoky. K tomu je nezbytná především rychlost (Šibila & Pori, 2009).

Šance během postupného útoku si křídla vytvářejí pohybovou činností (změna směru, klička, zrychlení, prudké zastavení), kterou provedou rychleji než soupeř (Tůma & Tkadlec, 2002). K tomu je důležité zrychlení a schopnost rychlé změny směru, kterou jim právě malá výška umožňuje (Krüger et al., 2013).

A i přesto, že tělesná výška není klíčovým parametrem, její důležitost vyplývá například z umístění týmů na mistrovství světa v roce 2013, kde průměrem nejvyšší týmy z Dánska a Chorvatska obsadily 2. a 3. místo. Naopak týmy Egypta a Saudské Arábie s nejmenšími hráči skončily na 16. respektive 19. místě (Ghobadi et al., 2013).

Ve srovnání s ostatními sporty nepatří házenkáři mezi nejvyšší sportovce (Muratovic, Vujovic, & Hadzic, 2014). Příkladem může být studie Muratovice et al. (2014), který porovnával srbské hráče basketbalu a házené. Výsledkem bylo, že házenkáři dosahovali průměrně až o 11 cm menšího vzrůstu než basketbalisté.

### **2.3.5.2 Tělesná hmotnost**

Házená je sport s častým fyzickým kontaktem, ten je typický především pro spojky a pivoty. Robustní tělo je tak pro ně velkou výhodou a usnadňuje jim provádění útočných i obranných akcí (Šibila & Pori, 2009).



Pivoti jsou nejtěžší a mají nejvíce svalové hmoty i tělesného tuku ze všech hráčů. Tyto fyzické parametry by jim měly umožnit dominovat v soubojích na brankovišti. Během útočné fáze neustále svádí souboje o výhodné pozice a vytvářejí volná místa pro možné proskoky spojek. Souboje jsou typické taháním, přetlačováním a obrovským statickým napětím. Pivot tak musí neustále udržovat stabilitu. V obranné fázi je pak hlavní úlohou pivota blokovat střelbu z dálky a znemožnit hru nejlepších hráčů soupeře (Sporiš et al., 2010, Srhoj et al., 2002).

Naopak křídla mají nejnižší tělesnou hmotnost ze všech postů v házené. Většinu herních činností provádí bez kontaktu s obránci, proto pro ně není vyšší tělesná hmotnost výhodou. Během utkání se pohybují v omezeném prostoru se špatným střeleckým úhlem. Jejich cílem je tak hledání výhodnější pozice a odpoutání se od obránců. K tomu je důležitá rychlost a dynamika pohybu bez míče. Proto je žádoucí malé množství tuku a nízká tělesná hmotnost (Srhoj et al., 2002).

Házenkáři zaostávají za basketbalisty, i co se tělesné hmotnosti týče (Muratovic et al., 2014). Ve studii Muravotic et al. (2014) byli házenkáři průměrně o 12 kg lehčí. Ovšem na základě shodného BMI obou skupin lze odvodit, že důvodem proč jsou basketbalisté těžší, je především jejich tělesná výška (Muratovic et al., 2014).

#### **2.3.5.3 Délkové rozměry**

Požadavky na délkové rozměry se opět liší podle hracího postu. Pro pivoty je výhodné mít krátké dolní končetiny. Vrchní část těla by měly být silná s dlouhými horními končetinami. Díky tomu bude mít pivot nízko své těžiště, což mu zlepší stabilitu (Srhoj et al., 2002) a bude mít větší šanci vyhrát souboje na brankovišti (Sporiš et al., 2010).

Protože spojky střílí z 9 metrů, musí míč letět vysokou rychlostí, aby měl šanci skončit v bráně. K tomu je dlouhá horní končetina výhodou (Srhoj et al., 2002). Neboť podle Newtonova zákonu rychlost letu míče odpovídá násobku síly a doby jejího působení. Proto je nezbytné, aby střelci měli nejen dostatek svalové síly, ale také dlouhou horní končetinu, čímž se prodlouží doba působení síly na míč (Riegerová et al., 2006).

Delší ruce jsou žádoucí také u křídel (Srhoj et al., 2002). Společně s rozpětím dlaně, délkou a silou prstů zvyšují efektivitu střelby (Sporiš et al., 2010). Jelikož střílejí ze špatných úhlů (Sporiš et al., 2010), dlouhá horní končetina umožňuje zlepšit střelecký úhel (Srhoj et al., 2002). Rozpětí dlaně a síla v prstech naopak přispívá k lepší kontrole míče a tím i lepší možnosti umístění střely (Sporiš et al., 2010).

#### **2.3.5.4 Tělesné složení**

Požadavky na tělesné složení házenkářů jsou různé (Sporiš et al., 2010). Což je vidět například na procentu tělesného tuku, které se u házenkářů pohybuje přibližně v rozmezí od 9,7% (Póvoas et al., 2012) až po 20 % (Pavlović, Bojić, Radovanović, & Valdevit, 2015).

Velké rozdíly jsou i v množství svalové hmoty, kdy ve studii Massuça et al. (2014) bylo u portugalských hráčů naměřeno průměrně 41,8 % svalové hmoty, kdežto u srbských hráčů zkoumaných Muratovicem et al. (2014) bylo zjištěno až 50,9 % svalové hmoty. Tyto rozdíly jsou z velké části dány hracím postem, ale také stylem hry a strategií trenérů. Vesměs ale házená vyžaduje, aby byl hráč schopen vydržet fyzickou námahu s pohyby v maximální intenzitě celých 60 minut utkání. Jakákoliv zbytečná tělesná hmota tak má negativní dopad na výkon (Sporiš et al., 2010).

### **Množství tělesného tuku**

Tuk patří mezi nejrozmanitější složku hmotnosti těla. Jeho množství v těle je různorodé a mění se i během ontogenetického vývoje jedince. Dá se snadno ovlivnit výživovými návyky a množstvím pohybové aktivity (Riegerová et al., 2006).

Ideální množství tělesného tuku pro muže ve věku 18–34 let je přibližně 13 %. Správné množství tuku je pro tělo nesmírně důležité, neboť je tuk v těle nezbytný pro zachování některých fyziologických funkcí. Fosfolipidy tvoří buněčné membrány, v tucích se rozpouští některé vitamíny a jsou součástí steroidních hormonů (Riegerová et al., 2006).

Nadměrné množství tělesného tuku vede k poklesu výkonnosti u rychlostních a vytrvalostních schopností (Riegerová et al., 2006). Hráči s vyšším procentem tělesného tuku jsou dříve unavení a ve druhém poločase utkání i pomalejší než ostatní hráči s optimálním množstvím tělesného tuku (Sporiš et al., 2010).

#### **2.3.5.5 Somatotyp**

V házené je somatotyp jednou ze základních složek napomáhajících analyzovat předpoklady pro herní výkon. Pomocí něj lze také přiřadit hráči vhodnou herní pozici (Urban, Kandráč, & Táborský, 2011).

Házenkáře, stejně jako gymnasty (Pavlík, 2003), sprintery, basketbalisty a fotbalisty (Toriola, Salokun, & Mathur, 1985), řadíme mezi mezomorfy. Rozdílné je ovšem zastoupení ostatních komponent (Urban et al., 2011).

Pivoti a brankaři mají rozvinutou endomorfní komponentu silněji než ektomorfní. Proto mají vyšší obsah tělesného tuku. Naopak křídla a spojky patří mezi mezomorfy s velmi slabě rozvinutou endomorfní složkou, zatímco ektomorfní je rozvinuta více. Jedná se tak o hráče se správně vyvinutým svalstvem a nízkým procentem podkožního tuku. Což odpovídá stylu jejich hry, která je charakterizována dynamikou a pohyblivostí s míčem i bez něj (Urban et al., 2011).

## 2.4 Metody pro diagnostiku somatických parametrů

### 2.4.1 Antropometrické vyšetření

Antropometrie je vědní obor, jenž se zabývá měřením a rozbořením tělesných znaků, jako jsou tělesná výška a hmotnost, tělesné obvody a rozměry. Vesměs se jedná o znaky charakterizující vnější stavbu těla jedince a jeho růst (Pheasant, 2003).

K antropometrickému vyšetření se využívají antropometrické metody, jimiž rozumíme systémy měřících technik pro vnější rozměry lidského těla. Systémy jsou standardizované, a proto celosvětově platné (Riegerová et al., 2006).

#### 1.) Tělesná výška

Tělesnou výškou rozumíme vzdálenost mezi zemí a vertexem (nejvyšší bod těla). Její měření se nejčastěji provádí pomocí antropometru. Při měření je důležité, aby stál proband na rovné podložce ve vzpřímeném postoji s hlavou v rovnovážné poloze. Hýždě, paty a záda se musejí dotýkat stěny, která je svislá (Kopecký, 2011). Vysunutá jehla antropometru je přiložena k temenu hlavy, zatímco jeho pata se nachází u špiček měřeného jedince (Kopecký, 2011).

#### 2.) BMI - problém u sportovní populace

BMI neboli index tělesné hmotnosti se využívá pro zjištění obezity u lidské populace. Vypočítá se podle vzorce (Ode, Pivarnik, Reeves, & Knous, 2007):

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

Validita BMI je u sportovní populace velmi nízká a hodnoty tohoto indexu nevyovídají o skutečném množství tělesného tuku jedince. Problém je v tom, že BMI nezohledňuje fakt, že hmotnost těla není tvořena pouze tukem, ale také svalovou hmotou, vodou a kostmi. V konečném důsledku se tak kilo svalové hmoty počítá za kilo tuku. Navíc systém klasifikace BMI je odvozen z údajů získaných od běžné populace a neodpovídá specifickým podskupinám, jako jsou sportovci a děti. Výsledkem je, že svalnatý sportovec bude mít vysoké BMI a bude tak chybně klasifikován jako obézní (Williams in Hnatiak, 2016).

Ve studii Odeho et al. (2007) bylo na základě BMI chybně klasifikováno až 73 % sportovců.

### 3.) Somatotyp

Při snaze definovat tělesnou stavbu jedince, tak aby vynikla jeho individualita, byl zaveden pojem somatotyp (Riegerová et al., 2006). Jedná se o celkové označení tělesné stavby jedince (Zvonař et al., 2011).

Sheldon vytvořil nejpropracovanější typologii, která byla později modifikována Heathovou s Carterem (Zvonař et al., 2011). Ti na základě 3 zárodečných listů (ektoderm, entoderm a mezoderm) stanovili 3 základní komponenty, které nejlépe popisují tělesný typ člověka. Jedná se o komponentu endomorfní, ektomorfní a mezomorfní (Riegerová et al., 2006). Somatotyp tak bývá vyjádřen 3 čísly. První číslo vyjadřuje endomorfní, druhé mezomorfní a třetí ektomorfní komponentu (Zvonař et al., 2011). Na základě těchto čísel si odborník dokáže představit nejen vnější stavbu a vnitřní složky konkrétního jedince, ale také umí odhadnout jeho tělesnou výkonnost (Kopecký, 2011).

- Endomorfie se vztahuje k relativní tloušťce nebo hubenosti jedince (Riegerová et al., 2006). Číselná hodnota udává množství podkožního tuku, bez ohledu na jeho distribuci (Kopecký, 2011). Nízké výsledné hodnoty značí, že se jedná o relativně hubeného jedince s malým množstvím podkožního tuku. Naopak vysoké výsledky jsou charakteristické pro jedince s velkým množstvím podkožního tuku (Riegerová et al., 2006).
- Mezomorfie se vztahuje k rozvoji kostry a svalové hmoty vzhledem k tělesné výšce jedince. Člověk s nízkou hodnotou mezomorfie má slabou kostru a málo rozvinutou svalovou hmotu. Kdežto jedinec s vysokými hodnotami má markantně rozvinutý kosterně svalový systém (Riegerová et al., 2006).
- Ektomorfie posuzuje jedince z pohledu délky tělesných částí. Její hodnoty jsou stanoveny na základě indexu tělesné výšky. Nízké hodnoty vyjadřují krátké rozměry tělesných částí, naopak vysoké hodnoty mají jedinci s relativně dlouhými segmenty těla (Riegerová et al., 2006).

Na základě dominující komponenty se dělí jedinci do 4 základních skupin somatotypu. Dominuje-li endomorfní komponenta, je jedinec řazen do skupiny endomorfů, pokud dominuje mezomorfní komponenta, jedná se o mezomorfa a pokud u jedince dominuje ektomorfní složka, jedná se o ektomorfa. Jestliže ale žádná z komponent nedominuje více jak o 1 bod, jedná se o skupinu středních somatotypů (Kopecký, 2011).

Somatotyp hraje ve sportu důležitou roli, neboť je brán za morfologický předpoklad pro úspěch v daném sportu, který lze tréninkem ovlivnit jen do jisté míry (Kopecký, 2011).

Nejdůležitější komponentou somatotypu pro výkonnost jedince je mezomerie, jelikož nejlépe vystihuje množství kvalitní tělesné hmoty. Proto se také mezomorfové řadí mezi nejvýkonnější jedince, jak z hlediska silových sportů, tak i z hlediska úrovně motoriky. Ektomorfové mají naopak velký potenciál především ve vytrvalostních sportech. Jedinci patřící do skupiny endomorfů jsou považováni za nevýkonné a tělesně podprůměrné jedince (Kopecký, 2011), jelikož obsahují větší množství tukové složky, která působí jako brzdicí faktor v podávání sportovního výkonu (Zvonař et al., 2011).

#### **2.4.2 Hodnocení tělesného složení**

Měření tělesného složení se ve sportu využívá poměrně často ať už k hodnocení efektivity tréninkového programu nebo k optimalizaci výživy sportovce (Fosbøl & Zerahn, 2014). K jeho měření existuje několik metod, od nejjednodušších terénních, až po složité laboratorní měření jako je duální rentgenová absorpciometrie (Fosbøl & Zerahn, 2014).

V ideálním případě by měly být všechny metody měření tělesného složení stejně přesné pro všechny subjekty, bez ohledu na pohlaví, věk nebo etnickou skupinu. Ve skutečnosti však existují velké individuální rozdíly v přesnosti měření, navíc každá metoda má ať už své technické chyby měření nebo problémy dané platností předpokladů, na kterých je založena. Proto je při výběru měřicí metody důležité zohlednit nejen finanční náklady a dostupnost zařízení, ale také to, zda vybraná metoda poskytne platné a reprodukovatelné výsledky pro daného jedince (Fosbøl & Zerahn, 2014).

Metodika měření tělesného složení vychází z řady modelů (Ayvaz & Çimen, 2011).

#### **Dvou-komponentový model**

Nejpoužívanější model pro měření tělesného složení v současné době je dvou-komponentový model. Ten rozděluje tělo na 2 základní složky, a to na tuk a tukuprostou hmotu (Fosbøl & Zerahn, 2014).

Tuk představuje nejvariabilnější komponentu lidského těla a jeho množství v organismus je důležitým ukazatelem zdravotního stavu a fyzické zdatnosti jedince. Pod kůží celého těla leží silná vrstva podkožního tuku. Naopak v břišní dutině se mezi orgány nachází tuk viscerální. Z hlediska kardiovaskulárních onemocnění představuje viscerální tuk mnohem větší riziko než tuk podkožní (Kuk et al., 2012).

Tuková tkáň se skládá z adipocytů, nervů, cév a extracelulárních tekutin (Fosbøl & Zerahn, 2014).

Tukuprostá hmota je tvořena z 60 % svalstvem, 25 % kostmi a chrupavkami a z 15 % vnitřními orgány. Tyto poměry se můžou lišit na základě věku, pohlaví a míře pohybové aktivity jedince (Riegerová et al., 2006).

Z chemického pohledu je pak tukuprostá hmota tvořena ze 73 % vodou a obsahuje 60 mmol/kg draslíku, čehož využívá především bioimpedanční analýza (Riegerová et al., 2006).

### **Tří-komponentový model**

Tří-komponentový model vychází z předpokladu, že tělo je rozděleno na vodu, tuk a sušinu, která je tvořena minerály a proteiny. Hlavní výhodou tohoto modelu je, že na rozdíl od dvou-komponentového modelu vylučuje různé předpoklady, například o konstantním množství vody v tukuprosté hmotě u rozdílných pohlaví a v odlišném věku (Wells et al., 1999).

### **Čtyř-komponentový model**

Model rozděluje tělesnou hmotnost na tuky, vodu, minerální látky a bílkoviny. Umožňuje tak vyhodnocení několika předpokládaných konstantních vztahů. Tyto konstanty zahrnují celkový obsah tělesné vody, množství kostních minerálů a denzitu tukuprosté hmoty (Wells et al., 1999).

### **Šesti-komponentový model**

Jedná se o model popisující tělesné složení na atomární úrovni. Podle něj se lidské tělo skládá z vodíku, dusíku, vápníku, draslíku, sodíku a chloridu. Tohoto modelu využívá například neuronová aktivační a analýza (Heyward & Wagner, 2004).

Jednotlivé modely jsou charakterizovány na základě několika úrovní (Ayvaz & Çimen, 2011). Wang, Pierson a Heymsfield (1992) navrhli rozdělení lidského těla do 5 úrovní. Jednotlivé úrovně se od sebe liší, ale existuje určité fyziologické a biochemické propojení, díky němuž jednotlivé úrovně fungují jako celek. Každá metoda pro analýzu složení těla využívá jednu z úrovní tohoto modelu (Ayvaz & Çimen, 2011).

#### **1.) atomární úroveň**

Lidské tělo je složeno především z kyslíku, uhlíku, vodíku, dusíku, vápníku a fosforu. Celkem těchto 6 komponent tvoří 98 % hmotnosti těla. Zbylé 2 % hmotnosti jsou tvořeny dalšími 44 prvky (Riegerová et al., 2006). Pro zjištění množství těchto prvků jsou využívány

metody jako neutronová aktivační analýza, celotělová uhlíková metoda a měření přirozeného izotopu draslíku  $^{40}\text{K}$  (Ayvaz & Çimen, 2011).

## **2.) molekulární úroveň**

Hmotnost těla je tvořena lipidy (hlavně triglyceridy), vodou, proteiny, minerály a sacharidy (především glykogenem). Tyto komponenty jsou tvořeny více jak 100 000 chemickými sloučeninami složenými z 11 hlavních prvků lidského těla (Riegerová et al., 2006).

## **3.) buněčná úroveň**

Molekulární komponenty organismů se spojují a vytvářejí buňku. Látky nacházející se mimo buňku pak označujeme jako extracelulární a látky uvnitř buňky jako intracelulární (Riegerová et al., 2006).

Hmotnost těla na buněčné úrovni se skládá z 3 základních prvků, a to z extracelulární tekutiny, tvořené plazmou a tkáňovým mokem, extracelulárními látkami organického nebo anorganického charakteru a buněčnou hmotou (Riegerová et al., 2006).

## **4.) tkáňový systém**

Jednotlivé buňky jsou organizovány do větších celků, tzv. tkání. V lidském těle se nacházejí především tkáně svalové, kostní, tukové a tekutá tkáň v podobě krve. Hmotnost těla je pak dána součtem kosterní svaloviny, kožním, nervovým, respiračním, oběhovým, zažívacím, vyměšovacím, reprodukčním a endokrinním systémem (Riegerová et al., 2006).

Na této úrovni probíhají především měření podkožní tukové tkáně pomocí magnetické rezonance, tomografie a ultrazvukové metody (Riegerová et al., 2006).

## **5.) celotělová úroveň**

Jedná se o nejvyšší úroveň pětiúrovňového modelu. Na této úrovni se zjišťují vnější charakteristiky lidského těla, a to především velikosti a tvary těla. Této úrovně využívají antropometrická měření zabývající se tělesnou výškou, hmotností, délkovými, šířkovými i obvodovými rozměry. Měří se i kožní řasy a objem těla (Ayvaz & Çimen, 2011).

### **2.4.1.1 Referenční metody**

Jedná se o laboratorní metody měření tělesného složení poskytující kritéria pro odvození a hodnocení validity predikčních rovnic. Nevýhodou referenčních metod

je časová náročnost a vysoké finanční náklady. Výhodou je jejich přesnost (Heyward & Wagner, 2004).

