



Tvorba plošné makety lidského těla - dítěte

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3107R015 – Výroba oděvů a management obchodu s oděvy
Autor práce: **Kristýna Steinerová**
Vedoucí práce: Ing. Renáta Nemčoková





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering ■

Creating flat dummy of the human body - child

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3107R015 – Clothing Production and Management
Author: **Kristýna Steinerová**
Supervisor: Ing. Renáta Nemčoková



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kristýna Steinerová**

Osobní číslo: **T14000132**

Studijní program: **B3107 Textil**

Studijní obor: **Výroba oděvů a management obchodu s oděvy**

Název tématu: **Tvorba plošné makety lidského těla - dítěte**

Zadávací katedra: **Katedra oděvnictví**

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

1. Zpracujte rešerši týkající se ergonomie z hlediska sezení, správného držení těla a rozměrové charakteristiky lidského těla, zejména dětí.
2. Provedte konstrukci plošné makety lidského těla v AutoCadu na vybrané vývojové období dětí dle metody Ing. Dr. J. Maška.
3. Navrhněte možnost tvorby výpočtů rozměrů v programu Excel používaných ke konstrukci.
4. Provedte měření vybraných tělesných rozměrů vybraných výškových skupin dětí a výsledné hodnoty získané z makety porovnejte s rozměry probanda.
5. Diskutujte přesnost výše uvedené metody a navrhněte použití maket lidského těla v praxi.

Rozsah grafických prací: dle rozsahu dokumentace

Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- LINC, R., FLEISCHMANN, J. Anatomie pohybového ústrojí. Praha: SZN, 1962
- Mašek J. NAVRHOVÁNÍ SEDADEL A LEHÁTEK, tisk Eduarda Grégra a syna, Praha 1937
- ČSN 80 0090 Metodika měření tělesných rozměrů mužů, žen, chlapců a dívek.
- Gilbertová S., Matoušek O. - ERGONOMIE Optimalizace lidské činnosti, Grada Publishing, 2002

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Renáta Nemčoková

Katedra oděvnictví

Datum zadání bakalářské práce: 14. listopadu 2016

Termín odevzdání bakalářské práce: 5. května 2017

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka



doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 14. listopadu 2016

Žádost o změnu termínu odevzdání závěrečné práce

Jméno a příjmení: Kristýna Steinerová
Osobní číslo: T14000132
Studijní program: TEXTIL (B 3107)
Studijní obor: VOMO
Zadávací katedra: Katedra oděvnictví

Žádám o změnu termínu odevzdání bakalářské práce z LS 2016/2017 na ZS 2017/2018.

Odůvodnění žádosti:

Žádám Vás o prodloužení odevzdání své bakalářské práce na téma Tvorba plošné makety lidského těla – dítěte, a to z osobních důvodů.

Děkuji.

V Jenišovicích dne 14.3.2017

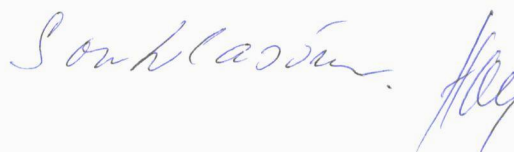
Podpis:



Vyjádření vedoucího práce:



Vyjádření vedoucího katedry:



20 MAR. 2017

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ
Katedra oděvnictví 



Prohlášení

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

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

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

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

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

Datum:

Podpis:

Poděkování

Bakalářská práce vznikla pod vedením Ing. Renáty Nemčokové, které bych na tomto místě ráda poděkovala za cenné rady a připomínky. Dále bych ráda poděkovala mému příteli a své rodině za podporu během studia.