## **1.) Denzitometrie**

Denzitometrie vychází z dvou-komponentového modelu a je založena na tom, že tělesný tuk a tukuprostá hmota mají rozlišnou denzitu, která je zároveň konstantní (Riegerová et al., 2006). Validita konstanty pro tukuprostou hmotu je ovšem sporná, neboť její denzita se mění s přibývajícím věkem a liší se i podle pohlaví testovaného jedince (Fosbøl & Zerahn, 2014).

Naopak výhodou je, že se jedná o finančně nenáročnou a neinvazivní metodu, která se využívá pro zjištění tělesného složení (Riegerová et al., 2006). Navíc měření pomocí denzitometrie vykazují relativně dobrou přesnost a jeho výsledky mají vysokou korelaci s výsledky získanými pomocí magnetické rezonance (Borga et al., 2018).

Tělesná hmotnost je dána součinem denzity a tělesného objemu. Jak už víme, denzita je vyjádřena konstantou, zatímco tělesný objem musí být změřen (Fosbøl & Zerahn, 2014). Podle toho, jestli je tělesný objem měřen na suchu nebo ve vodě, dělíme denzitometrii na pletysmografii a hydrodenzitometrii (Heyward & Wagner, 2004).

### *a) Pletysmografie*

Pletysmograf se skládá z referenční a měřicí komory. V měřicí komoře se nachází testovaný jedinec. Jednotlivé komory jsou propojeny pomocí flexibilní vzduchové membrány, jež je oscilována tak, aby produkovala malé sinusoidální tlakové změny (Dempster in Fosbøl & Zerahn, 2014). Na základě těchto tlakových změn je stanoven objem těla (Riegerová et al., 2006). Metoda tak umožňuje měření celkového množství tělesného tuku, ale nikoliv jeho rozmístění (Borga et al., 2018).

Vzduch v blízkosti kůže, vlasů, oděvu a dýchacích cest je tepelně ovlivněn, díky čemuž je více stlačitelný než vzduch za adiabatických podmínek. Proto je nutné upravit plochu povrchu těla. Účinky oděvů a vlasů jsou sníženy na minimum pomocí plavek a plavecké čepice (Collins et al., 2003).

Hlavní výhodou této metody je eliminace potřeby ponoření testovaného jedince, je tak vhodná pro testování dětí, starších a nemocných osob (Riegerová et al., 2006).

### *b) Hydrodenzitometrie*

Jedná se o tradiční metodu měření tělesného objemu jedince, při jeho úplném potopení a po maximálním výdechu (Fosbøl & Zerahn, 2014).



Lidské tělo je ve vodě nadlehčováno vzduchem nacházejícím se v trávicím traktu a plicích. Objem gastrointestinálního plynu je přibližně 100 ml a výslednou váhu zásadně neovlivňuje (Riegerová et al., 2006).

Naopak vzduch v dýchacích cestách a plicích výsledek ovlivňuje zásadně. Proto měření provádíme po maximálním výdechu a stanovujeme i reziduální obsah plic, který slouží ke korekci získaných údajů (Riegerová et al., 2006).

Voluminometrie stanovuje tělesný objem na základě množství vody, které je vytlačeno ponorem testovaného jedince (Riegerová et al., 2006). Zatímco podvodní vážení měří přímo tělesnou hmotnost potopeného jedince pomocí hydrostatické váhy (Fosbøl & Zerahn, 2014).

Hlavní nevýhodou těchto metod je jejich nevhodnost pro malé děti a pro lidi s postižením, které jim neumožňuje zadržet dech pod vodou (Fosbøl & Zerahn, 2014).

## **2.) Hydrometrie**

Hydrometrie stanovuje tělesné složení na základě množství celkové tělesné vody. Vychází z toho, že rezervní tuk neobsahuje žádnou vodu, kdežto tukuprostá hmota je jí tvořena až ze 73 % (Wang et al., 1999).

Využívá se k tomu nejčastěji voda značená izotopy vodíku, a to deuteriem a tritiem, které jsou pomocí vody rozváděny po těle. V souvislosti s rozvojem nových technik je využíváno především deuterium. Navíc tritium nemůže být podáno gravidním ženám, dětem a při opakovaných vyšetření v krátkém časovém úseku (Riegerová et al., 2006).

Množství tukuprosté hmoty se pak vypočítá z celkového objemu tělesné vody a množství tuku je dáno rozdílem hmotnosti těla a tukuprosté hmoty (Riegerová et al., 2006).

## **3.) Duální rentgenová absorpciometrie**

Metoda je založena na tom, že dva rentgenové paprsky procházející organismem se na základě tloušťky, denzity a chemického složení tkáně diferencially ztenčují (Heyward & Wagner, 2004). Na základě tohoto ztenčení lze rozlišit kostní minerály od měkkých tkání, které jsou dále děleny na tuk a tukuprostou hmotu (Riegerová et al., 2006).

Původně byla tato metoda vyvinuta za účelem zjištění osteoporózy, jelikož dokáže změřit obsah jednotlivých kostních minerálů (Fosbøl & Zerahn, 2014)

Výhodou této metody je, že neklade vysoké nároky na spolupráci pacienta a vyšetření není časově náročné, jelikož trvá přibližně 5 minut. Navíc se jedná o velmi přesné měření, jehož validita je snížena pouze u vysoce obézních a velmi štíhlých osob (Fosbøl & Zerahn, 2014). Nevýhodou je pak především vysoká cena vyšetření (Riegerová et al., 2006).

#### **4.) Magnetická rezonance**

Magnetické rezonanční zobrazování představuje technologický pokrok, který výrazně ovlivnil výzkum tělesné kompozice (Ross, Goodpaster, Kelley, & Baoda, 2006). Metoda je založena na tom, že přístroj působí jako silné magnetické pole, které ovlivňuje pohyb iontů a vyvolává jejich rezonanci (Riegerová et al., 2006). Přijímací cívky poté detekují vyzářené signály (Ross et al., 2006). Nejčastěji se využívají vodíkové ionty, jelikož jsou součástí vody, která je všudypřítomná (Riegerová et al., 2006).

Magnetická rezonance umožňuje zjistit rozložení tukové a svalové tkáně v celém těle i v jeho jednotlivých segmentech. Tukovou tkáň během toho měření rozlišujeme na viscerální, intersticiální a subkutánní (Ross et al., 2006).

Metoda je považována za nejpřesnější měření tělesného složení na tkáňové úrovni (Ross et al., 2006).

#### **5.) Výpočetní tomografie**

Výsledkem vyšetření pomocí výpočetní tomografie jsou rekonstruované radiografické snímky z průřezu libovolných částí lidského těla, které zobrazují tukové a svalové tkáně (Borkan, Hults, Gerzof, & Robbins, 1985).

Na rozdíl od dříve popsaných technik, CT může přesně určit množství tuku v kosterním svalu (Borga et al., 2018). Proto se jedná o velmi přesnou měřicí techniku (Borkan et al., 1985). Její nevýhodou je především silná expozice rentgenového záření a její vysoká cena (Riegerová et al., 2006).

#### **6.) Neutronová aktivační analýza**

Využívá se k hodnocení prvkového složení lidského těla (Riegerová et al., 2006). Během měření je zkoumaný prvek vystaven proudu tepelných neutronů. Dochází ke srážkám mezi neutrony a atomy vzorku, jež způsobují jaderné reakce. Ty uvolňují gama záření, které je detekováno (Dolníček, 2005). Nevýhodou metody je časová náročnost a vysoké finanční náklady (Dolníček, 2005).

##### **2.4.1.2 Predikční metody**

Jedná se terénní metody měření tělesného složení. Jejich hlavní výhodou je, že nejsou časově ani finančně náročné, ale jejich výsledky nejsou tak přesné jako výsledky referenčních metod (Heywar & Wagner, 2004).

## 1.) Měření tloušťky kožních řas

K odhadu tělesného tuku pomocí nepřímého měření je využívána metoda kaliperace. Při práci s kaliperem je nutná důslednost, jelikož přesnost měření je 0,5 mm. Měření začíná tak, že se palcem a ukazováčkem uchopí kožní řasa na určeném místě těla. Nejčastěji se používá řasa nad tricepsem, pod lopatkou a nad *crista iliaca*. Místo musí být stanoveno přesně, neboť tloušťka tukové vrstvy se může výrazně lišit i na malé ploše. Poté jsou čelisti kaliperu umístěny kolmo 1 cm od zdvižené řasy a jsou stlačeny stanovenou silou (Riegerová et al., 2006).

Pro výpočet tělesného tuku z naměřených kožních řas existuje několik metodik (Riegerová et al., 2006)

Nejstarší používanou metodou pro zjištění tělesného složení je metoda podle Matiegky. Pro výpočty je potřeba změřit 4 obvodové rozměry, 4 šířkové kostní parametry a tloušťku 6 kožních řas. Na základě těchto údajů je zjištěna hmotnost tělesného tuku, svalové hmoty, kostí a zbytku (Riegerová et al., 2006).

Často používanou metodou je ta podle Jacksona a Pollocka. Jedná se o metodu stanovenou na základě predikčních rovnic, které jsou rozdílné pro obě pohlaví. Obsah tuku je vypočítán pomocí sumy kožních řas v kombinaci s věkem testovaného jedince a obvodem pasu a předloktí (Jackson & Pollock, 1978).

Další metodou je odhad podílu tuku podle Pařízkové. Podíl tuku je vypočítán na základě měření tloušťky 10 kožních řas přesně stanovených míst. Jejich součet je poté dosazen do regresivních rovnic, pomocí kterých je dopočítáno procento tělesného tuku zkoumaného jedince (Riegerová et al., 2006).

Odhad % tuku podle Durina a Womersleyho se uplatňuje zvláště pro dospělé a zvláště pro děti. Procento tělesného tuku je stanoveno na základě součtu 4 kožních řas, a to nad tricepsem, bicepsem, nad *crista iliaca* a pod lopatkou (Riegerová et al., 2006).

Zajímavou metodou je odhad % tuku podle Deurenberga a Westrata, v níž jsou regresivní rovnice stanoveny pouze na základě věku (Riegerová et al., 2006).

Pro odhad % tuku podle Thorlandase se využívá měření 7 kožních řas, a to nad *crista iliaca*, patelou, tricepsem, pod lopatkou a kožní řasy na bříše, lýtku a hrudníku (Riegerová et al., 2006).

Metody Sloana a Weira, Lohmana a Vignerové s Bláhou využívají měření pouze 2 kožních řas. Měří se především kožní řasa nad tricepsem a pod lopatkou, pouze v metodě podle Lohmana se počítá s kožními řasami na lýtku a nad tricepsem (Riegerová et al., 2006).

## 2.) Bioelektrická impedanční metoda

Během vyšetření pomocí bioelektrické impedanční analýzy prochází tělem elektrický proud, který je slabý a pro tělo bezpečný (Zvonař et al., 2011). Tradiční metody BIA, které jsou stále hojně využívány, měří impedanci (hodnotu odporu tkáně proti elektrickému proudu) u jednotné frekvence 50 kHz. Ve snaze eliminovat některé předpoklady a zlepšit klinickou užitečnost bioelektrické impedanční analýzy proběhlo několik experimentů, v nichž byly srovnávány výsledky získané celotělovým a segmentálním měřením. Experimentovalo se i s frekvencí elektrického proudu. Místo jednotné frekvence 50 kHz byl do těla vysílán proud o různých frekvencích. Zjistilo se, že elektrický proud o frekvenci 1 kHz prochází pouze skrz extracelulární tekutinu, zatímco vyšší frekvence v rozsahu 500–800 kHz pronikají přes buněčnou stěnu a procházejí tak stejně dobře intracelulární jako extracelulární tekutinou. Tohoto způsobu měření nadále využívá bioelektrická impedanční spektroskopie (Heyward & Wagner, 2004).

Metoda je založena na tom, že jednotlivé části lidského těla mají odlišné schopnosti vést elektrický proud. Ten pak prochází především částmi těla s nízkým odporem, jako například tukuprostou hmotou. Pro tyto části je typické, že obsahují velké množství tělesné vody a elektrolytů (Fosbøl & Zerahn, 2014). Naopak tuková tkáň neobsahuje vodu ani draslík a působí na elektrický proud jako izolátor a vykazuje vysokou impedanci (Reigerová et al., 2006).

K předpovědi tělesného složení se používají regresivní rovnice založené na pohlaví, věku, etnické skupině a úrovni pohybové aktivity (Riegerova et al., 2006).

Validita této metody do značné míry odpovídá tomu, zda se podaří najít vhodnou regresivní rovnici pro zkoumanou kategorii. Výsledek do značné míry ovlivní i úroveň hydratace testované osoby (Fosbøl & Zerahn, 2014). Nepřesnosti měření jsou způsobeny i válcovým modelem lidského těla a předpokladem, že tělo má homogenní densitu a hydratace tukuprosté hmoty je konstantní (přibližně 73 %), (Wells & Fewtrell, 2014). Přesto výsledky získané tímto měřením vykazují jen malé zkreslení (Fosbøl & Zerahn, 2014).

Svantesson, Zander, Klingberg a Slide (2008) ve své studii porovnávali výsledky měření tělesného složení sportovců pomocí bioelektrické impedanční spektroskopie a duální rentgenové absorpciometrie. Zjistili, že BIS nadhodnocuje tukuprostou hmotu (největší rozdíl byl 12,1 %) a podhodnocuje tuk (největší rozdíl byl 6 %) ve srovnání s DXA.

### **3.) Měření pomocí ultrazvuku**

Jedná se o nepřesnou metodu měření tělesného složení. Je založena na přeměně ultrazvukové energie, která je vysílána v krátkých impulsech, na energii elektrickou (Riegerová et al., 2006).

Jednotlivé tkáně lidského těla mají různé akustické vlastnosti a na rozhraní těchto tkání dochází k odrazu ultrazvukových vln. Tyto odražené vlny se v části ultrazvuku přeměňují na elektrickou energii, která je promítána na osciloskop (Riegerová et al., 2006).

### **4.) Kreatininurie**

Svalová hmota obsahuje velké množství kreatinu, který je hydrolýzou rozkládán na kreatinin. Kreatinin je odpadní produkt vylučovaný ledvinami. Kreatininurie poté vychází z předpokladu, že množství vylučovaného kreatininu odpovídá množství svalové hmoty, jelikož je produktem metabolických dějů v kosterním svalstvu (Riegerová et al., 2006).

Problém této metody spočívá v tom, že kreatinin přijímáme i potravou, proto je nezbytné, aby testovaný jedinec dodržoval bezmasou dietu alespoň několik dní před měřením. Navíc množství vyloučeného kreatininu svaalem se liší i v závislosti na věku, pohlaví, pohybové aktivitě a metabolickém stavu jedince (Riegerová et al., 2006).

### **5.) Celkový plazmatický kreatinin**

Mezi celkovým plastickým kreatinem a kreatininurii existuje těsný vztah, na základě kterého se 1 mg celkového plazmatického kreatininu rovná 0,88–0,98 kg svalové hmoty. Průměrná chyba odhadu činí přibližně 3,9 % (Reigerová et al., 2006).

### **3 Cíle a výzkumné otázky**

Hlavním cílem této práce je na základě systematického přehledu poznatků a analýzy dat z primárních studií, posoudit odlišnosti v somatických parametrech a tělesném složení u elitních evropských házenkářů.

#### **3.1 Dílčí cíle**

- Posoudit rozdíly v antropometrických parametrech u elitních evropských házenkářů s ohledem na stát a úroveň soutěže.
- Posoudit rozdíly v antropometrických parametrech u elitních evropských házenkářů s ohledem na herní post.
- Posoudit rozdíly v tělesném složení u elitních evropských házenkářů s ohledem na stát a úroveň soutěže.
- Posoudit rozdíly v tělesném složení u elitních evropských házenkářů s ohledem na herní post.

#### **3.2 Výzkumné otázky**

- Existují rozdíly v antropometrických parametrech mezi hráči odlišné herní úrovně?
- Existují rozdíly v tělesném složení mezi hráči odlišné herní úrovně?
- Existují rozdíly v antropometrických charakteristikách křídel a ostatních postů?
- Existují rozdíly v tělesném složení mezi spojkami a ostatními posty?

## 4 Metodika

Studie použité v této práci byly vyhledány v databázích Medline (databáze lékařských studií a informací z věd o životě) a SPORTDiscus (databáze studií o sportu a sportovní medicíně). Samotné vyhledávání proběhlo v období května 2017. Studie byly vyhledány na základě klíčových slov obsažených ve vyhledávací strategii. Výběr relevantních studií a jejich analýza probíhala za spolupráce s vedoucím práce. Studie byly vybrány na základě hodnocení dvou nezávislých osob, přičemž při neshodě v hodnocení měl rozhodující slovo vedoucí práce.

### 4.1 Kritéria vyhledávání

Kritéria pro vyhledávání byla pomocí klíčových slov obsažena ve vyhledávací strategii, jež byla vytvořena za spolupráce s vedoucím práce. Vyhledávací strategie pro databázi, včetně výsledků je prezentována v Tabulce 1.

#### Tabulka 1

*Vyhledávací strategie a výsledky pro databázi Medline (k 11. 5. 2017)*

	Vyhledávání	Výsledek
1.	exp "Body Weights and Measures"/	532660
2.	exp Body Composition/	46288
3.	exp Somatotypes/	2103
4.	(body adj (height or stature)).tw.	4298
5.	("body mass index" or BMI).mp. or "Quetelet index".tw.	223292
6.	exp Anthropometry/	461098
7.	((fat-free or lean) adj3 mass).ti,ab	17612
8.	(body adj composition).mp.	49307
9.	(body adj1 (fat or fatn*3 or adiposity)).ti,ab.	32557
10.	((visceral or abdominal) adj (fat*4 or tissue)).mp.	14184
11.	((lean or fat or fat-free) adj mass adj index).mp.	631
12.	((limb? or arm? or forearm? or leg? or forearm? or thigh? or calf) adj2 (length or proportion or circumference)).ti,ab.	11105
13.	handball.mp.	845
14.	((beach or mini) adj handball).mp.	1
15.	"DKB Handball Bundesliga".mp.	0
16.	"lidl star league".mp.	0
17.	"888 ligan".mp.	0
18.	"handbollsligan".mp.	0
19.	"primo tours ligaen".mp.	0
20.	"olis deildin".mp.	0
21.	"grundigligen".mp.	0
22.	1 or 2 or 3 or 4 or 5 or 6 or 7 or 8 or 9 or 10 or 11 or 12	718778
23.	13 or 14 or 15 or 16 or 17 or 18 or 19 or 20 or 21	845
24.	22 and 23	150

Klíčová slova byla na základě cílů práce rozdělena do 2 kategorií:

1.) Cílová populace – věk ani pohlaví nebylo určeno, muselo se jednat pouze o házenkáře. Zároveň byli vyloučeni hráči hrající plážovou nebo mini házenou.

2.) Parametry určující tělesné složení hráče a jeho antropometrické charakteristiky.

Z důvodu velkého počtu relevantních studií byly poté upraveny podmínky pro zahrnutí studií, konkrétně jsme přesněji specifikovali kategorii cílové populace. Muselo se jednat o muže, hrající v kategorii dospělých. Navíc jsme zahrnuli pouze studie o hráčích hrajících v nejvyšších evropských soutěžích, popřípadě reprezentujících národní evropské týmy.

## 4.2 Proces výběru studií

Studie nalezené v databázi poté podléhaly dalšímu podrobnějšímu výběru. Ten se skládal z několika kroků.

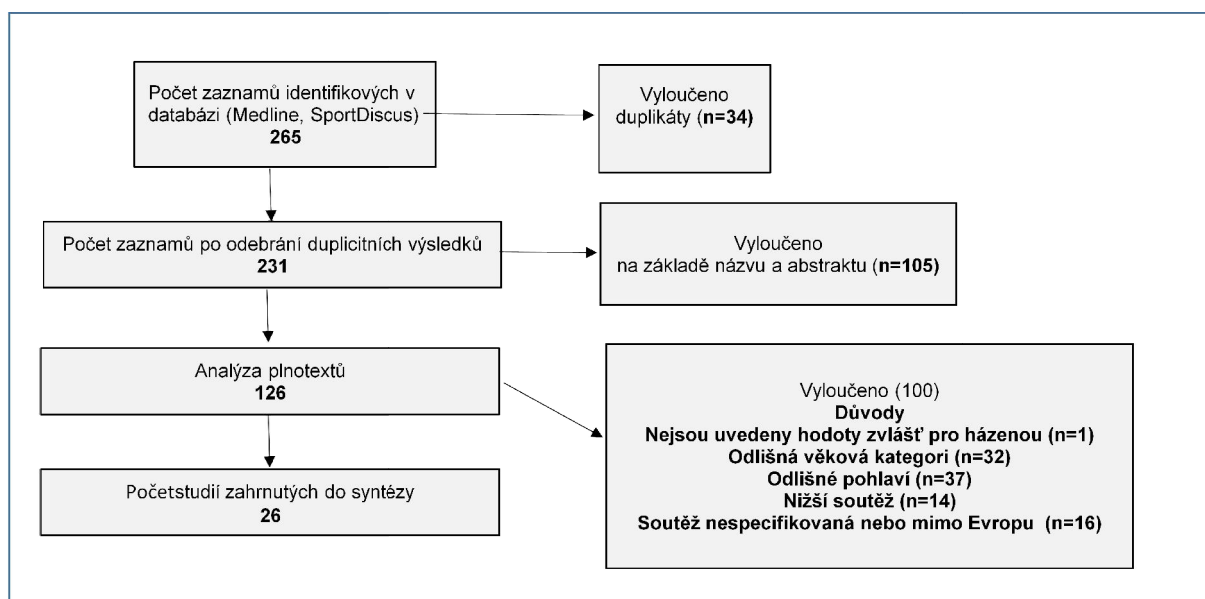
Prvním krokem bylo vyřazení duplicit, tedy studií, které byly nalezeny v databázi Medline i SPORTDiscus. Následně byly zbylé studie na základě názvu a abstraktu rozděleny do tří skupin: relevantní, potenciálně relevantní a nerelevantní studie.

Do kategorie relevantních studií byly řazeny studie obsahující v názvu nebo abstraktu minimálně jedno klíčové slovo, popřípadě jeho synonymum, z každé kategorie vyhledávací strategie. Mezi potenciálně relevantní studie patřily studie, jež v názvu nebo abstraktu obsahovaly klíčová slova pouze z některých kategorií vyhledávací strategie a pro posouzení jejich vhodnosti bylo nutné podrobněji prozkoumat jejich plný text. Studie, z jejichž názvu, případně abstraktu bylo jasné, že se nezabývají požadovanou tématikou nebo v něm nebyla uvedena klíčová slova, byly zařazeny mezi nerelevantní studie. Do této kategorie byly řazeny i studie, které sice obsahovaly klíčová slova všech kategorií vyhledávací strategie, ale byly publikovány v roce 2007 a dříve.

Na závěr výběru studií byly podrobně prostudovány plné texty potenciálně vhodných studií. Na základě této analýzy byly poté některé studie vyřazeny a zbylé zařazeny mezi studie relevantní.

Proces výběru studií je podrobně zaznamenán ve flowchartu na Obrázku 1.





**Obrázek 1.** Flowchart.

### 4.3 Extrakce dat

Z relevantních studií jsme extrahovali následující informace. Z hlediska cílové skupiny jsme se zajímali o věk, věkovou kategorii a pohlaví vybraných jedinců. Dále jsme pracovali s velikostí zkoumané skupiny a zjišťovali jsme, zda autor studie dělil házenkáře podle herních postů nebo nikoliv. Jelikož jsme se zabývali elitními evropskými házenkáři, klíčovou roli hrála i data o herní úrovni a státu, který hráči reprezentují, popřípadě, jehož ligového týmu jsou součástí.

Hlavním tématem bakalářské práce jsou somatické parametry a tělesné složení. Extrahovaná data o somatických parametrech se týkala zejména tělesné hmotnosti a výšky, BMI, somatotypu a rozpětí paží a prstů horní končetiny. Z hlediska tělesného složení jsme se zajímali, zda daná studie o něm uvádí údaje, popřípadě jakou metodou bylo zjišťováno. Poté jsme extrahovali data o procentu tělesného tuku, množství tukuprosté hmoty a svalové tkáně.

Získané informace byly vkládány do formuláře pro extrakci, který je prezentován v Příloze 1.

## 4.4 Analýza dat

Údaje pro tělesné složení a antropometrické charakteristiky byly u 2 studií uvedeny pouze jako průměrné hodnoty hráčů hrajících na jednotlivých postech, u dalších 3 byla uvedena data pro jednotlivé týmy podle umístění, nikoliv však celkový průměr z uvedených týmů.

Tyto průměrné hodnoty byly dopočítány pomocí váženého průměru, který byl počítán jako:

$$\bar{x} = \frac{n_1x_1 + n_2x_2 + \dots + n_Kx_K}{n_1 + n_2 + \dots + n_K}$$

Kde  $n$  je velikost souboru prvního ( $n_1$ ) až  $k$ -tého souboru ( $n_k$ ),  $x$  je hodnota prvního ( $x_1$ ), až  $k$ -tého souboru ( $x_k$ ).

Vážený průměr směrodatné odchylky byl počítán jako:

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2 + \dots + (n_K - 1)s_K^2}{n_1 + n_2 + \dots + n_K - K}}$$

Kde  $n$  je velikost prvního souboru ( $n_1$ ), až  $k$ -tého souboru ( $n_k$ ),  $s^2$  je druhá mocnina směrodatné odchylky souboru prvního ( $s_1$ ) až  $k$ -tého ( $s_k$ ) a  $k$  je počet souborů.

Stejně vzorečky byly použity i pro zpracování výsledků, především při porovnání jednotlivých postů, kdy byly zjišťován průměr údajů z více studií.

Výjimku tvořila studie Krüger et al. (2014), ve které byly uvedeny průměrné hodnoty pro jednotlivé herní posty. Autor dále uvedl, že testování se zúčastnilo 34 házenkářů. Nicméně již neposkytl údaje o tom, kolik z nich hrálo na pozici spojek, křídel, pivotů a brankařů. Při zpracování výsledků práce se proto vycházelo z předpokladu, že z 34 házenkářů bylo 10 spojek, 10 křídel, 10 pivotů a 4 brankaři.

## 5 Výsledky a diskuze

V databázích OVID Medline a SPORTDiscus bylo k datu 11. 05. 2018 nalezeno celkem 265 studií, které byly dále podrobeně tříděny, jak bylo popsáno v kapitole 4. Na základě tohoto výběru zbylo finálních 26 studií (Tabulka 2), z nichž byla získána data, která byla následně použita pro zpracování výsledků této práce.

**Tabulka 2**

*Charakteristika studií zařazených do systematického přehledu*

Autor a rok	Hlavní cíl	n	Úroveň	Stát	Průměrný věk		Posty
					M	SD	
Carvalho et al. (2014)	Zjistit vliv plyometrického cvičení na výšku vertikálního výskoku, rozvoj svalové síly dolních končetin a změny v tělesném složení u elitních házenkářů.	12	NL	Portugalsko	21,6	1,7	Ne
Cenk et al. (2012)	Zjistit úroveň rovnováhy a množství tělesného tuku u hráčů nejvyšší turecké ligy a porovnat je s hráči jiných soutěží.	12	NL	Turecko	29,3	4,1	Ne
Debanne et al. (2011)	Zjistit vliv antropometrických charakteristik, a síly horních končetin na rychlost míče při hodu z místa a předpovědět tuto rychlost na základě regresivních rovnic.	12	NL	Francie	24,1	3,5	Ne
Durmic et al. (2015)	Zjistit rozdíly ve funkci plic mezi hráči sportů s podobnou intenzitou zatížení a zjistit, které antropometrické a demografické charakteristiky tuto funkci ovlivňují.	42	NL	Srbsko	22,0	4	Ne

(pokračování)

## Tabulka 2 (pokračování)

Charakteristika studií zařazených do systematického přehledu

Autor a rok	Hlavní cíl	n	Úroveň	Stát	Průměrný věk		Posty	
					M	SD		
Fieseler et al. (2017)	Zjistit antropometrické charakteristiky, úroveň techniky hodů a rychlost sprintu u profesionálních házenkářů rozdělených podle herních postů.	21	NL	Německo	<b>25,2</b>	<b>5,1</b>	Ano Pivot Křídlo Spojka Brankař	
		2			26,4	4,34,5		
		5			22,2	6,1		
		10			26,4	2,5		
		3			24,9			
Ghobadi et al. (2013)	Popsat antropometrické charakteristiky házenkářů, kteří se zúčastnili mistrovství světa v roce 2013 ve Španělsku a porovnat rozdíly mezi hráči jednotlivých postů.	236	NT	<b>CELKOVĚ</b>	<b>27,7</b>	<b>4,2</b>	Ne	
		16			Španělsko	28,2		4,1
		17			Dánsko	27,5		4,5
		18			Chorvatsko	25,9		3,7
		17			Slovinsko	26,9		4,2
		16			Německo	27,0		3,4
		16			Francie	29,4		5,3
		16			Rusko	28,6		3,9
		16			Maďarsko	27,9		3,6
		18			Polsko	28,9		3,9
		18			Srbsko	26,3		5,0
		17			Island	27,7		4,7
		17			Makedonie	28,8		3,6
		17			Bělorusko	27,2		4,1
17	Černá Hora	28,4	4,8					
Gonzalez-Rave et al. (2014)	Vyhodnotit velikost otáčivého momentu izokinetické svalové síly při flexi a extenzi kolenního kloubu a zjistit jeho vliv na výšku vertikálního výskoku.	12	NL	Španělsko	27,7	4,1	Ne	
Haugen et al. (2016)	Zjistit rozdíly v antropometrických ukazatelích mezi elitními házenkáři hrajícími na různých postech.	174	NL, NT	Norsko	<b>22,3</b>	<b>3,8</b>	Ano Spojka Křídlo Pivot Brankař	
		71			22,0	4,0		
		44			22,0	3,0		
		30			23,0	4,0		
		29			23,0	4,0		
Kounalakis et al. (2008)	Sestavit anaerobní profil ramene házenkářů během Wingate testu.	21	NL	Řecko	24	2	Ne	

(pokračování)

## Tabulka 2 (pokračování)

Charakteristika studií zařazených do systematického přehledu

Autor a rok	Hlavní cíl	n	Úroveň	Stát	Průměrný věk		Posty
					M	SD	
Kruger et al.(2014).	Zjistit rozdíly v antropometrických a výkonnostních charakteristikách a herních aktivitách mezi profesionálními házenkáři.	34	NL	Německo	26,4	4,1	Ano
		4			23,9	3,7	Křídlo
		10			27,2	4,2	Pivot
		10			29,7	5,5	Brankař
10	26,6	3,5	Spojka				
Kvorning et al. (2017)	Popsat a analyzovat silový a kondiční trénink dánských házenkářů v přípravě na Olympijské hry v Pekingu.	19	NT	Dánsko	29,5	4	Ne
Massuca et al. (2014)	Porovnat fyziologické rozdíly a házenkářské dovednosti mezi profesionálními a amatérskými házenkáři.	41	NL	Portugalsko	26,2	4,9	Ne
Massuca et al. (2015)	Popsat antropometrické charakteristiky házenkářů na různých herních úrovních a zjistit rozdíly mezi jednotlivými posty.	91	NL	Portugalsko	26,2	4,8	Ne
Michalsik et al. (2015)	Zjistit rozdíly mezi fyzickými nároky na házenkáře a házenkářky během utkání.	348	NL	Dánsko	26,1	3,9	Ne
Michalsik et al. (2015)a	Charakterizovat fyzické požadavky na elitní házenkáře a popsát antropometrické rozdíly mezi hráči jednotlivých postů.	157	NL	Dánsko	26,5	5,0	Ano
		32			25,0	2,3	Křídlo
		27			26,8	3,2	Pivot
		67			26,7	2,8	Spojka
26	27,5	3,0	Brankař				
Muratovic et al. (2014)	Popsat antropometrické charakteristiky a tělesné složení házenkářů a porovnat je tyto údaje s údaji získanými od basketbalistů.	26	NL	Srbsko	23,1	0,2	Ne
Nikolaidis et al. (2013)	Zjistit antropometrické a fyziologické charakteristiky profesionálních házenkářů.	44	NL	Řecko	25,5	6,1	Ne
Nikolaidis et al. (2015)	Zjistit antropometrické a fyziologické charakteristiky dospělých a dospívajících házenkářů a zjistit rozdíly mezi hráči jednotlivých herních postů.	39	NL	Řecko	26,6	5,7	Ano
		8			24,3	5,1	Brankař
		15			27,3	5,8	Spojka
		9			26,8	5,7	Křídlo
7	27,5	5,4	Pivot				

(pokračování)

**Tabulka 2 (pokračování)***Charakteristika studií zařazených do systematického přehledu*

Autor a rok	Hlavní cíl	n	Úroveň	Stát	Průměrný věk		Posty
					M	SD	
Pavlovic et al. (2015)	Zjistit změny svalové síly u házenkářů v průběhu sezóny.	14	NL	Srbsko	19,8	2,1	Ne
Popadic et al. (2009)	Zjistit anaerobní energetické kapacity sportovců a zjistit vztah mezi získanými hodnoty a specifickými nároky daných sportovních disciplín.	20	NL	Srbsko	21,4	3,1	Ne
Povoas et al. (2012)	Zjistit, jaké jsou fyzikální a fyziologické nároky na elitní házenkáře v průběhu zápasu.	30	NL	Portugalsko	25,2	3,6	Ne
Povoas et al. (2014)	Zjistit fyziologické požadavky na házenkáře hrajících na různých postech.	40	NL	Portugalsko	25,2	3,8	Ano
		10			24,6	2,8	Křídlo
		10			25,7	4,1	Spojka
		10			24,4	3,9	Pivot
		10			26,2	4,1	Brankař
Protzner et al. (2015)	Zjistit změny v neuroendokrinních a vazokonstrikčních hormonálních peptidech u hráčů týmových a individuálních sportů	12	NL	Maďarsko	26,3	3,5	Ne
Ravier et al. (2016)	Prozkoumat výhody kompresních oděvů při sportovním výkonu házenkářů a jejich vliv na bolest a sílu svalů.	18	NL	Francie	23,2	5	Ne
Schwesig et al. (2016)	Zjistit antropometrické a fyzikální výkonnostní charakteristiky u házenkářů a zjistit rozdíly mezi hráči hrajícími na různých postech.	21	NL	Německo	25,2	5,5	Ano
		3			26,4	4,3	Pivot
		5			22,2	4,5	Křídlo
		10			26,4	6,1	Spojka
		3			25,0	2,6	Brankař
Sporis et al. (2010)	Popsat strukturální a funkční charakteristiky házenkářů a porovnat rozdíly ve fyzikálním a fyziologickém profilu hráčů na různých herních postech.	92	NL, NT	Chorvatsko	26,4	3,8	Ano
		13			28,6	5,0	Brankař
		26			25,3	4,2	Křídlo
		28			26,2	3,7	Spojka
		25			28,2	0,9	Pivot

*Poznámka.* M - průměrná hodnota, n - velikost souboru, NL - národní ligy, NT - národní tým, SD - směrodatná odchylka

## 5.1 Charakteristika zahrnutých studií

Výzkumný soubor bakalářské práce je tvořen daty obsaženými ve studiích publikovaných v období od ledna 2008 do května 2017. Vybrané studie se zabývaly antropometrickými charakteristikami hráčů (12 studií) a jejich rozdíly mezi jednotlivými posty (9 studií), dále tělesným složením a fyziologickými markery (11 studií), svalovou silou a jejím vlivem na vertikální výskok (7 studií).

Ze studií byla extrahována pouze data o házenkářích hrajících v týmech nejvyšších evropských soutěží a od hráčů reprezentujících jednotlivé evropské týmy. Nezbytnou součástí výběru byl i věk a věková kategorie. Podmínkou přitom bylo, že hráč musí hrát za kategorii dospělých, nicméně nemusí být starší 18 let.

Jak vyplývá z Tabulky 2, data pro výsledky práce byly získány od 1 333 hráčů působících v 11 evropských soutěžích, zahrnujících světovou špičku, z které chybí pouze polská, slovinská, makedonská, rumunská a švédská soutěž. Data byla dále získána od 236 evropských házenkářů hrajících na mistrovství světa 2013 ve Španělsku a 19 házenkářů dánského národního týmu pro rok 2017. Celkem tak bylo zahrnuto 1 588 hráčů, jejichž věkový průměr (vážený průměr) byl  $25,6 \pm 4,2$  let.

Z 11 zkoumaných lig měly nejnižší věkový průměr týmy ze srbské ligy, a to  $21,9 \pm 3,0$  let, zatímco průměrně nejstarší hráči byly v Turecku s věkovým průměrem  $29,3 \pm 4,1$  let. Průměrný věkový rozdíl mezi nejstarším a nejmladším týmem toho souboru činil přibližně 7,4 let. Jedná se tedy o variabilní ukazatel, především u soutěží na nižší úrovni. Naopak ve Španělsku a Německu, dvou soutěžích s nejúspěšnějšími týmy EHF Ligy mistrů za posledních 18 let, byl věkový průměr  $27,7 \pm 4,1$  let, respektive  $25,7 \pm 4,8$  let, což jsou mírně nadprůměrné hodnoty. Podobný věkový průměr měli i finalisté mistrovství světa 2013 pocházející z Dánska a Španělska, který činil  $27,8 \pm 4,2$  let. Nejlepší evropské týmy tedy mají hráče ve vyšším věku, k čemuž se přiklání i Ghobadi et al. (2013), který tvrdí, že zkušení hráči jsou nezbytnou součástí úspěšného týmu.

Věkové rozdíly jsou i mezi hráči hrajícími na různých postech. Těmito rozdíly se zabývalo celkem 8 studií, do kterých bylo zahrnuto celkem 578 hráčů, jejichž věkový průměr činil  $25,09 \pm 4,29$  let. Nejstaršími hráči byli pivoti s věkovým průměrem  $25,9 \pm 3,9$  let. Naopak nejmladší byla křídla, jejichž věk byl průměrně  $23,9 \pm 3,5$  let.

Získané výsledky se shodují s výsledky publikovanými ve studiích Sporiš et al. (2010) i Schwesig et al. (2017), kteří stejně jako my, uvádí, že křídla jsou nejmladšími hráči družstva, zatímco za nejstarší hráče označili pivoty. Naopak Rojas et al. (2012), uvádí, že nejstaršími hráči jsou brankaři, což zdůvodňuje tím, že pro jejich roli jsou důležité především zkušenosti, které jim umožňují lépe předpovídat let míče při střele a zvyšují tak jejich šance zachytit míč. Nicméně rozdíly mezi pivoty a brankaři v této práci byly

zanedbatelné, přesněji 0,2 let, proto můžeme říci, že zkušenosti a věk hrají důležitou roli, jak u brankařů, tak i pivotů.

## **5.2 Antropometrické charakteristiky**

Antropometrické charakteristiky jednotlivých hráčů se značně liší. Rozdíly jsou nejen mezi hráči hrajícími na odlišných postech (Tabulka 4), ale i mezi hráči různých soutěží (Tabulka 3). A přesto, že zkoumání antropometrických charakteristik bylo hlavním cílem pouze 12 studií, podařilo se nám extrahovat tyto údaje ze všech 26 studií finálního výběru této práce.

### **5.2.1 Antropometrické charakteristiky hráčů podle místa jejich působiště**

Požadavky na antropometrické charakteristiky hráče se značně liší a jak uvádí Sporiš et al. (2012), z velké části závisí na herním stylu týmu, který je specifický nejen pro každý tým, ale i pro jednotlivé soutěže. Přehled základních antropometrických parametrů s ohledem na stát, v němž hráči působí, popřípadě jej reprezentují, je zaznamenán v Tabulce 3.