Anotace

Předmětem mé bakalářské práce je ergonomie ve vztahu ke konstrukčnímu řešení školního nábytku, konkrétně školních židlí. Teoretická část je rozdělena do dvou částí, z nichž první řeší základní ergonomické otázky a obecné požadavky na školní vybavení. Druhá část je zaměřena na anatomii a stavbu lidského těla, studii jeho proporcí a držení těla v sedu. V experimentální části práce je řešen 2D model lidské postavy, který je vytvořen v systému AutoCad. Model je použit pro základ při řešení konstrukce jakéhokoliv nábytku pro vzdělávací instituce. Plošný model lidské postavy je zkonstruován pro postavu 10letého dítěte průměrných proporcí a výšky. Součástí práce je podrobný popis konstrukce modelu s obrazovou dokumentací. Poslední část práce je postavena na základě získaných znalostí a informací o školních židlích a ergonomie sezení. Přináší řešení vhodného vzdělávacího nábytku pro školy a jiné vzdělávací instituce.

Klíčová slova: ergonomie, maketa lidského těla – dítěte, anatomie, proporce

Annotation

The object of my bachelor thesis is ergonomics in relation to structural design of school furniture, namely school chairs. The theoretical part is divided into two parts, out of which the first one deals with basic ergonomic issues and general requirements for school facilities. The second part is focused on anatomy and constitution of human body; it studies proportions and postures in a sitting position. The experimental part of the work handles by a 2D model of the human figure, which is created in computer program AutoCad. The model is used in the construction of any kind of furniture for educational institutions. Two-dimensional model of a human figure is constructed for a build of a 10-year-old child of average proportions and height. Another part of the work is a detailed description of the construction of the model with pictorial documentation. The last part of the work is based on the acquired knowledge and information about the school chairs and ergonomic seating. It brings solution of suitable design of educational furniture for schools and other educational institutions.

Key words: ergonomics, the human body - the child, the anatomy, proportions

Obsah

1.	Rešeršní část.....	15
1.1	Ergonomie obecně.....	15
1.2	Pojem a definice ergonomie.....	15
1.3	Rozdělení ergonomie	15
1.4	Výkonová kapacita člověka	16
1.5	Tělesné rozměry a pohyby	16
1.6	Zahraniční literatura zabývající se ergonomií.....	16
1.7	Ergonomie školního nábytku	17
1.7.1	Vadné držení těla.....	17
1.7.2	Školní sedací nábytek.....	17
1.7.3	Technické normy	18
1.7.4	Nákup školního nábytku.....	20
1.7.5	Nevyhovující nábytek	21
1.7.6	Správná výška sezení	21
1.8	Anatomie.....	22
1.8.1	Obecná stavba lidského těla	22
1.8.2	Páteř.....	23
1.8.3	Svaly zádové	23
1.8.4	Sed.....	24
1.8.5	Sezení a držení těla.....	25
1.8.6	Změny ve svalovém a vazivovém systému	26
1.8.7	Sezení a bolesti zad	27
1.8.7.1	Další vlivy sezení na organismus	27
1.8.8	Jak správně sedět.....	28

2.	Experimentální část.....	29
3.	Využití makety lidského těla dítěte v praxi	48
4.	Závěr	49
5.	Citovaná literatura	51

Seznam obrázků

Obrázek 1: Měření rozsahu podkolenní u dětí pomocí lýtkoměru	22
Obrázek 2: Zádové svalstvo.....	24
Obrázek 3: Správné sezení a namáhání páteře.....	25
Obrázek 4: Změny ve vazivovém systému	26
Obrázek 5: Správné sezení.....	28
Obrázek 6: Tabulka průměrné tělesné výšky v cm.....	30
Obrázek 7: Figura podle plastické anatomie Kolmana včetně bodů jako kloubů	30
Obrázek 8: Soustava úseček spojující vzájemně klouby	31
Obrázek 9: Zhotovený náčrt 10letého chlapce dle Dr. Maška.....	32
Obrázek 10: Model postavy chlapce věku 10 let.....	38
Obrázek 11: Způsob měření pomocí lýtkoměru	39
Obrázek 12: Způsob měření pomocí lýtkoměru	39

Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozdělení židlí a stolů do sedmi velikostních skupin.....	19
Tabulka 2 : Velikost školního nábytku dle normy ČSN EN 1729-1:2007	20
Tabulka 3: Doporučené rozdělení velikostí nábytku ve třídách (dle prům. výšky v populaci v %)	20
Tabulka 4: Přehled normálních proporcí dle metodiky	33
Tabulka 5: Tabulka s údaji z literatury Dr. Maška	35
Tabulka 6: Tabulka s údaji z Výzkumného ústavu Prostějov.....	35
Tabulka 7: Tabulka s údaji z mého měření.....	35
Tabulka 8: 2. třída, počet dětí: 19	41
Tabulka 9: 3. třída, počet dětí: 20	42
Tabulka 10: 4. třída, počet dětí: 15	43
Tabulka 11: Přehled průměrných rozměrů získaných měřeními dětí	45
Tabulka 12: Přehled průměrných proporcí dle metodiky Dr. Maška	45
Tabulka 13: Porovnání zjištěných údajů s metodikou	47

Seznam příloh

Příloha 1 – Norma ČSN 1729-2 (Nábytek – Židle a stoly pro vzdělávací instituce – Část 2: Bezpečnostní požadavky a metody zkoušení)

Příloha 2 – 2D model lidské postavy v měřítku 1:1

Příloha 3 – Přehled normálních proporcí podle Weissenberga

Příloha 4 – Geometrická konstrukce lidského těla dítěte

Příloha 5 – Porovnání rozsahů podkolenní pro jednotlivé výšky postavy

Příloha 6 – Pomůcka při měření – LÝTKOMĚR

Úvod

V dnešní době by měla být ergonomie sezení nedílnou součástí všech institucí, ve kterých se nejvíce času tráví vsedě. Jedná se o školní a vzdělávací instituce, ale také o zaměstnání všech manažerů a administrativních pracovníků, kteří tráví svoji pracovní dobu v sedě.

V mé bakalářské práci se zabývám právě ergonomií sezení ve školních a vzdělávacích institucích, kde děti tráví nejvíce svého času. A to se následně podepisuje na jejich zdraví. Nejčastějšími poruchami, které vznikají v důsledku dlouhého sezení, a špatného držení páteře je skolióza.

Vycházím z publikace Dr. Maška, která popisuje to, jak vytvořit a následně sestavit model lidské postavy pro jakýkoliv věk a proporce. Já se zabývám tvorbou modelu 10letého dítěte průměrných proporcí. Vybrala jsem tento věk proto, že nejvíce let stráví dítě sezením na základní škole. Proto si myslím, že je tento věk optimální pro zkoumání správné ergonomie školního nábytku.

Impulsem mojí práce bylo zamýšlení se nad tím, jak vhodný je nábytek ve vzdělávacích institucích pro děti, resp. pro jejich zdraví.

Ergonomie školního nábytku je podle mého velmi důležitý faktor, který bývá často opomínaný. Proto si myslím, že by toto téma mělo být více zkoumáno a řešeno pro budoucí zdraví dětí.

1. Rešeršní část

1.1 Ergonomie obecně

Cílem této kapitoly je seznámit čtenáře s pojmem ergonomie. Úvod do problematiky, rozdělení ergonomie, ergonomické parametry a využití v praxi. Normy z hlediska školního nábytku. Školní nábytek a vlivy sezení na náš organismus.

1.2 Pojem a definice ergonomie

Hlediskem ochrany zdraví a prevence při práci se zabývá mnoho oborů, příkladem může být pracovní lékařství, hygiena práce, ergoterapie.

Pojem ergonomie byl vytvořen spojením dvou slov řeckého původu, tedy **ERGON** (práce) a **NOMOS** (zákon). Dle Mezinárodní ergonomické společnosti (IEA) lze ergonomii definovat takto:

„Ergonomie je vědecká disciplína založena na porozumění interakcí člověka a dalších složek systému. Aplikací vhodných metod, teorie i dat zlepšuje lidské zdraví, pohodu a výkonnost.“ [1]

Pokud bychom chtěli vysledovat počátky „ergonomického“ myšlení, objevuje se v souvislosti s vývojem pracovní činnosti člověka. Každá úprava náradí, nástroje a zbraní, ať již volbou tvaru, hmotnosti, rozměrů držadla atd. znamená principiálně přizpůsobení techniky postupnému zlepšování.