**Tabulka 3**

*Přehled studií zabývajících se antropometrickými charakteristikami v závislosti na státu působení.*

Autor a rok	Stát	n	Úroveň	Tělesná výška		Tělesná hmotnost		BMI	
				M	SD	M	SD	M	SD
Ghobadi et al. (2013)	<b>CELKOVĚ</b>	<b>236</b>	NT	<b>193,2</b>	<b>6,7</b>	<b>94,7</b>	<b>8,7</b>	<b>25,6</b>	<b>1,95</b>
	Španělsko	16		192,9	7,6	96,9	11,2	26,0	2,44
	Dánsko	17		194,0	7,5	94,8	10,4	25,2	2,16
	Chorvatsko	18		194,4	9,0	96,7	12,6	25,5	1,79
	Slovinsko	17		191,5	7,1	94,5	10,0	25,7	1,90
	Německo	16		193,4	4,8	92,2	6,4	24,6	1,17
	Francie	16		191,0	6,5	92,7	9,7	25,4	1,69
	Rusko	16		192,1	7,9	96,4	12,8	26,1	2,58
	Maďarsko	16		193,4	6,2	96,8	9,8	25,8	2,08
	Polsko	18		193,9	6,9	93,0	9,6	24,7	1,21
	Srbsko	18		191,6	6,7	94,6	9,4	25,7	1,81
	Island	17		191,8	5,6	92,5	6,5	25,1	1,37
	Makedonie	17		189,5	4,9	92,7	9,6	25,8	2,11
	Bělorusko	17		193,4	6,0	95,8	11,0	25,6	1,98
	Černá Hora	17		190,1	5,8	96,2	8,4	26,7	2,45
Kvorning et al. (2017)	Dánsko	19	NT	189,0	5	94	6,6		
Michalsik et al. (2015a)	Dánsko	348	NL	189,6	3,9	91,7	7,5		
Michalsik et al. (2015b)	Dánsko	157	NL	188,7	6,1	90	7,9		
Ravier et al. (2016)	Francie	18	NL	184,6	4,8	82,1	9,7		
Debanne et al. (2011)	Francie	12	NL	181,0	7,4	78,3	11,3	23,5	2,4
Sporis et al. (2010)	Chorvatsko	92	NL, NT	192,1	8,2	96	8,3		
Protzner et al. (2015)	Maďarsko	12	NL	192,2	6,9	101,7	9,5		
Schwesig et al. (2016)	Německo	21	NL	192,0	10	96,6	12,9	25,8	1,7
Fieseler et al. (2017)	Německo	21	NL	192,0	10	96,1	12,9	25,9	1,69
Kruger et al. (2014)	Německo	34	NL	191,3	3,3	94,6	7,1	25,6	1,73
Haugen et al. (2016)	Norsko	174	NL, NT	188,3	5,9	89,6	8,6		
Povoas et al. (2014)	Portugalsko	40	NL	187,5	4,1	89,1	6,9		
Povoas et al. (2012)	Portugalsko	30	NL	186,5	7,9	87,7	9		
Massuca et al. (2014)	Portugalsko	41	NL	187,6	5,6	87,5	10,8		

(pokračování)

### Tabulka 3 (pokračování)

Přehled studií zabývajících se antropometrickými charakteristikami v závislosti na státu působení.

Autor a rok	Stát	n	Úroveň	Tělesná výška		Tělesná hmotnost		BMI	
				M	SD	M	SD	M	SD
Massuca et al. (2015)	Portugalsko	91	NL	184,2	6	84,2	11		
Carvalho et al. (2014)	Portugalsko	12	NL	183,9	0,1	81,7	8,3		
Nikolaidis et al. (2015)	Řecko	39	NL	185,0	7	87,2	8,4	25,5	2,4
Nikolaidis et al. (2013)	Řecko	44	NL	184,6	5,9	85,6	9,24	25,25	2,49
Kounalakis et al. (2008)	Řecko	21	NL	186,0	5,7	86,4	9,4		
Gonzalez-Rave et al. (2014)	Španělsko	12	NL	190,0	5	92,9	12,3		
Pavlovic et al. (2015)	Srbsko	14	NL	188,7	6,2	88,8	10,4		
Popadic et al. (2009)	Srbsko	20	NL	186,6	7,2	87,8	11,1		
Muratovic et al. (2014)	Srbsko	26	NL	188,2	0,8	86,6	0,9	24,47	0,65
Durmic et al. (2015)	Srbsko	42	NL	180,7	9,4	76,1	12,3	23,15	1,88
Cenk et al. (2012)	Turecko	12	NL	189,0	6,6	96,2	13,3		

*Poznámka.* M - průměrná hodnota daného souboru, n - velikost souboru, NL - národní liga, NT - národní tým, SD - směrodatná odchylka

#### 5.2.1.1 Tělesná výška

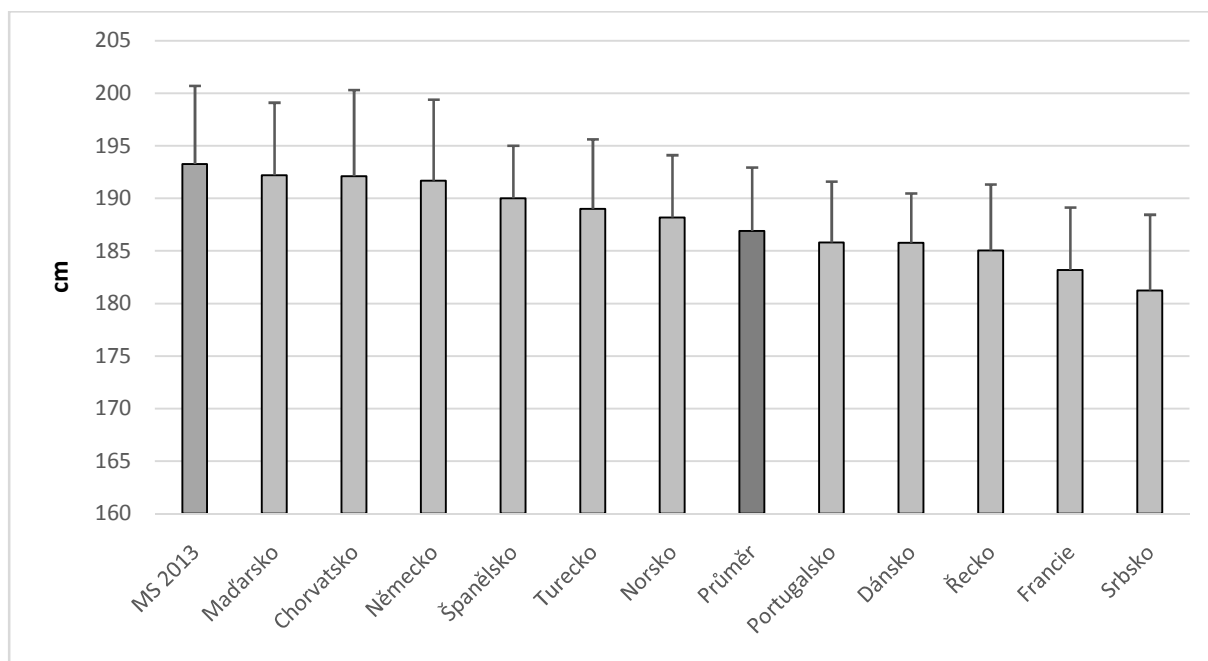
Jedním ze základních antropometrických parametrů je tělesná výška, jejíž hodnoty jsou uvedeny na Obrázku 2.

Pro srovnání se světovou špičkou, byl do grafu vložen i soubor MS 2013, který obsahuje údaje získané od 5 nejlépe umístěných národních týmů na tomto turnaji, který se uskutečnil ve Španělsku. Jedná se o týmy Španělska, Dánska, Chorvatska, Slovinska a Německa.

Nejvyšších hodnot dosahovala tělesná výška hráčů ze souboru mistrovství světa 2013, která byla  $193,3 \pm 7,4$  cm. Naopak nejmenší hráči byli zaznamenáni v srbské lize, u kterých byla zjištěna průměrná tělesná výška  $181,24 \pm 7,2$  cm. Hráči německé a španělské ligy dosáhli podobných výsledků, kdy hodnota pro Německo byla  $191,7 \pm 7,7$  cm a pro Španělsko  $190,0 \pm 5,0$  cm. Ve srovnání s týmy z mistrovství světa měli menší postavu, nicméně stále dosahovaly nadprůměrných hodnot, jelikož průměr pro tělesnou výšku byl vypočítán na  $186,9 \pm 6,0$  cm. Mezi velikostně podprůměrné se zařadili kromě Srbska také

hráči z portugalské ( $185,8 \pm 5,8$  cm), dánské ( $185,8 \pm 4,7$ cm), řecké ( $185,0 \pm 6,3$  cm) a francouzské ( $183,2 \pm 5,9$  cm) ligy.

Jelikož rozdíl mezi hráči MS 2013 a Srbska byl přibližně 12,0 cm, můžeme říci, že se jedná o poměrně variabilní somatickou charakteristiku a požadavky na tělesnou výšku házenkáře jsou mezi jednotlivými soutěžemi značně rozdílné. Přesto, že se nejedná o hlavní faktor úspěšnosti (Sporiš et al., 2010), je pravidlem, že házenkáři herně lepších týmů dosahují vyšších hodnot tělesné výšky, k čemuž se přiklání i Gorostiaga, Granados, Ibáñez a Izquierdo (2005), který porovnával antropometrické ukazatele elitních hráčů s amatérskými hráči 2. španělské ligy.



**Obrázek 2.** Průměrná tělesná výška hráčů v závislosti na státu, v kterém působí.

*Poznámka. Hodnoty pro následující země jsou prezentovány jako sdružené výsledky nejméně dvou studií: soubor MS 2013 je tvořen hráči 5 nejlépe umístěných týmů na Mistrovství světa 2013 ve Španělsku, soubor Německa je složen z 3, Portugalska z 5, Dánska z 3, Řecka 3 a Srbska ze 4 studií. Soubor průměr je prezentován sdruženým výsledkem hodnot všech studií. Sdružené výsledky byly vypočítány jako vážený průměr a sdružená směrodatná odchylka.*

Při srovnání tělesné výšky házenkářů s ostatními sporty zjistíme, že za basketbalisty, jejichž tělesná výška se pohybuje kolem  $196,9 \pm 10,4$  cm (Gerodimos, Manou, Kellis E., & Kellis S, 2005), výrazně zaostávají, naopak dosahují podobné výšky jako hráči amerického fotbalu (Lambert et al. 2012).

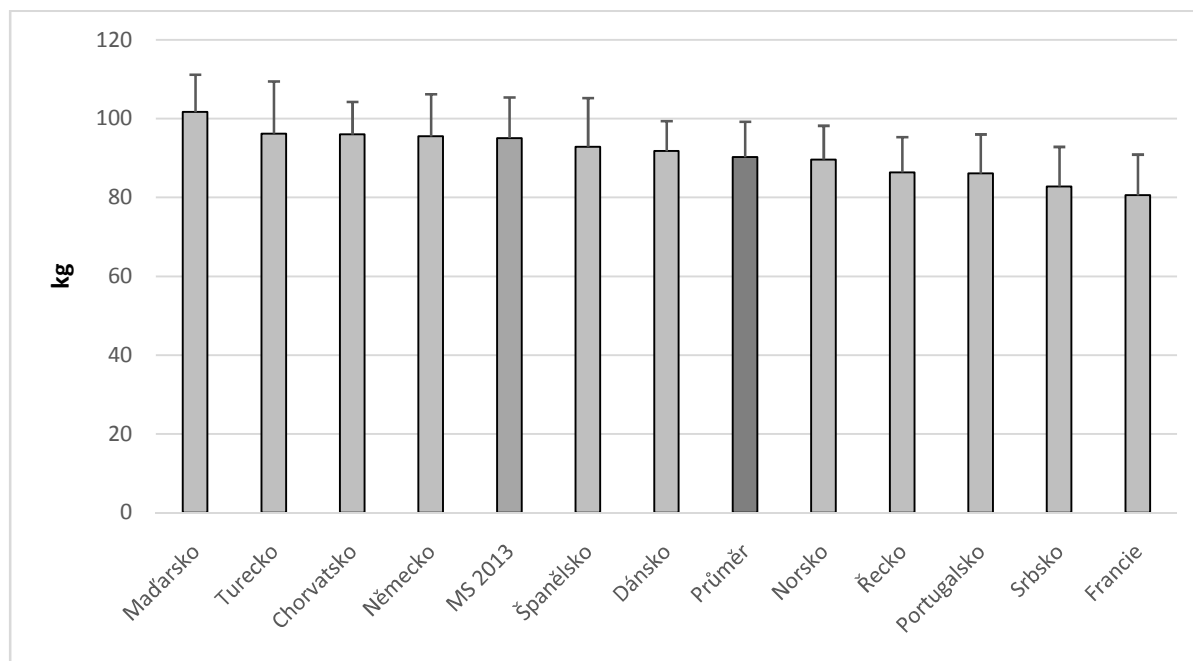
Směrodatná odchylka průměru dosahovala vysokých hodnot, konkrétně 6,0 cm. Což je dáno především tím, že existují velké rozdíly v tělesné výšce mezi jednotlivými herními posty v rámci jednoho týmu.

### 5.2.1.2 Tělesná hmotnost

Dalším základním antropometrickým ukazatelem je tělesná hmotnost. Jak můžeme vidět na Obrázku 3, jedná se o variabilní komponentu, na niž jsou kladeny nároky především v souvislosti s herní úrovní soutěže.

Nejvyšší tělesná hmotnost byla naměřena u hráčů hrajících v Maďarsku, jejichž hodnota byla  $101,7 \pm 9,5$  kg. Naopak nejlehčí hráči, průměrně vážící  $80,6 \pm 10,3$  kg, jsou ve Francii. Nejlepší ligy světa, tedy španělská Liga ASOBAL a německá DKB Bundesliga, měly průměrné hodnoty tělesné hmotnosti srovnatelné s házenkářskou špičkou mistrovství světa 2013. Kdy průměrná hmotnost hráčů španělské ligy je  $92,9 \pm 12,3$  kg, německé  $95,5 \pm 10,7$  kg a účastníků mistrovství světa  $95,1 \pm 10,4$  kg. Zároveň se jedná o soubory s vysokými hodnotami směrodatných odchylek. Tyto hodnoty jsou dány především hmotnostními rozdíly mezi jednotlivými herními posty, které v tomto grafu nebyly zohledněny.

Pokud porovnáme tělesnou hmotnost házenkářů s hráči jiných sportů, zjistíme, že jsou výrazně lehčí než basketbalisté, jejichž průměrná tělesná hmotnost je  $99,5 \pm 11,9$  kg (Gerodimos, Manou, Kellis E., & Kellis S, 2005), navíc výrazně zaostávají i za hráči amerického fotbalu s tělesnou hmotností  $103,1 \pm 20,4$  kg (Lambert et al. 2012).

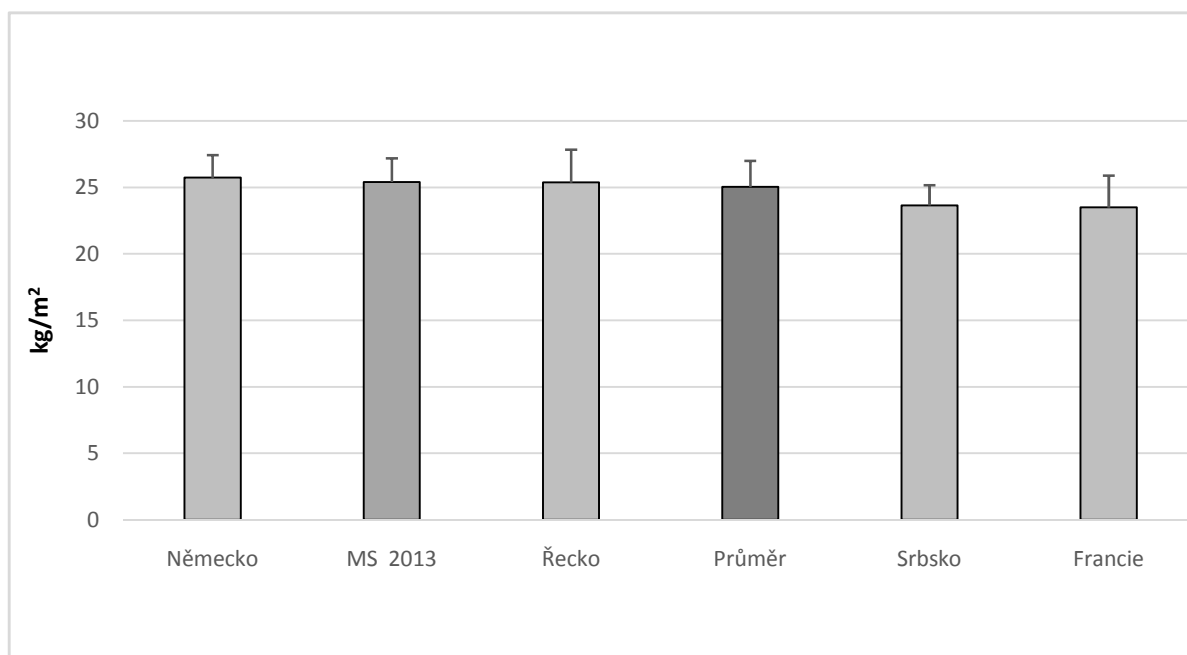


**Obrázek 3.** Průměrná tělesná hmotnost hráčů v závislosti na státu, ve kterém působí.

*Poznámka. Hodnoty pro následující země jsou prezentovány jako sdružené výsledky nejméně dvou studií: soubor MS 2013 je tvořen hráči 5 nejlépe umístěných týmů na Mistrovství světa 2013 ve Španělsku, soubor Německa je tvořen z 3, Portugalska 5, Dánska 3, Řecka 3 a Srbska 4 studií. Soubor průměr je prezentován sdruženým výsledkem hodnot všech studií. Sdružené výsledky byly vypočítány jako vážený průměr a sdružená směrodatná odchylka.*

### 5.2.1.3 Body mass index

Přesto, že body mass index je stanoven na základě předchozích dvou antropometrických ukazatelů, byly jeho hodnoty uvedeny pouze u 9 studií, které zahrnuli házenkáře z celkem 5 soutěží. Jejich hodnota a srovnání je prezentována na Obrázku 4.



**Obrázek 4.** Průměrné BMI hráčů v závislosti na státu, v kterém působí.

*Poznámka.* Hodnoty pro následující země jsou prezentovány jako sdružené výsledky nejméně dvou studií: soubor MS 2013 je tvořen hráči 5 nejlépe umístěných týmů na Mistrovství světa 2013 ve Španělsku, soubor Německa je složen z 3 a Srbska z 2 studií. Soubor průměr je prezentován sdruženým výsledkem hodnot všech studií. Sdružené výsledky byly vypočítány jako vážený průměr a sdružená směrodatná odchylka.

Jelikož data pro hodnocení BMI byla získána jen z 35 % studií, je světová špička prezentována pouze hráči ze souboru MS 2013 a německé ligy. Stejně jako u předešlých ukazatelů byly zjištěny podobné hodnoty těchto dvou souborů. Přičemž nejvyšších hodnot dosáhli házenkáři působící v německé lize, jejichž průměrné BMI bylo  $25,7 \pm 1,7 \text{ kg/m}^2$ , zatímco hráči z mistrovství světa měly hodnoty BMI  $25,4 \pm 1,8 \text{ kg/m}^2$ . Obě tyto hodnoty byly opět nadprůměrné, neboť průměrné BMI bylo vypočítáno na  $25,0 \pm 1,9 \text{ kg/m}^2$ . Stejně jako u tělesné výšky a hmotnosti dosáhli nejnižších hodnot hráči Francie a Srbska.

Získané výsledky se shodují se závěry publikovanými ve studiích Ghobadi et al. (2013) a Gorostiaga et al. (2005), kteří uvádí, že týmy na vysoké herní úrovni mají vyšší a těžší hráče, čemuž odpovídají i vyšší hodnoty BMI, než týmy nižších soutěží

Na základě systému klasifikace BMI, která udává, že hodnoty BMI pro normálního muže jsou v rozmezí  $18,5\text{--}24,9 \text{ kg/m}^2$  (World Health Organization, 2018), měli hráči souboru

MS 2013 a Německa nadváhu. Tyto výsledky ovšem můžeme považovat za ne zcela přesné, neboť, jak bylo uvedeno v kapitole 2.4.1 Antropometrické vyšetření, sensitivita tohoto výškově-hmotnostního indexu pro sportovce je velmi nízká. Potvrzují to i studie prováděné na basketbalistech (Gerodimos et al., 2005) a hráčích amerického fotbalu (Lambert et al., 2012), ve kterých byli všichni hráči na základě této klasifikace hodnoceni jako jedinci s nadváhou.

Házenkáři, ve srovnání s hráči amerického fotbalu zkoumanými ve studii Lambert et al. (2012), jejichž hodnoty BMI byly stanoveny na  $29,8 \pm 6,1 \text{ kg/m}^2$ , stejně jako u tělesné výšky a váhy výrazně zaostávají. Je to dáno především tím, že americký fotbal je více kontaktní sport než házená, a jak uvádí Šibila a Pori (2009), robustní postava poskytuje výhodu především ve fyzických soubojích. Naopak výsledky získané od basketbalistů řeckého národního týmu, jejichž BMI činilo  $25,3 \pm 1,4 \text{ kg/m}^2$  (Gerodimos et al., 2005) byly srovnatelné s výsledky házenkářů zahrnutých do této práce. Vzhledem k tomu, že mají hráči basketbalu i házené podobné hodnoty BMI, můžeme říci, že rozdíly v tělesné hmotnosti byly dány především vysokou postavou basketbalistů.

### **5.2.2 Antropometrické charakteristiky hráčů podle herních postů**

Antropometrické charakteristiky, především tělesná výška a hmotnost, sice nejsou v házené klíčovým faktorem pro úspěch, ale přesto v ní sehrávají důležitou roli. Využívají se především k rozřazení hráčů na jednotlivé herní posty (Sporiš et al., 2010), neboť hráči každého herního postu mají svou specifickou roli a požadavky na jejich antropometrické vlastnosti se liší v závislosti na ní. Z tohoto důvodu vznikají antropometrické rozdíly mezi hráči působícími na různých herních postech. Tyto rozdíly jsou prezentovány v Tabulce 4.

**Tabulka 4**

*Přehled studií zabývajících se antropometrickými charakteristikami v závislosti na herním postu*

Hlavní autor	n	Posty	Tělesná výška (cm)		Tělesná hmotnost (kg)		BMI (kg/m <sup>2</sup> )		Somatotyp		Rozpětí paží (cm)		Rozpětí prstů (cm)	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Fieseler et al. (2017)	<b>21</b>	<b>Průměr</b>	<b>192</b>	<b>10,0</b>	<b>96,1</b>	<b>12,9</b>	<b>25,9</b>	1,7						
	3	Brankař	195	3,0	100,3	6,2	26,3	2,2						
	2	Pivot	198	4,0	109,3	4,3	27,9	1,0						
	10	Spojka	196	9,0	98,4	11,9	25,4	1,4						
	5	Křídlo	179	6,0	81,0	7,5	25,3	1,8						
Haugen et al. (2016)	<b>174</b>	<b>Průměr</b>	<b>188,2</b>	<b>5,4</b>	<b>89,6</b>	<b>8,6</b>								
	29	Brankař	190	5,0	95,0	11,0								
	30	Pivot	192	7,0	100,0	9,0								
	71	Spojka	189	5,0	89,0	9,0								
	44	Křídlo	183	5,0	80,0	5,0								
Kruger et al. (2014)	<b>34</b>	<b>Průměr</b>	<b>191,3</b>	<b>3,3</b>	<b>94,6</b>	<b>7,1</b>	<b>25,6</b>	<b>1,7</b>						
	10	Brankař	194,0	3,0	95,4	4,7	25,1	1,2						
	10	Pivot	195,0	2,0	105,1	11,0	27,5	2,8						
	10	Spojka	193,0	5,0	95,2	8,7	25,3	1,4						
	4	Křídlo	183,0	3,0	82,5	3,8	24,5	1,5						
Michalsik et al. (2015)	<b>157</b>	<b>Průměr</b>	<b>188,7</b>	<b>6,1</b>	<b>90,5</b>	<b>7,9</b>								
	26	Brankař	191,4	4,8	93,8	7,3								
	27	Pivot	192,0	4,9	95,1	7,1								
	67	Spojka	189,4	5,8	91,2	6,2								
	32	Křídlo	183,1	5,0	82,0	5,5								
Nikolaidis et al. (2015)	<b>39</b>	<b>Průměr</b>	<b>185,0</b>	<b>7,0</b>	<b>87,2</b>	<b>8,4</b>	<b>25,5</b>	<b>2,4</b>	<b>En3,8</b>	<b>1,2</b>				
	8	Brankař	188,0	5,0	88,5	5,2	25,1	1,8	<b>Me5,3</b>	<b>1,2</b>				
	7	Pivot	186,0	5,0	93,6	6,2	27,1	1,3	<b>Ek2,1</b>	<b>1,1</b>				
	15	Spojka	187,0	7,0	89,9	7,1	25,7	2,9						
	9	Křídlo	178,0	4,0	76,8	4,6	24,3	1,9						
									B					
									En 3,9	1,1				
									Me 4,9	0,6				
									Ek 2,3	0,9				
									P					
								En 3,9	0,7					
								Me 5,9	0,8					
								Ek 1,5	0,5					
								S						
								En 4,1	1,4					
								Me 5,1	1,6					
								Ek 2,2	1,3					
								K						
								En 3,1	0,9					
								Me 5,5	1,0					
								Ek 2,1	1,0					

(pokračování)

#### Tabulka 4 (pokračování)

Přehled studií zabývajících se antropometrickými charakteristikami v závislosti na herním postu

Autor a rok	n	Posty	Tělesná výška (cm)		Tělesná hmotnost (kg)		BMI		Somatotyp		Rozpětí paží (cm)		Rozpětí prstů (cm)	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Póvoas et al. (2014)	<b>40</b>	<b>Průměr</b>	<b>187,5</b>	<b>4,1</b>	<b>89,1</b>	<b>6,9</b>								
	10	Brankař	189,8	2,2	87,4	8,7								
	10	Pivot	192,0	2,7	98,6	4,9								
	10	Spojka	191,0	5,6	89,8	7,4								
	10	Křídlo	177,3	5,0	80,5	6,1								
Schwesig et al. (2016)	<b>21</b>	<b>Průměr</b>	<b>192</b>	<b>10,0</b>	<b>96,6</b>	<b>12,9</b>	<b>25,8</b>	<b>1,7</b>						
	3	Brankař	195	3,0	100,3	6,2	26,3	2,7						
	3	Pivot	198	4,0	109,3	0,7	27,9	1,0						
	10	Spojka	196	1,0	98,4	11,9	25,4	4,1						
	5	Křídlo	179	6,0	81,0	7,5	25,3	1,8						
Sporis et al. (2010)	<b>92</b>	<b>Průměr</b>	<b>192,1</b>	<b>8,2</b>	<b>96,0</b>	<b>8,3</b>					<b>195,0</b>	<b>5,9</b>	<b>23,3</b>	<b>1,3</b>
	13	Brankař	195,2	5,2	100,0	8,8					199,9	6,1	23,5	1,0
	25	Pivot	196,3	9,3	107,6	7,9					199,0	1,9	24,0	1,2
	28	Spojka	196,7	5,4	96,7	5,4					197,8	6,4	22,9	1,8
	26	Křídlo	183,9	5,7	89,1	6,5					185,8	7,5	22,8	0,8

Poznámka. BMI - body mass index, Ek - ektomorfie, En - endomorfie, M - průměrná hodnota, Me - mezomorfie, n - velikost souboru, SD - směrodatná odchylka

##### 5.2.2.1 Tělesná výška

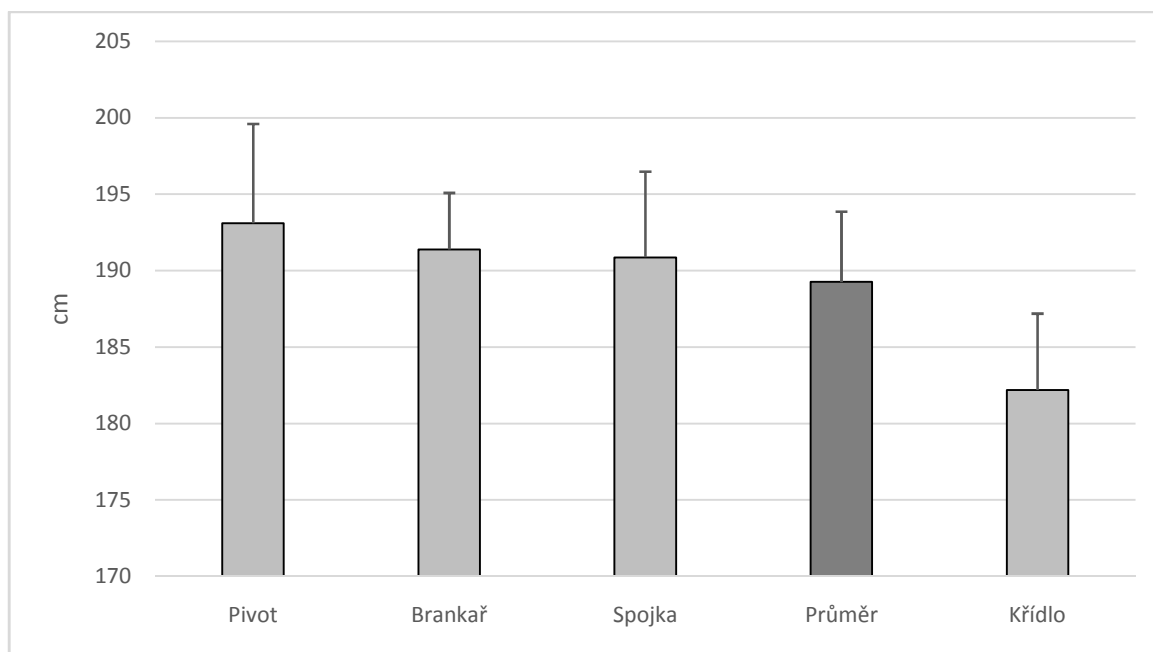
Přesto, že je tělesná výška jen jedním ze základních antropometrických parametrů, v házené hraje klíčovou roli při přiřazování herních postů jednotlivým hráčům. Její rozdíly mezi jednotlivými posty byly uvedeny pouze v 8 studiích a jsou znázorněny na Obrázku 5.

Nejvyšších hodnot ze souboru hráčů této práce dosahovali pivoti, kteří byli vysocí průměrně  $193,1 \pm 6,5$  cm. Naopak nejmenšími hráči byla křídla, jejichž výška činila průměrně  $182,18 \pm 5,0$  cm. Jedná se o výrazně podprůměrnou hodnotou, neboť tito hráči zaostávali za průměrem, který činil  $189,3 \pm 4,6$  cm, přibližně o 7 cm. Křídla navíc tuto hodnotu zásadně ovlivnila. Pokud se totiž podíváme na hodnoty tělesné výšky u spojek a brankařů, které jsou průměrně  $190,9 \pm 5,6$  cm respektive  $191,4 \pm 3,7$  cm, zjistíme, že rozdíl mezi těmito hráči byl dokonce 8–9 centimetrů.

Získané výsledky jsou v souladu se studií Sporiš et al. (2010), který uvádí, že pivoti jsou největší, protože zakončují akce založené spojkami a vysoká postava jim umožňuje přijmout i přihrávky přes obranu soutěže. Tento názor zastává i Ghobadi et al. (2013). Naopak Srhoj et al. (2002) uvádí, že nejvyššími házenkáři jsou spojky. Nicméně vzhledem k tomu, že rozdíl mezi pivoty a spojkami v této práci činí přibližně 2 cm, je zjevné, že vysoká postava je výhodná pro spojky i pivoty. K faktu, že křídla jsou nejmenšími hráči, se přiklání Krüger et al. (2013), Sporiš et al. (2010), Ghobadi et al. (2013) i Srhoj et al. (2002). Hlavním



důvodem je to, že by jim nebyla vysoká postava výhodou, protože nemusejí střílet přes obranný blok soupeře (Krüger et al., 2013).



**Obrázek 5.** Průměrná tělesná výška hráčů na jednotlivých postech.

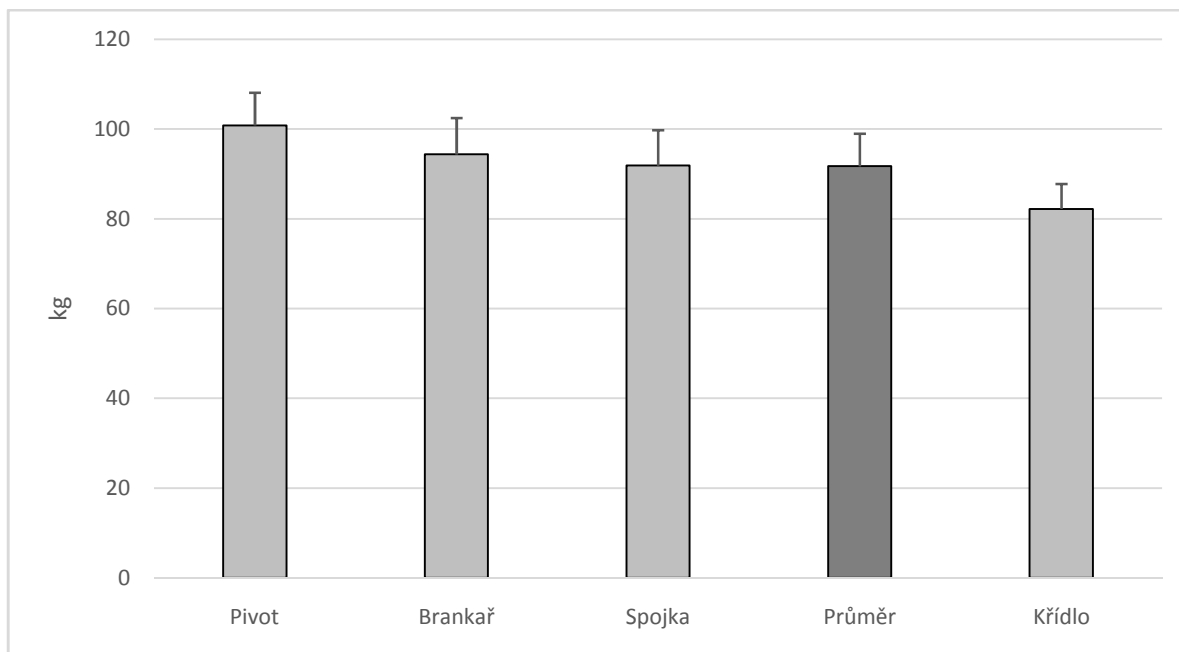
*Poznámka.* Hodnoty následující souborů grafu jsou sdružené výsledky získané celkem z 8 studií a byly vypočítány jako vážený průměr a sdružená směrodatná odchylka

Velikost směrodatných odchylek ve srovnání s hodnotami uvedenými na Obrázku 2 (tělesná hmotnost hráčů v závislosti na soutěži, ve které působí) je téměř poloviční. Jedná se tedy o relativně stabilní hodnoty a rozdíly v tělesné výšce mezi jednotlivými posty jsou, dá se říct, pravidlem.

Jednotlivé hodnoty směrodatné odchylky mohou být dány například tím, že průměrná výška hráčů se mezi jednotlivými zkoumanými soutěžemi výrazně liší, viz Obrázek 2. U spojek může být důvodem i to, že v praxi se spojky dále dělí na 2 krajní a 1 střední. V bakalářské práci nebyl tento fakt zohledněn, protože tyto údaje žádná ze studií finálního výběru neuváděla. Nicméně Urban et al. (2011) ve své studii uvádí, že průměrný rozdíl mezi krajními a středními spojkami je přibližně 7 cm, ke stejnému závěru dospěl i Ghobadi et al. (2013), který naměřil rozdíl 4,5 cm.

### 5.2.2.2 Tělesná hmotnost

Stejně jako tělesná výška i hmotnost je klíčovým parametrem pro rozřazování házenkářů na jednotlivé herní posty. Rozdíly, vzniklé především různými požadavky na herní výkon, byly uvedeny v 8 studiích a jsou prezentovány na Obrázku 6.



**Obrázek 6.** Průměrná tělesná hmotnost hráčů v závislosti na státu, v kterém působí.

*Poznámka.* Hodnoty následující souborů grafu jsou sdružené výsledky získané celkem z 8 studií a byly vypočítány jako vážený průměr a sdružená směrodatná odchylka

Stejně jako nejvyššími, tak i nejtěžšími hráči byli pivoti, jejichž průměrná tělesná hmotnost byla stanovena na  $100,8 \pm 7,3$  kg. Nejlehčími hráči byla křídla s průměrnou hmotností  $82,2 \pm 5,6$  kg. O tom, jak velmi záleží na tělesné hmotnosti při rozdělování hráčů na jednotlivé posty, svědčí fakt, že rozdíl mezi těmito dvěma krajními soubory činí téměř 19 kg. Druhými nejtěžšími hráči s průměrnými hodnotami  $94,4 \pm 8,1$  kg byli brankaři, kteří stejně jako spojky s váhou  $91,9 \pm 7,9$  kg dosahovali mírně nadprůměrných hodnot, neboť průměr byl vypočítán na  $91,7 \pm 7,3$  kg

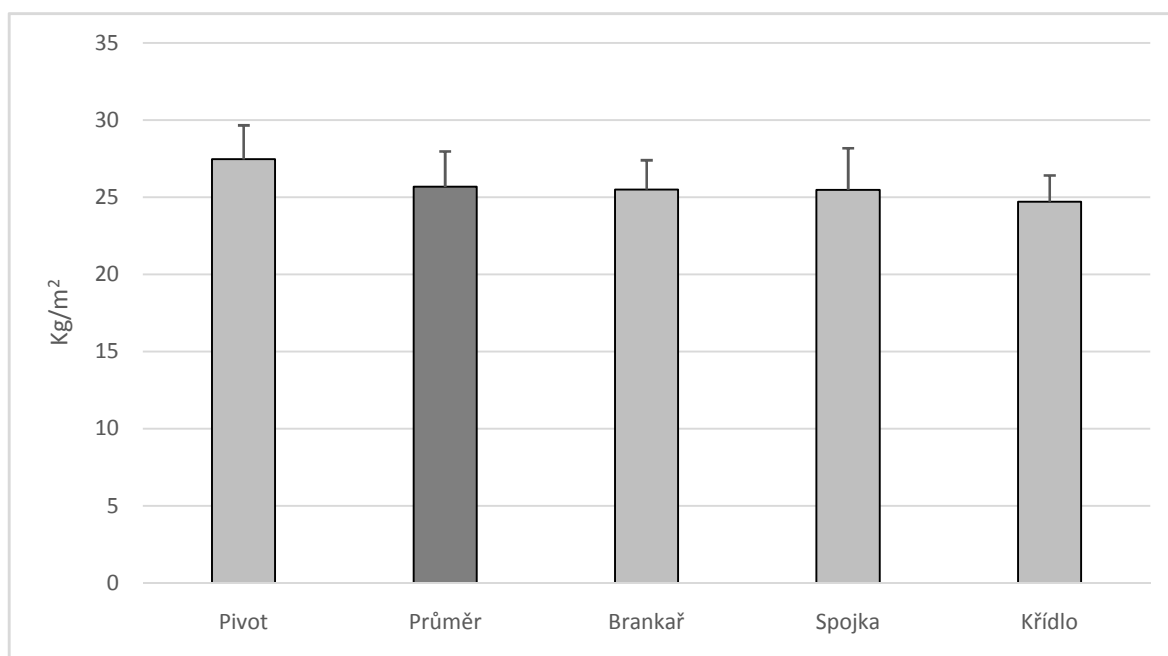
Zásadní rozdíl v tělesné hmoty mezi křídly a pivoty byl zaznamenán i ve studii Sporiš et al. (2010). Důvodem je rozdílná herní úloha. Zatímco pivoti svádí souboje na brankovišti, křídla zakončují rychlé protiútoky (Sporiš et al. 2010).