Závěrem je možné konstatovat, že ergonomie je jednoznačně formulovaná vědní disciplína, která má přispívat ke zlepšování podmínek člověka při jeho činnostech, k zvyšování jeho produktivity, ke zlepšení pohody a k rozvoji jeho osobnosti. Má za sebou celou řadu úspěchů, ale je třeba konstatovat, že hlavní úkoly jsou teprve před ní.[1]

1.3 Rozdělení ergonomie

Fyzická ergonomie se zabývá vlivem pracovních podmínek a pracovního prostředí na lidské zdraví. Uplatňuje přitom poznatky anatomie, antropometrie, fyziologie, biomechaniky apod. Patří sem např. problematika pracovních poloh, manipulace s břemeny atd.

Kognitivní ergonomie je zaměřena na psychologické aspekty pracovní činnosti jako např. na percepci, paměť, usuzování apod.[1]

Organizační ergonomie je zaměřena na optimalizaci sociotechnických systémů včetně jejich organizačních struktur, strategií, postupů atd. [1]

1.4 Výkonová kapacita člověka

Ergonomické parametry jsou odvozeny z výkonové kapacity člověka. Na základě poznatků z oblasti fyziologie, hygieny, antropologie, biomechaniky, psychologie a dalších věd o člověku byly postupně stanoveny určité limity způsobilosti a vybavenosti člověka, které by neměly být v souvislosti s pracovní činností a působením faktorů prostředí překročeny. [1]

1.5 Tělesné rozměry a pohyby

Znalost tělesných rozměrů populace, o níž se předpokládá, že má pracovat s určitými technickými prostředky, používat dílenský nábytek, jako jsou sedadla, pracovní stoly atd. Tělesné rozměry jsou dále důležité při navrhování osobních ochranných pracovních prostředků, jako jsou např. ochranné oděvy, pracovní obuv, ochrana hlavy, rukou apod. [1]

1.6 Zahraniční literatura zabývající se ergonomií

Ergonomií se zabývají i zahraniční tvůrci a spisovatelé. Vše, co jsem dohledala, se ale spíše jedná o ergonomii ohledně pohybu a těžké práce. Důsledky špatného držení zad a nedodržování zásad správného sedu jsou zcela totožné, a to jak pro ergonomii sezení, tak i pro ergonomii při pohybu. Pojednává o tom například kniha od autora Shrawan Kumar s názvem Biomechanics in Ergonomics

Ta pojednává a diskutuje o faktorech ergonomie a jejich možnou roli při degeneraci. Zkoumá ergonomii a biomechaniku sezení, bezpečnost nebo pohodlí. Můžeme opravdu mít jedno bez druhého. Je možné mít obojí. Ačkoli v žádném případě není jediným faktorem, hluboké pochopení biomechaniky hraje vedoucí úlohu při navrhování pracovišť. [2]

1.7 Ergonomie školního nábytku

1.7.1 Vadné držení těla

Vadné držení těla je v současné době považováno za jednu z nejčastějších funkčních poruch pohybového aparátu v dětské populaci, vyskytujících se v České republice přibližně u 40 procent dětské populace. Vzhledem k závažnosti problému s vadným držením těla u žáků provedla před několika lety odborná skupina Centra životního prostředí Státního zdravotního ústavu Praha šetření u vzorku více než 3500 dětí ve věku 7, 11 a 15 let v deseti městech České republiky. [5]

K dramatickému zhoršení držení těla dochází u dětí zejména v období těsně po zahájení školní docházky. Svůj podíl na něm má i ergonomicky nevyhovující školní nábytek, vysoká psychická zátěž a zejména nedostatek všestranného pohybu.