Průměrná směrodatná odchylka činila 7,3 kg. Velikost této hodnoty je z části způsobena faktem, že existují velké hmotnostní rozdíly mezi hráči působících v jednotlivých soutěžích, z nichž byly získány sdružené výsledky jednotlivých souborů grafu. Nicméně i přesto existují nejen velké hmotnostní rozdíly mezi hráči působících na různých postech, ale i mezi házenkáři hrajících na stejných pozicích. Nejvyšší rozdíly byly zaznamenány mezi brankáři, a to až 8,1 kg. Podobně vysokých hodnot směrodatné odchylky dosahovaly i spojky, které za pivoty zaostávaly pouze o 0,2 kg. Jedná především o důsledek již zmíněného dělení spojek na střední a krajní, kdy střední spojky dosahují vzhledem k nižší postavě i menší tělesné hmotnosti. Rozdíl u házenkářů zkoumaných ve studii Urban et al. (2011) byl 9 kg, Ghobadi et al. (2013) naměřil menší, přesto zásadní rozdíl 5 kg. Směrodatná

odchylka pivotů byla vypočítána průměrně na 7,3 kg. Je to dáno hlavně tím, že vysoká tělesná hmotnost sice poskytuje pivotům výhodu v osobních soubojích (Šibila & Pori, 2009), ale není klíčová pro úspěch. Pivoti s nižší vahou mívají lépe rozvinutou mrštnost, díky které dosáhnou téměř stejného herního výkonu, jako těžší pivoti (Sporiš et al., 2010). Nejméně variabilní hodnoty tělesné hmotnosti byly zaznamenány u křídel. Jak již bylo zmíněno, mezi jedny z nejdůležitějších schopností křídel patří rychlost a vytrvalost, jež jsou jakoukoliv nadbytečnou hmotností negativně ovlivněny (Sporiš et al., 2010).

### 5.2.2.3 Body mass index

Hodnoty pro BMI házenkářů, rozdělných podle herních postů, byly získány pouze ze 4 studií. Jejich sdružené výsledky jsou uvedeny na Obrázku 7.



**Obrázek 7.** Průměrné BMI hráčů v závislosti na státu, v kterém působí.

*Poznámka.* Hodnoty následující souborů grafu jsou sdružené výsledky získané celkem z 8 studií a byly vypočítány jako vážený průměr a sdružená směrodatná odchylka

Jelikož je BMI parametr jehož hodnoty jsou vypočítány na základě tělesné výšky a hmotnosti, je zřejmé, že nejvyšších hodnot dosahovali opět pivoti, zatímco nejnižších křídla. Pokud porovnáme spojky ( $25,48 \pm 2,7 \text{ kg/m}^2$ ) s brankaři ( $25,50 \pm 1,9 \text{ kg/m}^2$ ) zjistíme, že dosáhli téměř totožných hodnot. Jedná se tedy o hráče s podobnou tělesnou hmotností vzhledem k jejich výšce. Tím, že křídla s hodnotou  $24,7 \pm 1,7 \text{ kg/m}^2$  za brankaři a spojkami zaostávají, jen potvrzují, že je drobná postava pro vykonávání jejich herní úlohy nezbytná. Naopak pivoti, co se týče BMI, nad ostatními vyčnívají. Jejich hodnoty byly vypočteny na  $27,5 \pm 2,2 \text{ kg/m}^2$ . Což jen podporuje tvrzení Šibila a Poriho (2009), že robustní postava je

pro pivoty typická a vzhledem k neustálým soubojům na brankovišti je pro ně ve výsledku výhodná.

Přesto, že získané hodnoty BMI odpovídají hodnotám tělesné hmotnosti a výšky uvedených v této práci, měly by se brát s nadhledem. Důvodem je, že všichni hráči, kromě křidel by byli na základě tohoto ukazatele opět klasifikováni jako s nadváhou

#### 5.2.2.4 Somatotyp

Jak uvádí Urban et al. (2011), somatotyp je jednou ze základních složek, pomocí které lze analyzovat předpoklad pro herní výkon jedince. Přesto se tímto ukazatelem zabýval pouze Nikolaidis et al. (2015), který zkoumal řecké házenkáře. Výsledky této studie jsou zobrazeny v Tabulce 5.

**Tabulka 5**

*Somatytop hráčů podle herních postů*

Autor	n	Posty	Průměr		Brankař		Pivot		Spojka		Křídlo	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Nikolaidis et al. (2015)	39	Průměr	En 3,8	1,2	En 3,9	1,1	En 3,9	0,7	En 4,1	1,4	En 3,1	0,9
	8	Brankař	Me5,3	1,2	Me 4,9	0,6	Me 5,9	0,8	Me 5,1	1,6	Me 5,5	1,0
	7	Pivot	Ek 2,1	1,1	Ek 2,3	0,9	Ek 1,5	0,5	Ek 2,2	1,3	Ek 2,1	1,0
	15	Spojka										
	9	Křídlo										

*Poznámka.* Ek - ektomorfie, En - endomorfie, M - průměrná hodnota souboru, Me - mezomorfie, n - velikost souboru, SD - směrodatná odchylka

Nejvyšších hodnot mezomorfní složky dosáhli pivoti ( $5,9 \pm 0,8$ ) a křídla ( $5,5 \pm 1,0$ ). Při srovnání pivotů s brankaři, kteří měli nejnižší hodnotu mezomorfie ( $4,9 \pm 0,6$ ), zjistíme, že se jedná o relativně stálou komponentu somatotypu. Navíc u všech postů byla tato komponenta nejvíce rozvinuta. Ke stejným zjištěním dospěl i Pavlík (2003), který se zabýval gymnasty, a Toriola et al. (1985), který zkoumal hokejisty, sprintery a basketbalisty. Tyto výsledky jsou dány především tím, že hodnoty mezomorfie jsou klíčové pro úspěch v jakémkoliv sportu (Kopecký, 2011), neboť poskytují údaje o rozvoji svalové a kosterní hmoty (Riegerová et al., 2006).

Co se týče endomorfní složky, dosáhli brankaři i pivoti stejné hodnoty 3,9. Překvapivě vysoké hodnoty byly zaznamenány u spojek, a to dokonce 4,1. Nejméně rozvinutou endomorfní složku měla křídla (3,1). Tyto výsledky se neshodují s údaji publikovanými Urbanem et al. (2011), který uvádí, že je tato komponenta nejvíce rozvinuta u brankařů (2,2), zatímco spojky (1,7) za nimi výrazně zaostávaly. Při srovnání s basketbalisty (2,9) a sprintery (2,4) měřenými Toriolou et al. (1985), zjistíme, že řeckí házenkáři dosáhli nadprůměrných výsledků.

Hodnoty ektomorfní složky, jež shrnují délkové rozměry těla (Riegerová et al., 2006), byly podle očekávání nejvyšší u brankařů (2,3), podobné hodnoty měli i spojky (2,2) a křídla

(2,1). Naopak pivoti s hodnotou 1,5 za těmito hráči výrazně zaostávali. K tomu, že nejnižších hodnot dosahují pivoti, se přiklání i Urban et al. (2011), který jako důvod udává, že kratší končetiny mají za následek snížení těžiště, které jim poskytuje stabilitu ve fyzických soubojích. Přesto dosahovali pivoti ve studii Urban et al. (2011) vyšších hodnot, a to 2,3.

### 5.2.2.5 Délkové rozměry

Jedná se o antropometrický parametr, který je z velké části podmíněn geneticky (Riegerová et al., 2006) a v házené hraje klíčovou roli, neboť dlouhá horní končetina umožňuje vyvinout větší sílu a tím i vyšší rychlost míče a větší rozpětí prstů zlepšuje jeho kontrolu (Sporiš et al., 2010).

Data pro výsledky této práci byly získány pouze z 1 studie (Sporiš et al., 2010), a jsou uvedeny v Tabulce 6.

**Tabulka 6**

*Délkové rozměry hráčů podle herních postů*

Hlavní autor	n	Posty	Rozpětí paží (cm)		Rozpětí prstů (cm)	
			M	SD	M	SD
Sporiš et al. (2010)	92	<b>Průměr</b>	<b>195,0</b>	<b>5,9</b>	<b>23,3</b>	<b>1,3</b>
	13	Brankař	199,9	6,1	23,5	1,0
	25	Pivot	199,0	1,9	24,0	1,2
	28	Spojka	197,8	6,4	22,9	1,8
	26	Křídlo	185,8	7,5	22,8	0,8

*Poznámka.* M - průměrná hodnota souboru, n - velikost, SD - směrodatná odchylka

Největších rozměrů paží dosáhli pivoti a brankáři, a to se shodným průměrem 199 cm. Jak se přepočítalo, křídla s velikostí rozpětí 185,8 cm, skončila na posledním místě. Stejně tak největší rozpětí prstů bylo naměřeno u pivotů (24 cm) a nejmenší u křídel (22,8 cm). Toto pořadí je stejné, jako pořadí získané u tělesné výšky. Což odpovídá tvrzení Riegerové et al. (2006), že velikost všech délkových rozměrů je závislá na tělesné výšce.

## 5.3 Tělesné složení

Požadavky na tělesné složení, stejně jako na antropometrické parametry, házenkáře se značně liší. Rozdíly jsou především mezi hráči hrajících na odlišných postech (Tabulka 9), ale najdeme je i mezi hráči odlišných týmů případně soutěží (Tabulka 7).

### 5.3.1 Tělesné složení hráčů podle místa jejich působení

Rozdíly v průměrných hodnotách jednotlivých složek tělesného složení mezi hráči působících v různých soutěžích jsou dány především rozdílnou taktikou a herními strategiemi trenérů (Sporiš et al., 2010) a jsou zaznamenány v Tabulce 7.

## Tabulka 7

Přehled studií zabývajících se antropometrickými charakteristikami v závislosti na státu působení

Hlavní autor	Stát	n	Metoda	KŘ	(% FM)		FFM (kg)		MM (%)	
					M	SD	M	SD	M	SD
Carvalho et al. (2014)	Portugalsko	12	Kaliperace (rovnice Faulkner)	8	13,9	3,2				
Cenk et al. (2012)	Turecko	12	Kaliperace (SW)	2	13,3	3,1				
Durmic et al. (2015)	Srbsko	42	BIA		13,9	3,5				
Kvorning et al. (2017)	Dánsko	19	Kaliperace (DW)	4	15,2	2,8	79,5	5,7		
Massuca et al. (2014)	Portugalsko	41	Kaliperace (JP, rovnice Heymsfield)	8	13,3	6,1			41,8	6,7
Massuca et al. (2015)	Portugalsko	91	Kaliperace (JP, rovnice Heymsfield)	9	11,8	5,4	70,4	10,8	44,9	6,2
Muratovic et al. (2014)	Srbsko	26	Kaliperace	6	12,4	0,1			52,85	0,8
Nikolaidis et al. (2013)	Řecko	44	Kaliperace (rovnice Parizkova)	10	17,7	3,9	70,5	5,7		
Nikolaidis et al. (2015)	Řecko	39	Kaliperace (rovnice Parizkova)	10	18,1	3,8	71,3	5,6		
Pavlovic et al. (2015)	Srbsko	14	BIA		20,1	4				
Povoas et al. (2012)	Portugalsko	30	BIA		9,7	2,3				
Povoas et al. (2014)	Portugalsko	40	BIA		9,9	2,2				
Protzner et al. (2015)	Maďarsko	12	Kaliperace (DR)		14,4	3,1			44,2	2,2
Sporis et al. (2010)	Chorvatsko	92	Kaliperace (JP)	7	11,2	3,4				

*Poznámka.* BIA - bioelektrická impedanční analýza, DR - rovnice dle Drinkwater–Ross, DW - rovnice dle Durnin–Womersley, FM - tuková hmota, FFM - tukuprostá hmota, JP - rovnice dle Jackson–Pollock, KR - počet kožních řas, M - průměrná hodnota souboru, MM - svalová hmota, n - velikost souboru, SD - směrodatná odchylka, SW - rovnice dle Sloan–Wier

Údaje pro výsledky tělesného složení byly získány z celkem 14 studií, které zahrnují celkem 7 různých států s výjimkou německé DKB Bundesligy a španělské Asobal ligy. Chybí tedy údaje naprosté světové špičky.

### **5.3.1.1 Procento tělesného tuku**

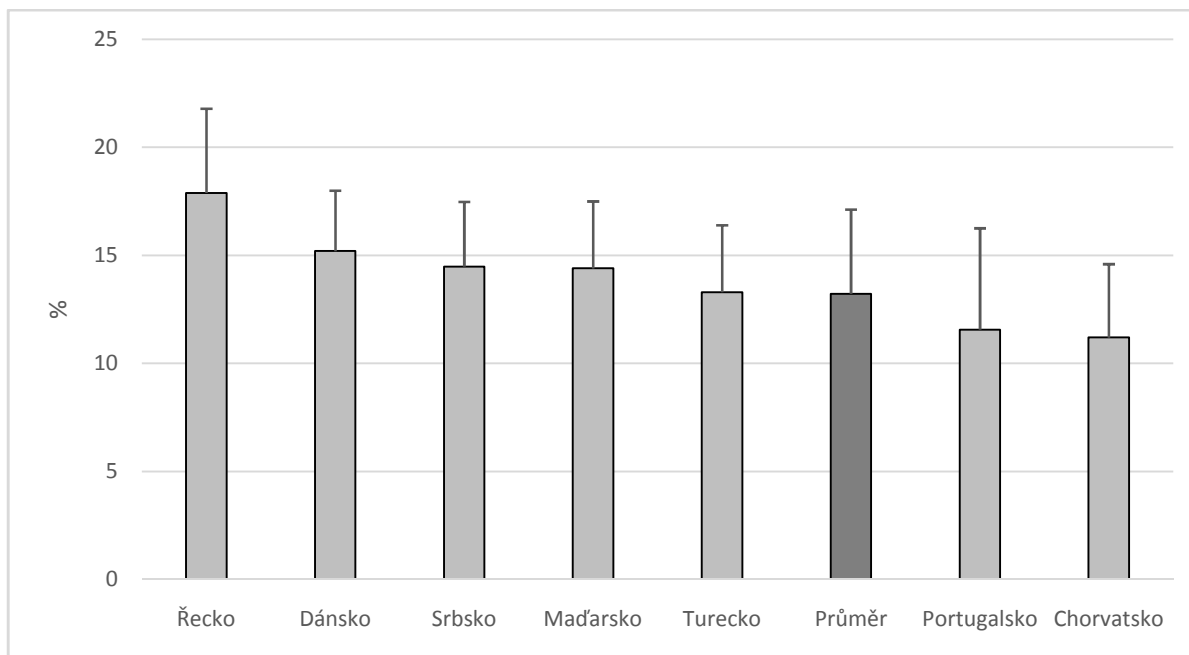
Procento tělesného tuku je jednou ze základních složek tělesného složení. Jeho množství je velmi variabilní a pro sportovní výkon důležité (Riegerová et al., 2006). Zastoupení dané komponenty u házenkářů různých soutěží je znázorněno na Obrázku 8.

Přesto, že množství tělesného tuku herní výkon v házené zásadně ovlivňuje, zabývalo se touto problematikou pouze 13 studií, které zahrnovali 7 různých evropských soutěží, přičemž nejlepší z nich (maďarská liga) je považována za 3. nejlepší soutěž světa.

U hráčů z řecké ligy byly naměřeny nejvyšší hodnoty, a to  $17,9 \pm 3,9$  %. Při srovnáním s hráči z dánské ligy, kteří dosáhli druhých nejvyšších hodnot ( $15,2 \pm 2,8$  %), zjistíme, že hodnoty Řeků byly značně nadprůměrné. Potvrzuje to i fakt, že ve srovnání s průměrem ( $13,2 \pm 3,9$  %) mají řečtí hráči o 4 % více tuku. To vysvětluje, proč řečtí házenkáři ve studii Nikolaidis et al. (2015) dosáhly téměř dvojnásobných hodnot endomorfní komponenty somatotypu než házenkáři zkoumaní Urbanem et al. (2011).

Nadprůměrných hodnot dále dosáhli i hráči ze Srbské ( $14,5 \pm 3$  %), Maďarské ( $14,4 \pm 3,1$  %) a Turecké ( $13,3 \pm 3,1$  %) soutěže. Přesto, že ve srovnání s Řeky mají všichni hráči výrazně méně tělesného tuku, není jeho množství ideální, neboť podle Riegerové et al. (2006) by měl muž ve věku 18–34 let dosahovat přibližně 13 % tělesného tuku. Výjimku naopak tvoří házenkáři portugalské a chorvatské ligy, kteří mají pouze  $11,6 \pm 4,7$  %, respektive  $11,2 \pm 3,4$  % tělesného tuku.

Tyto nadprůměrné hodnoty házenkářů jsou dány především tím, že házená je kontaktní sport, který vzhledem k častým fyzickým soubojům vyžaduje vyšší tělesnou hmotnost (Šibila & Pori, 2009), a tím i větší množství tělesného tuku. Navíc podle Ghobadiho et al. (2011) i Gorostiagy et al. (2005) výkonnostně nejlepší týmy dosahují vyšších hodnot procenta tělesného tuku. Což je v souladu s výsledky naší práce, protože hráči maďarské ligy dosáhli nadprůměrných výsledky. Přesto ne nejvyšších, důvodem je, že jeho nadměrné množství negativně ovlivňuje vytrvalostní schopnosti, které jsou pro úspěch v házené nezbytné (Sporiš et al., 2010)



**Obrázek 8.** Procento tělesného tuku hráčů v závislosti na státu, v kterém působí.

*Poznámka.* Hodnoty následující souborů grafu jsou sdružené výsledky více studií: soubor Portugalska z 5, Řecka z 2 a Srbska z 3 studií. Soubor průměr je prezentován sdruženým výsledkem hodnot všech studií. Sdružené výsledky byly vypočítány jako vážený průměr a sdružená směrodatná odchylka.

Průměrná hodnota směrodatné odchylky byla vypočítána na 3,9 %. Její hodnota je z velké části dána tím, že existují rozdíly nejen mezi házenkáři odlišných postů i jednotlivými hráči, neboť množství tuku je velmi variabilní i u běžné populace (Riegerová et al., 2006).

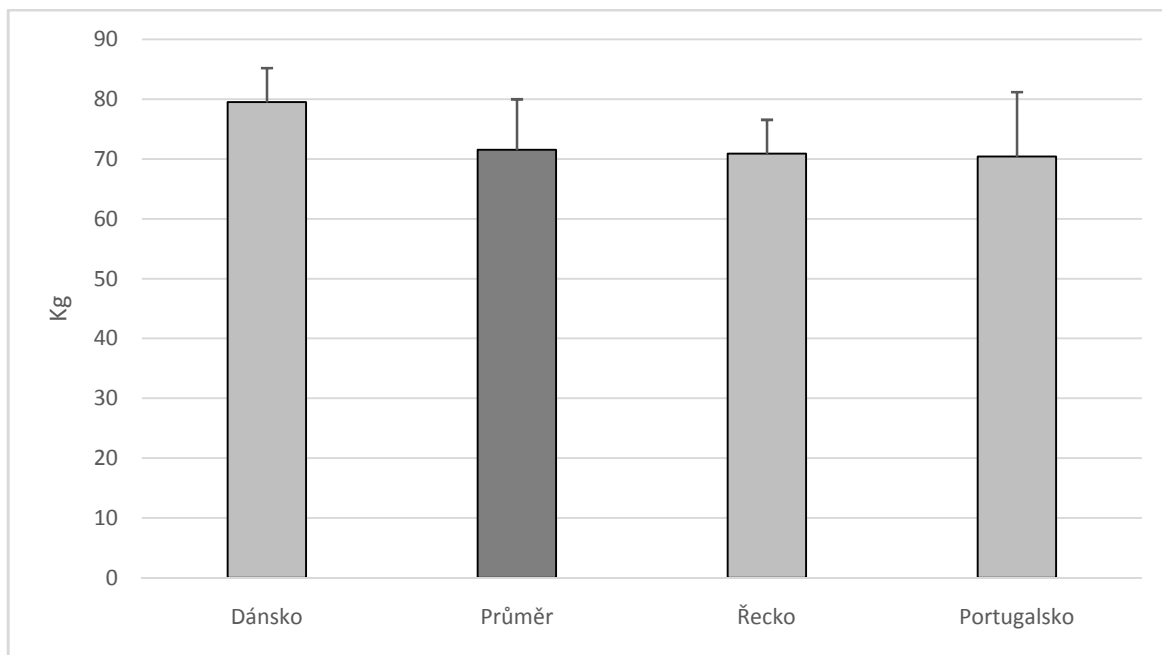
### 5.3.1.2 Tukuprostá hmota

Tukuprostá hmota je další ze základních ukazatelů tělesného složení házenkáře a společně s tělesným tukem tvoří hlavní složky dvou-komponentového modelu. Její hodnoty u řeckých, dánských a portugalských házenkářů jsou prezentovány na Obrázku 9.

Nejvyšší množství tukuprosté hmoty bylo naměřeno u dánských házenkářů, přičemž jejich průměrná hodnota činila  $79,5 \pm 5,7$  kg. Jedná se o vysoce nadprůměrné hodnoty, neboť průměr byl vypočítán na  $71,5 \pm 8,5$  kg. Hráči z Řecka a Portugalska dosáhli téměř totožných hodnot, a to  $70,8 \pm 5,7$  kg respektive  $70,4 \pm 10,8$  kg. Zásadní rozdíl byl pouze ve velikosti směrodatné odchylky, která byla u Řeků poloviční.

Ghobadi et al. (2013), který zkoumal rozdíly mezi národními týmy na mistrovství světa 2013 ve Španělsku, i Gorostiaga et al. (2005), srovnávající španělské profesionální hráče s amatéry, došli k závěru, že házenkáři na vyšší úrovni mají i vyšší množství tukuprosté hmoty. Těmto závěrům odpovídají i naše výsledky, neboť úroveň dánské ligy je ze zkoumaných soutěží nejlepší.





**Obrázek 9.** Množství tukuprosté hmoty házenkářů v závislosti na státu, v kterém působí.

*Poznámka.* Hodnota souboru Řecko je sdružený výsledek 2 studií, soubor průměr je prezentován sdruženým výsledkem všech studií. Sdružené výsledky byly vypočítány jako vážený průměr a sdružená směrodatná odchylka

S přihlédnutím na velikost směrodatné odchylky a fakt, že rozdíl mezi hráči z Dánska a Portugalska činí přibližně 9,1 kg, můžeme říct, že se jedná o velmi variabilní složku tělesného složení. Velikost směrodatné odchylky je opět dána především velkými rozdíly mezi jednotlivými posty, které v tomto grafu nebyly zohledněny.

Výsledky byly do jisté míry ovlivněny skutečností, že se nám podařilo extrahovat data pouze ze 4 studií. Navíc byly hodnoty házenkáři v každém státu měřeny jinou metodou. Proto by měly být získané hodnoty brány pouze jako orientační ukazatel.

### 5.3.1.3 Svalová hmota

Údaje o svalové hmotě se nám opět podařilo získat pouze ze 4 studií, jejichž výsledky jsou zaznamenány v Tabulce 8. Tyto 4 studie zahrnují soutěže celkem 3 států.

Největší podíl svalové hmoty byl naměřen u hráčů srbské ligy, a to  $52,9 \pm 0,8$  %. Naopak nejmenší podíl svalové hmoty byl zjištěn u portugalských házenkářů, jejichž hodnoty činily průměrně  $43,9 \pm 0,8$  %. Hráči maďarské ligy, která je 3. nejlepší ligou světa, měli hodnoty svalové hmoty  $44,2 \pm 2,2$  %.

## Tabulka 8

*Množství svalové hmoty hráčů v závislosti na státu, ve kterém působí*

Autor	Stát	Metoda	n	MM (%)	
				M	SD
Protzner et al. (2015)	Maďarsko	Kaliperace (DR)	12	44,2	2,2
Massuca et al. (2015)	Portugalsko	Kaliperace (rovnice Heymsfield)	91	44,9	6,2
Massuca et al. (2014)	Portugalsko	Kaliperace (rovnice Heymsfield)	41	41,8	6,7
Muratovic et al. (2014)	Srbsko	Kaliperace	26	52,85	0,8

*Poznámka.* DR - rovnice dle Drinkwater a Ross, M - průměrná hodnota souboru, MM - svalová hmota, n - velikost souboru, SD - směrodatná odchylka

Vzhledem k relativně nízkým hodnotám směrodatných odchylek, můžeme říci, že se jedná o relativně stabilní komponentu, ve které neexistují ani zásadní rozdíly mezi jednotlivými herní posty. Přesto tyto výsledky musíme brát pouze jako orientační, neboť v Maďarsku (12) a Srbsku (26) bylo změřeno jen minimální množství házenkářů.

### 5.3.2 Tělesné složení hráčů podle herních postů

#### Tabulka 9

*Přehled studií zabývajících se antropometrickými charakteristikami v závislosti na státu působení*

Autor	Posty	Metoda	n	KŘ	FM (%)		FFM (kg)	
					M	SD	M	SD
Nikolaidis et al. (2015)	<b>Celkem</b>	Kaliperace (rovnice Parizkova)	<b>39</b>	<b>10</b>	<b>18,1</b>	<b>3,8</b>	<b>71,3</b>	<b>5,6</b>
	Brankař		8		18,6	4,0	72,0	4,2
	Pivot		7		19,5	2,4	75,2	3,8
	Spojka		15		18,8	4,2	72,9	5,2
	Křídlo		9		15,3	3,0	64,9	3,1
Povoas et al. (2014)	<b>Celkem</b>	BIA	<b>40</b>		<b>9,9</b>	<b>2,2</b>		
	Brankař		10		10,0	0,8		
	Pivot		10		10,0	2,4		
	Spojka		10		8,9	1,5		
	Křídlo		10		10,5	3,2		
Sporis et al. (2010)	<b>Celkem</b>	Kaliperace (JP)	<b>92</b>	<b>7</b>	<b>11,2</b>	<b>3,4</b>		
	Brankař		13		12,7	0,6		
	Pivot		25		13,3	6,2		
	Spojka		28		8,7	2,0		
	Křídlo		26		13,3	3,3		

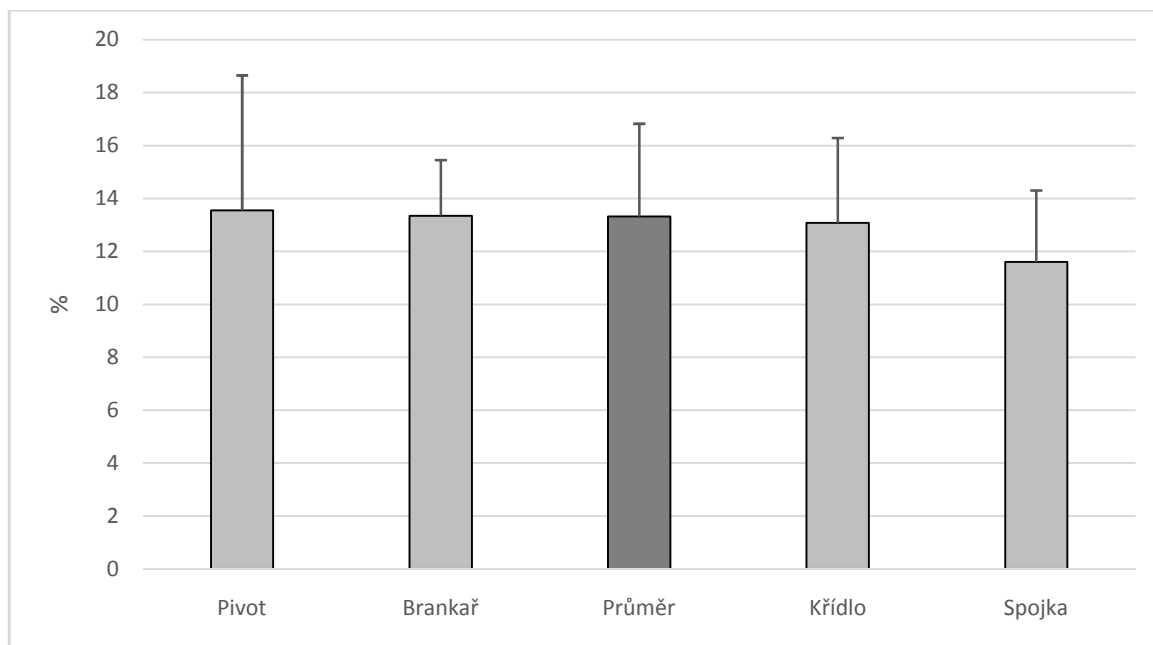
*Poznámka.* BIA - bioelektrická impedanční analýza, FM - procento tělesného tuku, FFM - tukuprostá hmota, JP - rovnice dle Jackson-Pollock, KŘ - počet kožních řas, M - průměrná hodnota souboru, n - velikost souboru, SD - směrodatná odchylka

Údaje pro tělesné složení hráčů v závislosti na herním postu by získány z 3 studií, přičemž každá ze studií použila rozdílné metody jeho měření. Přehled jednotlivých studií, včetně získaných výsledků je zaznamenám v Tabulce 9.

### 5.3.2.1 Procento tělesného tuku

Stejně tak, jako existují rozdíly v procentu tělesného tuku mezi hráči působícími v různých soutěžích, tak existují i mezi hráči hrajících na odlišných postech. Tyto rozdíly jsou dány především rozdílnou herní úlohou jednotlivých postů (Sporiš et al. 2010) a jsou zobrazeny na Obrázku 10.

Nejvyššího procenta tělesného tuku dosáhli pivoti, a to  $13,6 \pm 5,1$  %. Naopak nejmenší množství tělesného tuku bylo naměřeno u spojek, které měli  $11,6 \pm 2,7$  % tělesného tuku. Křídla ( $13,1 \pm 3,2$  %) i brankaři ( $13,4 \pm 2,1$  %) měli podobné hodnoty srovnatelné s průměrem, který byl vypočítán na  $13,3 \pm 3,5$  %. Ke shodným výsledkům dospěli i Sporiš et al. (2010) a Ghobadi et al. (2013). Důvodem nízkého množství tělesného tuku u spojek a křídel je fakt, že tito hráči mají nejlépe rozvinutou techniku házení i klíčků a jejich úkolem je především zakládání útoků. Naopak pivoti útoky zakončují, proto podstupují nejvíce osobních soubojů, které musí vyhrát a k tomu jim vyšší množství tuku napomáhá (Ghobadi et al., 2013).



**Obrázek 10.** Procento tělesného tuku hráčů na jednotlivých postech.

*Poznámka.* Hodnoty následující souborů grafu jsou sdružené výsledky získané celkem z 8 studií a byly vypočítány jako vážený průměr a sdružená směrodatná odchylka

Průměrná směrodatná odchylka byla naměřena na 3,5 %. Což je srovnatelná hodnota s průměrnou směrodatnou odchylkou u hráčů, kteří byli děleni na základě soutěží. Z toho vyplývá, že existuje variabilita nejen mezi hráči jednotlivých soutěží, ale i mezi hráči

působícími na stejných postech. Hlavním důvodem variability je fakt, že hodnoty jednotlivých souborů grafu byly získány jako sdružené výsledky 3 studií, přičemž každá z nich používala jinou metodu měření tělesného složení. Massuça et al. (2014) ve své studii porovnával jednotlivé metody měření tělesného složení a došel k závěrům, že rozdíly mezi výsledky získanými různými metodami jsou zásadní. Příkladem může být získaný rozdíl mezi měřením tělesného tuku pomocí Durnin - Womersley a Jackson - Pollock metody, který činil 2,9 % průměrné hodnoty a 0,2 % směrodatné odchylky. Z tohoto důvodu je nezbytné brát veškeré výsledky tělesného složení pouze jako orientační.

### 5.3.2.2 Tukuprostá hmota

Výsledky pro množství tukuprosté hmoty házenkářů rozdělených podle herních postů, byly získány pouze ze studie Nikolaidis et al. (2015), která se zabývala 39 řeckými házenkáři a její výsledky jsou uvedeny v Tabulce 10.

**Tabulka 10**

*Množství tukuprosté hmoty hráčů na jednotlivých postech*

Autor	Posty	n	FFM (kg)	
			M	SD
Nikolaidis et al. (2015)	Celkem	39	71,3	5,6
	Brankař	8	72,0	4,2
	Pivot	7	75,2	3,8
	Spojka	15	72,9	5,2
	Křídlo	9	64,9	3,1

*Poznámka.* FFM - tukuprostá hmota, M - průměrná hodnota souboru, SD - směrodatná odchylka, n - velikost souboru

Nejvyšší průměrná hodnota činila  $75,2 \pm 3,8$  kg a byla zaznamenána u pivotů. Nejmenší množství ( $64,9 \pm 3,1$  kg) bylo naměřeno u křídel. Brankaři se  $72,0 \pm 4,2$  kg tukuprosté hmoty jen těsně zaostávali za spojkami, jejichž průměrná hodnota činila  $72,9 \pm 5,2$  kg.

Vzhledem k tomu, že výsledné hodnoty jsou dány v kilogramech a nikoliv v procentech, je zřejmé, že jejich velikost z velké části závisí na tělesné hmotnosti. Jak uvádí Sporiš et al. (2010), ta je u pivotů nejvyšší z důvodu neustálých fyzických soubojů. Nejmenší je naopak u křídel, neboť jsou malé postavy a vykonávají velké množství sprintů (Sporiš et al., 2010).

## 6 Závěry

Hlavním cílem bakalářské práce bylo na základě systematického přehledu poznatků posoudit odlišnosti v somatických parametrech a tělesném složení u elitních evropských házenkářů. V práci byly zahrnuty studie zabývající se hráči působícími ve špičkových evropských ligách, přičemž z 10 nejlepších soutěží světa chyběla pouze polská, slovinská, makedonská, rumunská a švédská liga, a házenkáři reprezentujícími elitní evropské národní týmy. Tyto studie byly získány z databází Medline a SPORTDiscus.

Při zpracování výsledků byly zaznamenány zásadní rozdíly jak mezi hráči působícími v odlišných soutěžích, tak i házenkáři hrajícími na rozdílných postech. Házenkáři nejlepších evropských soutěží byli jedni z nejvyšších. Dosahovali také nadprůměrné tělesné hmotnosti s nejvyšší hodnotou body mass indexu.

Herní výkon hráče se zdá být ovlivněn i tělesným složením, neboť hráči elitních evropských soutěží měli nejvyšší množství svalové hmoty ze všech zkoumaných házenkářů. Naopak u hráčů nižší úrovně bylo zjištěno vysoké procento tělesného tuku, přičemž elitní házenkáři dosahovali jen průměrných hodnot.

Jedním z klíčových faktorů úspěchu v házené se ukázal být i věk, neboť nejúspěšnější týmy na mistrovství světa měly i nejvyšší věkový průměr. Vysoký věk, a s ním spojené zkušenosti, jsou důležité především pro pivoty a brankaře, zatímco křídla jsou nejmladšími hráči v týmu.

Zásadní rozdíly v antropometrických parametrech byly zaznamenány především mezi křídly a hráči ostatních postů. Kdy křídla byla nejmenší s nejnižší tělesnou hmotností. Spojky, pivoti i brankaři dosahovali přibližně stejných hodnot tělesné výšky a jen minimální rozdíly v tělesné hmotnosti, přičemž nejtěžší byli pivoti.

Co se týče tělesného složení, mezi jednotlivými posty nebyly zaznamenány zásadní rozdíly. Nejvyšší hodnoty tělesného tuku byly zjištěny u pivotů. Tyto hodnoty byly srovnatelné s výsledky křídel a brankařů. Naopak u spojek bylo naměřeno až o 2 % méně tuku, než u ostatních hráčů.

## 7 Souhrn

Házená je týmový sport typický krátkými časovými úseky v maximální intenzitě s fyzickým kontaktem, proloženými úseky s nízkou intenzitou. To klade vysoké nároky na fyzickou přípravu házenkářů a s tím i požadované tělesné složení, včetně antropometrických parametrů.

Hlavním cílem bakalářské práce bylo na základě systematického přehledu poznatků tyto odlišnosti posoudit. Výsledky byly zpracovány pomocí dat získaných z 26 studií dostupných z databází Medline a SPORTDiscus. Výzkumný soubor tak tvořilo celkem 1 588 dospělých házenkářů působících v nejvyšších evropských soutěžích (kromě polské, slovinské, rumunské, švédské a makedonské), popřípadě reprezentujících jeden z evropských národních týmů.

Získané rozdíly mezi jednotlivými soutěžemi byly dány především jejich úrovní, neboť dvě nejlepší evropské soutěže (německá DKB Bundesliga, španělská Asobal liga) dosahovaly podobných výsledků, jak v oblasti tělesného složení, tak i antropometrických charakteristik. Hráči působící v těchto soutěžích patřili mezi jedny z nejvyšších s největšími hodnotami body mass indexu. Přesto tělesnou hmotností odpovídali spíše průměru a mezi nejlehčí házenkáře patřili především hráči soutěží s nižší úrovní. U hráčů z výkonnostně lepších týmů byly zjištěny vyšší hodnoty tukuprosté hmoty (především svalové hmoty) než u týmů nižší úrovně. Zároveň však měli i nadprůměrné množství tělesného tuku, přesto ne nejvyšší.

Zjištěny byly i rozdíly mezi hráči působícími na odlišných postech, které byly dány z velké části specifickými herními rolemi. Pivoti byli nejvyššími a zároveň i nejtěžšími hráči s největším množstvím tukové hmoty. Spojky a brankaři vykazovali podobné antropometrické charakteristiky. Zásadní rozdíl byl v množství tělesného tuku, kterého měli spojky přibližně o 2 % méně. Nejmenšími a zároveň nejlehčími házenkáři byli hráči na pozici křídel.

Ukázalo se, že důležitým faktorem úspěšného týmu je i jeho věkový průměr. Kdy hráči nejúspěšnějších týmů na mistrovství světa ve Španělsku v roce 2013 byli také průměrně nejstarší. Tento vysoký věkový průměr byl ovlivněn především pivoty a brankaři, tedy nejstaršími hráči týmu. Naopak výrazně nižšího věku byla křídla.

## 8 Summary

Handball is a team sport, known for its high intensity and body contact over a short period of time, layered with low intensity periods. That puts high demand on physical preparation and body composition of handball players, including anthropometric parameters.

Main aim of this thesis was to compare these differences based on systematic review. Results were composed together using data from 26 studies on databases Medline and SPORTDiscus. Scientific file included 1 588 handball players from the elite European leagues except Polish, Slovenian, Romanian, Swedish and Macedonian leagues. The national teams were also included either.

Found differences between the leagues were based on the quality of these studied leagues, because the two top leagues in Europe (German DKB Bundesliga and Spanish ASOBAL leagues) were very similar in all the aspects of this study. The players actively playing in these leagues were on average taller and had the highest outcome in body mass index. Still the body weight was rather average and among the lightest handball players were players with lower levels. Higher values of free-fat mass (especially muscle mass) were found for higher-performance players than for lower-level teams. At the same time, however, they had an above-average amount of body fat, yet not the highest.

Differences were also found between players on different positions, largely given specific playing roles. The pivots were the highest and the heaviest players with the largest amount of fat. Backs and goalkeepers showed similar anthropometric characteristics. The major difference was only in the amount of fat mass the backs had about 2 % less. The smallest and lightest handball players were wings.

It turned out that an important factor of a successful team is the average age of the players. When the players of the most successful teams in the 2013 World Championships in Spain were also the oldest on average. This high age average was mainly influenced by the pivots and goalkeepers, the oldest team players. On the contrary, the wings were significantly smaller.