Je třeba zdůraznit, že vadné držení těla v dětství, pokud není včas kompenzováno pravidelným a cíleným cvičením, přispívá v dospělosti k degenerativnímu onemocnění páteře. [5]

1.7.2 Školní sedací nábytek

S nástupem školního věku se prudce zvyšuje četnost vadného držení těla u dětské populace. Hlavní příčinou je bezpochyby přechod k sedavému způsobu života, a to nejen ve školních lavicích. Dlouhodobá statická, popřípadě i asymetrická zátěž vsedě může vést k rozvoji vadného držení těla (např. kulatá záda, skolióza, odstálé lopatky apod.) i k bolestem zad. [1]

Nesprávný sed, včetně jeho výše uvedených důsledků, výrazně ovlivňuje ergonomické nedostatky školního sedacího nábytku. Školní sedadla i pracovní stoly bývají většinou příliš nízké. V řadě škol mají sedadla i lavice jednotnou výšku, takže nelze respektovat individuální antropometrické rozměry dětí. Navíc není respektováno, že děti současné generace jsou o 5-9 cm vyšší než před 40 lety. Sedadla většinou neumožňují správnou podporu pánve a bederní páteře. Většina stávajících lavic je plochá.

Při řešení školního sedacího nábytku je třeba sledovat zejména tyto cíle:

- prosazovat variabilní výšku sedadel a pracovních stolů
- prosazovat ergonomické řešení sedadel, zejména s ohledem na správné podepření pánve a bederní páteře;

- podporovat alternativní způsoby sezení, zejména doma (např. krátkodobé sezení na balančních míčích);
- věnovat též pozornost výuce správného sezení, době sezení a dalším ergonomickým a rehabilitačním aspektům zátěže pohybového systému dětské populace [1]

1.7.3 Technické normy

Nábytek pro vzdělávací instituce, mezi které patří i předškolní zařízení, musí splňovat řadu podmínek a požadavků, které vycházejí z norem. Jedná se o evropské normy převzaté do systému norem České republiky, a to ČSN EN 1729-1 Nábytek – Židle a stoly pro vzdělávací instituce – Část 1: Funkční rozměry a ČSN EN 1729-2 Nábytek – Židle a stoly pro vzdělávací instituce – Část 2: Bezpečnostní požadavky a metody zkoušení, které jsou však pouze v anglickém znění.

Jsou normovány čtyři oblasti:

- Rozměry (ergonomie);
- Bezpečnostní požadavky;
- Mechanické vlastnosti;
- Požadavky na návody na použití. [12]

Norma ČSN EN 1729–1 Nábytek – Židle a stoly pro vzdělávací instituce – část 1: Funkční rozměry

Norma 1729-1 specifikuje funkční rozměry a značení všech stoliček, židlí a stolů pro vzdělávací instituce a zahrnuje jak nenastavitelný, tak i nastavitelný nábytek.

Tato norma je platná pro čalouněné i nechalouněné židle a stoličky, stejně tak jako na otočné i neotočné židle.[3]

Má 8 příloh, které zahrnují mimo jiné vysoké stoličky ke stání, židle s fixovaným i nastavitelným sklonem, metody způsobu měření, směrnice pojednávající o velikostech a značeních a směrnice k výšce židlí a stolů. [3]

1.7.3.1 Rozměry (ergonomie)

Stoly a židle pro vzdělávací instituce jsou rozděleny do sedmi velikostních skupin, které se řídí vzrůstem postavy označováno V a rozsahem podkolení označováno K, viz obrázek 1. Nábytek musí být označen velikostí nebo barevným kódem., viz tabulka 1.[12]

Tabulka 1: Rozdělení židlí a stolů do sedmi velikostních skupin

Označení velikostí	0	1	2	3	4	5	6	7
Barevný kód	Bílá	Oranžová	Fialová	Žlutá	Červená	Zelená	Modrá	Hnědá
K (v mm)	200-250	250-280	280-315	315-355	355-405	405-435	435-485	485+
V (v mm)	800-950	930-1160	1080-1210	1190-1420	1330-1590	1460-1765	1590-1880	1740-2070

ČSN EN 1729-2 Nábytek – Židle a stoly pro vzdělávací instituce – Část 2:

Bezpečnostní požadavky a metody zkoušení

Tato norma specifikuje bezpečnostní požadavky a testovací metody židlí a stolů určených pro vzdělávací instituce.