## 9 Referenční seznam

- Ayvaz, G., & Çimen, A. R. (2011). Methods for body composition analysis in adult. *The Open Obesity Journal*, 3, 62-69. doi: 10.2174/1876823701103010062
- Borga, M., West, J., Bell, J. D., Harvey, N. C., Romu, T., Heymsfield, S. B., & Leinhard, O. D. (2018). Advanced body composition assesement: From body mass index to body composition profiling. *Journal of Investigative Medicine*, 66(5), 1-9. doi: 10.1136/jim-2018-000722
- Borkan, G. A., Hults, D. E., Gerzof, S. G., & Robbins, A. H. (1985). Comparison of body composition in middle-aged and elderly males using computed tomography. *American Journal of Physical Antrpology*, 66(3), 289-295. doi: 10.1002/alpa.1330660306
- \*Carvalho, A., Mourão, P., & Abade, E. (2014). Effect of strength training combined with specific plyometric exercises on body composition , vertical jump height and lower limb strength developement in elite male handball players: A case study. *Journal of Human Kinetics*, 41, 125-132. doi: 10.2478/hukin-2014-0040
- \*Cenk, G. A., Mustafa, A., Bilal, D., Ozan, S., Müjdat, Ö., & Kadir G. (2012). Anthropometric features and balance among elite handball players. *Ovidius University Annals Series Physical Education and Sport/Science, Movement and Health*, 12(2), 132-135.
- Collins, C. T., & McCarthy, H. D. (2013). Evaluation of factors deterring the precision of body composition measurements by air displacement plethysmography. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57(6), 770-776. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601609
- \*Debanne, T., & Laffaye G. (2011). Predicting the throwing velocity of the ball in handball with anthropometrics variables and isotonic tests. *Journal of Sports Sciences*, 29(7), 705-713. doi: 10.1080/02640414.2011.552112
- Dolníček, Z. (2005). *Laboratorní metody výzkumu*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., . . . Bunc, V. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- \*Durmic, T., Lazovic, B., Djelic, M., Lazic, J. S., Zikic, D., Zugic, V., . . . Mazic, S. (2015). Sport-specific influences on respiratory patterns in elite athletes. *The Journal Brasileiro de Pneumologia*, 41(6), 516-522. doi: 10.1590/S1806-37562015000000050
- \*Fieseler, G., Hermassi, S., Hoffmeyer, B., Schulze, S., Irlenbusch, L., Bartels, T., . . . Schwesig, R. (2017). Differences in anthropometric characteristics in relation to throwing velocity and competitive level in professional male team handball: A tool for talent profiling. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(7-8), 985-992. doi: 10.23736/S0022-4707.17.06938-9



- Fosbøl, M. Ø., & Zerahn, B. (2014). Contemporary methods of body composition measurement. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 35(2), 81-97. doi: 10.1111/cpf.12152
- Geromidos, V., Manou, V., Kellis, E., & Kellis, S. (2005). Body composition characteristics of elite male basketball players. *Journal of Human Movement studies*, 49, 115-126.
- \*Ghobadi, H., Rajabi, H., Farzad, B., Bayati, M., & Jeffreys, I. (2013). Anthropometry of world-class elite handball players according to the playing position: Report from men's handball world championship 2013. *Journal of Human Kinetics*, 39(1), 213-220. doi: 10.2478/hukin-2013-0084
- \*González-Rave, J. M., Juárez, D., Rubio-Arias, J. A., Clemente-Suarez, V. J., Martínez-Valencia, M. A., Abian-Vicen, J. (2014). Isokinetic leg strength and power in elite handball players. *Journal of Human Kinetics*, 41(8), 227-233. doi: 10.2478/hukin-2014-0050
- Gorostiaga E. M., Granados, C., Ibáñez, J., & Izquierdo M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International Journal of Sport Medicine*, 26(3), 225-232. doi: 10.1055/s-2004-820974
- \*Haugen, T. A., Tønnessen, E., & Seiler, S. (2016). Physical and physiological characteristics of male handball players: Influence of playing position and competitive level. *The Journal of Sport medicine and Physical Fitness*, 56(1-2), 19-26.
- Havlíčková, L., Bartůňková, S., Dvořák, R., Melichna, J., Šrámek, P., & Vránová, J. (1994). *Fyziologie tělesné zátěže I.: Obecná část*. Praha: Karolinum.
- Heyward, V. H., & Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assesment*. Champaign IL: Human Kinetics.
- Hnatiak, J. (2016). *BMI jako prediktor vrcholové výkonnosti - ano či ne?* Brno: Masarykova univerzita.
- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40(03), 497-504. doi: 10.1079/BJN19780152
- Janura, M. (2007). *Úvod do biomechaniky pohybového systému člověka*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Konečný, J. (2010). *Informace o změně házenkářských pravidel*. Český svaz házené.
- Konečný, J. (2016). *Pravidla Házené*. Praha: Český svaz házené. Retrieved from: <http://www.svaz.chf.cz/content.aspx?contentid=4062>
- Kopečný, M. (2011). *Somatotyp a motorická výkonnost 7–15 letých chlapců a dívek*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- \*Kouknalis, S. N., Bayios, I. A., Koskolou, M. D., & Geladas, N. D. (2008). Anaerobic capacity of the upper arms in top-level team handball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 251-261. doi: 10.1123/ijspp.3.3.251

- \*Krüger, K., Pilat, C., Ückert, K., French, T., & Mooren, F. C. (2013). Physical performance profil of handball players is related to playing position and playing class. *Journal of Strenght and Conditioning Research*, 28(1), 117-125.  
doi: 10.1519/JSC.0b013e318291b713
- Kuk, J. L., Katzmarzyk, P. T., Nichaman, M. Z., Church, T. S., Blair, S. N., & Ross, R. (2006). Visceral fat is an independent predictor of all-cause mortality in men. *Obesity*, 14(2), 336-341.
- \*Kvoring, T., Hansen M. R. B., & Jensen, K. (2017). Strength and conditioning training by the danish national handball team prior to an olympic tournament. *Journal of Strength and Conditioning research*, 31(7), 1759-1765.  
doi: 10.1519/JSC.0000000000001927
- Lambert, B. S., Oliver J. M., Katts, G. R., Green, J. S., Martin, S. E., & Course S. F. (2012). DEXA or BMI: Clinical considerations for evaulating obesity in collegiate division I-A american football athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 22(5), 436-438.  
doi:10.1019/JSM.0b013e31825d5d65
- Lehner, M., Novosad, J., & Neuls, F. (2001). *Základy sportovního tréninku I*. Olomouc: Hanex.
- Lukaski, H. C., Johnson, P. E., Bolonchuk, W. W., & Lykken, G. I. (1985). Assessment of fat-free mass using bioelektrical impedance measurements of the human body. *The American Journal of Clinical Nutrion*, 41(4), 810-817. doi: 10.1093/ajcn/41.4.810
- \*Massuça, L. M., Fragoso, L., & Teles, J. (2014). Atributes of top elite team-handball players. *Journal of Strenght & Conditioning Research*, 28(1), 178-186.  
doi: 10.1519/JSC.0b013e318295d50e
- \*Massuça, L. M., & Fragoso, I. (2015). Morphological charakteristics of adult male handball players considering five levels of performance and playing position. *Collegium Antrpologicum*, 39(1), 19-118.
- Meletakos, P., Vagenas, G., & Bayios, I. (2011). A multivariate assesment of offensive performance indicators in men's handball: Trends and differences in the world championships. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 11(2), 285-295.  
doi: 10.1080/24748668.2011.11868548
- Michalsik L. B., & Aagaard, P. (2015a). Physical demands in elite team handball: Comparisons between male and female players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(9), 878-891.
- \*Michalsik, L. B., Madsen, K., & Aagaard, P. (2015b). Technical match charakteristics and influence on body anthropometry on playing performnace in elite male team handball. *Journal of Strength and Conditioning*, 29(2), 416-428.  
doi: 10.1519/JSC.0000000000000595

- \*Muratovic, A., Vujovic, D., & Hadzic, R. (2014). Comparative study of antropometric measurements and body composition between elite handball and basketball players. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 3(2), 13-22.
- \*Nikolaidis, P. T., & Ingebrigtsen, J. (2013). Physical and Physiological characteristics of elite male handball players from teams with a different ranking. *Journal of Human Kinetics*, 38(8), 115-124. doi: 10.2478/hukin-2013-0051
- \*Nikolaidis, P. T., Ingebrigtsen, J., Póvoas, S. C., Moss, S., & Torres–Luque, G. (2015). Physical and physiological characteristics in male team handball players by playing position - Does age matter? *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(4), 297-304.
- Ode, J. J., Pivarnik, J. M., Reeves, M. J., & Knous, J. L. (2007). Body mass index as a predictor of percent fat in college athletes and nonathletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(3), 403-409. doi: 10.1249/01.mss.0000247008.19127.3e
- Pavlík, J. (2003). *Tělesná stavba jako faktor výkonnosti sportovce*. Brno: Masarykova univerzita.
- \*Pavlović, L., Bojić, I., Radanović, D., & Valdevit, Z. (2015). Variations of muscular strenght and power in male handball players during an entire season. *Physical Education and Sport*, 13(1), 11-18.
- Pheasant, S. (2003). *Body space: Anthropometry, ergonomics and the design of work*. London: Taylor & Francis.
- \*Popadic, J. Z., Barak, O. F., & Grujic, N. G. (2009). Maximal aerobic power test in athletes of different sport disciplines. *Journal of Strength and conditional research*, 23(3), 751-755. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181a07a9a
- \*Póvoas, S. C. A., Seabra, A. F. T., Ascensoã A. A. M. R., Magalhães, J., Soaeres, J. M. C., & Rebelo, A. N. C. (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *Journal of Strenght & Conditioning Research*, 26(12), 3365-3375. doi: 10.1519/JSC.0b013e318248ae
- \*Povóas S. C. A., Ascensoã A. A. M. R., Magalhães, J., Seabra, A. F. T., Krstrup, P., Soares, J. M. C., & Rebelo, A. N. C. (2014). Physiological demands of elite team hadnball with special reference to playing position. *Journal of strength and Conditioning research*, 28(2), 430-442. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182a953b1.
- \*Protzner, A., Szmodis, M., Udvardy, A., Bosnyák, E., trájer, R., Komka, Z.,..., Tóth, M. (2015). Hormonal neuroendocrine and vasoconstrictor peptide response sof ball game and cyclic sport elite athletes by treadmill test. *PLoS One*, 10(12). doi: 10.1371/journal.pone.0144691
- Přidalová, M., & Riegerová, J. (2008). *Funkční anatomie I*. Olomouc: Hanex.

- Rannou, F., Prioux, J., Zouhal, H., Gratas-Delamarche, A., & Delamarche, P. (2001). Physiological profile of handball players. *Journal of Sports Medicine and Physical fitness*, 41(3), 349.
- \*Ravier, G., Bouzigon, R., Beliard, S., Tordi, N., & Grappe, F. (2016). Benefits of compression garments worn during handball-specific circuit on short-term fatigue in professional players. *Journal of Strength and Conditioning research*. doi: 10.1519/JSC.0000000000001342
- Riegerova, J., Přidalová, M., & Ulbirchová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: Příručka funkční antropologie*. Olomouc: Hanex.
- Rojas, F. J., Gutiérrez-Davila, M., Ortega, M., Campos, J., & Párraga, J. (2012). Biomechanical analysis of anticipation of elite and in experienced goalkeepers to distance shot in handball. *Journal of Human Kinetics*, 34, 41-48. doi: 10.2478/v10078-012-0062-0
- Ross, R., Goodpaster, B., Kelley, D., & Boada, F. (2006). Magnetic resonance imaging in human body composition research: From quantitative to qualitative tissue measurements. *Annals of the New York Academy sciences*, 904(1), 12-17. doi: 10.1111/j.1749-6632.2000.tb06415.x
- Rowe, G. C., Safdar, A., & Arany, Z. (2014). Running forward: New frontiers in endurance exercise biology. *Journal of the American Heart Association*, 129, 798-810. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.001590
- \*Schwesig, R., Hermassi, S., Fieseler, G., Irlenbusch, L., Noack, F., Delank K., . . . Chelly, M. S. (2017). Anthropometric and physical performance characteristics of professional handball players: Influence of playing position and competition level. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(11), 1471-1478.
- \*Sporiš, G., Vuleta, D., Vuleta, D. Jr., & Milanović, D. (2010). Fitness profile in handball: Physiological characteristics of elite players. *Collegium Antropologicum*, 34 (3), 1009-1014.
- Srhoj, V., Marinović, M., & Rogulj, N. (2002). Position specific morphological characteristics of top-level male handball players. *Collegium Antropologicum*, 26(1), 219-227.
- Stornes, T. (2001). Sportspersonship in elite sport: On the effects of personal and environmental factors on the display of sportspersonship among elite male handball players. *European Physical Education Review*, 7(3), 283-304. doi: 10.1177/1356336X010073004
- Stornes, T., & Roland, R. (2004). Handball and aggression: An investigation of adolescent handball players perceptions of aggressive behaviour. *European Journal of Sport Science*, 4 (1). doi : 10.1080/17461390400074101

- Svantesson, U., Zander, M., Klingberg, S., & Slinde, F. (2008). Body composition in male elite athletes, comparison of bioelectrical impedance spectroscopy with dual energy X-ray absorptometry. *Journal of Negative Results in Biomedicine*, 7(1). doi: 10.1186/1477-5751-7-1
- Šibila, M., & Pori, P. (2009). Position-related differences in selected morphological body characteristics of top-level handball players. *Collegium antropologicum*, 33(4), 1079-1086.
- Šibila, M., Pori, P., & Bon, M. (2003). Basic kinematic differences between two types of jump shot techniques in handball. *Collegium antropologicum*, 33(1).
- Táborský, F. (2009). *Historie házené. Český svaz házené*. Retrieved from: <http://www.svaz.chf.cz/content.aspx?contentid=2693>
- Táborský, F., Tůma, M., & Zahálka, F. (1999). Characteristics of the woman's jump shot in handball. *EuropeanHandball*, 1, 24-23.
- Toriola, A. L., Salokun, S. O., & Mathur, D. N. (1985). Somatotype characteristics of male sprinters, basketball, soccer and hockey field players. *International Journal of Sport Medicine*, 6, 344-346. doi: 10.1055/s-2008-1025868
- Tůma, M., & Tkadlec, J. (2002). *Házená*. Praha: Grana publishing.
- Urban, F., Kandráč, R., & Táborský, F. (2011). *Position-related categorization of somatotype in top level handball players*. Researchgate. Retrieved from: [https://www.researchgate.net/publication/222108359\\_Position-related\\_Categorization\\_Of\\_Somatotypes\\_In\\_Top\\_Level\\_Handball\\_Players](https://www.researchgate.net/publication/222108359_Position-related_Categorization_Of_Somatotypes_In_Top_Level_Handball_Players)
- Van den Tilaar, R., & Gertjan, E. (2007). A three-dimension analysis of overarm throwing in experienced handball players. *Journal of Applied Biomechanics*. 23(1), 12-19. doi: 10.1123/jab.23.1.12
- Vaněk, M., Hošek, V., Rychtecký, A., Slepíčka, P., & Svoboda, B. (1983). *Psychologie sportu: Rozbor psychických složek sportovního výkonu*. Praha: Olympia
- Wang, Z., Deurenberg, P., Wang, W., Pietrobelli, A., Baumgartner, R. N., & Heymsfield, S. B. (1999). Hydration of fat-free body mass: review and critique of a classic body-composition constant. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(5), 833-841.
- Wang, Z. M., Pierson R. N., & Heymsfield, S. B. (1992). The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *American Journal of Clinical Nutrition*, 56(1), 19-28. doi: 10.1093/ajcn/56.1.19
- Wells, J. C. K., & Fewtrell, M. S. (2006). Measuring body composition. *Archives of Disease in Childhood*, 91(7), 612-617. doi: 10.1136/adc.2005.085522
- Wells, J. C. K., & Fuller, N. J., Dewit, O., Fewtrell, M. S., Elia, M., & Cole, T. J. (1999). Four-component model of body composition in children: Density and hydration

of fat-free mass and comparison with simplex models. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(5), 904-912. doi: 10.1093/ajcn/69.5.904

World Health Organization (2018). *Body mass index – BMI*. World Health Organization: Regional office for Europe. Retrieved from: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>

Zvonař, M., Duvač, I., Musilová, J., Zlatušková, I., Došlá, Z., Hanousková, M., . . . Mizerová, A. (2011). *Antropomotorika pro magisterský program tělesná výchova a sport*. Brno: Masarykova univerzita.

\* studie zahrnuté do finálního výběru bakalářské práce

## 10 Přílohy

### Příloha 1

*Formulář pro extrakci dat, včetně příkladu*

<b>Číslo záznamu</b>	
<b>Autoři</b>	Sporis G Vuleta D Vuleta D Jr Milanovic D
<b>Hlavní autor</b>	Sporis G
<b>Rok</b>	2010
<b>Název</b>	Fitness profiling in handball: physical and physiological characteristics of elite players.
<b>Abstrakt</b>	<p>The purpose of this study was to describe the structural and functional characteristics of elite Croatian handball players and to evaluate whether the players in different positional roles have different physical and physiological profiles. According to the positional roles, players were categorized as goalkeepers (n = 13), wing players (n = 26), backcourt players (n = 28) and pivot players (n = 25). The goalkeepers were older (<math>p &lt; 0.01</math>), and the pivot players were more experienced (<math>p &lt; 0.01</math>) than the backcourt players. The wings were the shortest players in the team. The pivots were tallest and heavier than the backcourt and wing players (<math>p &lt; 0.01</math>), whereas the backcourt players were tallest then wings (<math>p &lt; 0.01</math>). Goalkeepers had more body fat than the backcourt and wing players (<math>p &lt; 0.01</math>). The backcourt players had a lower percentage of body fat. The backcourt players were the quickest players in the team when looking at values of maximal running speed on a treadmill. The Goalkeepers were the slowest players in the team (<math>p &lt; 0.01</math>). The best average results concerning maximal heart rate were detected among the backcourt players. There were no statistically significant differences between the players' positions when measuring blood lactate and maximal heart rate. A strong negative correlation was found between body fat and maximal running speed (<math>r = -0.68</math>, <math>p &lt; 0.01</math>). Coaches are able to use this information to determine which type of profile is needed for a specific position. Experienced coaches can use this information in the process of designing a training program to maximize the fitness development of handball players, with one purpose only, to achieve success in handball.</p>
<b>Pohlaví</b>	muzi
<b>Věk</b>	26,4
<b>Věková kategorie</b>	dospeli
<b>Úroveň</b>	NL, NT
<b>Stát</b>	Chorvatsko
<b>Fulltext</b>	ano
<b>Zdroj</b>	Collegium Antropologicum. 34(3):1009-14, 2010 Sep

## Příloha 1 (pokračování)

Formulář pro extrakci dat, včetně příkladu

<b>Identifikátor databáze</b>	20977096 [pubmed]
<b>Jazyk</b>	angličtina
<b>Posty</b>	ano
<b>Velikost souboru</b>	92 B - 13 K - 26 S - 28 P - 25
<b>Tělesná hmotnost (průměr a SD)</b>	96 (8,3) B - 100 (8,8) K - 89,1 (6,5) S - 96,7 (5,4) P - 107,6 (7,9)
<b>Tělesná výška (průměr a SD)</b>	192,1 (8,2) B - 195,2 K - 183,9 (5,7) S - 196,7 (5,4) P - 196,3 (9,3)
<b>BMI (průměr a SD)</b>	
<b>Tělesné složení</b>	ano
<b>Metoda</b>	Kaliperace - Jackson - Pollock formula
<b>Kaliper</b>	John Bull
<b>Počet kožních řas</b>	7
<b>Součet kožních řas</b>	
<b>% tělesného tuku</b>	11,2 (3,4) B - 12,7 (0,6) K - 13,3 (3,3) S - 87 (2) P - 13,3 (6,2)
<b>Lean mass (kg)</b>	
<b>Fat mass (kg)</b>	
<b>FFM (kg)</b>	
<b>Muscle mass (kg)</b>	
<b>Muscle mass (%)</b>	
<b>Somatotyp</b>	



## Příloha 1

*Formulář pro extrakci dat, včetně*

<b>Arm span (cm)</b>	195,03 (5,88) B - 199,9 (6,1) K - 185,8 (7,5) S - 197,8 (6,4) P - 199 (1,9)
<b>Hand span (cm)</b>	
<b>Finger span (cm)</b>	23,25 (1,31) B - 23,5 (1) K - 22,8 (0,8) S - 22,9(1,8) P - 24 (1,2)
<b>Obvod paže (cm)</b>	
<b>Obvod předloktí (cm)</b>	
<b>Obvod hrudníku (cm)</b>	
<b>Obvod pasu (cm)</b>	
<b>Délka horní končetiny (cm)</b>	83,94 (2,66) B - 86,5 (2,89) K - 79,7 (3,3) S - 84,6 (2,7) P - 86,3 (1,5)
<b>Délka předloktí (cm)</b>	

*Poznámka.* B - brankař, FFM – free fat mass, K - křídlo, NL - národní liga, NT - národní tým, P - pivot