Lze ji aplikovat na nábytek pro přenosné elektronické zařízení např. počítače, nebo notebooky. Nevztahují se na speciální nábytek, vybavení laboratoří a speciálních učeben. [4]

1.7.3.2 Shrnutí norem

Při vybavování učeben je nutné od dodavatele nábytku požadovat již v zadání deklarování požadovaných vlastností s odkazem na ČSN EN 1729-1 a ČSN EN 1729-2, správné značení velikosti a požadovat návod na použití se všemi uvedenými náležitostmi. Je to jediný způsob, jak v současnosti zabezpečit vybavení výukových prostor nábytkem, který může být přínosem pro zdraví vývoj dětí jak školního, tak předškolního věku. Uváděné požadavky platí pro nábytek určený do výukových prostor, na nábytek do prostor pro učitele jsou kladeny požadavky jako na nábytek kancelářský.[3;4]

1.7.4 Nákup školního nábytku

Při nákupu školního nábytku se doporučuje požadovat u prodejce předložení certifikátu, vydaného certifikačním úřadem v České republice, který potvrzuje shodu nábytku s výše citovanou technickou normou.

Legislativa požaduje různé velikostní typy, což zajistí i rozdílné výškové typy pevného školního nábytku. [7]

Ve třídách je nutné mít k dispozici alespoň 2-3 druhy velikostních typů nábytku, pro první stupeň lépe 3 druhy, protože u mladších dětí jsou výškové rozdíly u dětí stejného věku výraznější. Pro I. stupeň jsou nejpotřebnější velikosti číslo 2 a 3, kdy právě velikost číslo 2 často ve třídách chybí, přestože je vhodná pro většinu žáků I. stupně, viz Tabulka č. 2. [7]

V Tabulce č. 2 můžete vidět rozdělení výšky sedáku a výšky pracovních desek dle normy ČSN EN 1729–1. Se srovnáním s Tabulkou č. 3 lze vidět, jaké procento židlí dané výšky a barvy připadá na průměrnou výšku populace.

Tabulka 2: Velikost školního nábytku dle normy ČSN EN 1729-1:2007

	1	2	3	4	5	6	7
Výška pracovní plochy stolu	46cm	53 cm	59 cm	64 cm	71 cm	76 cm	82 cm
Výška sedáku židle	26cm	31 cm	35 cm	38 cm	43 cm	46 cm	51 cm
Výška postavy	93-116cm	108-121cm	119-142cm	133-159cm	146-176,5cm	159-188cm	174-207cm

Tabulka 3: Doporučené rozdělení velikostí nábytku ve třídách (dle prům. výšky v populaci v %)

	2	3	4	5	6	7
1. třída (6-7 let)	10	90				
2. třída (7-8 let)		80	20			
3. třída (8-9 let)		70	30			
4. třída (9-10 let)		30	60	10		
5. třída (10-11 let)			60	40		
6. třída (11-12 let)			40	60		
7. třída (12-13 let)			10	70	20	
8. třída (13-14 let)				60	40	
9. třída (14-15 let)				40	60	
Střední a vysoké školy				20	75	5

Aby nábytek splňoval správný a zdravý sed dítěte, je důležité sledovat tyto poznatky:

- při posazení žáka na konec sedáku chodidla spočívala celou plochou na zemi
- efektivní hloubka sedadla má podepírat nejméně 2/3 délky stehna, přední hrana sedadla nesmí zasahovat do podkolenní jamky a musí být zaoblená.
- výška sedadla se má rovnat délce bérce, zvětšené o výšku nízkého podpatku (1–2 cm), tj. chodidla jsou při zadním sezení celou plochou v pevném kontaktu s podlahou tak, aby bylo možné se o ně pevně opřít
- opěradlo má sloužit především jako opora beder, nikoliv hrudní páteře, pro volný pohyb horních končetin by nemělo sahat výš, než je dolní úhel lopatek.
- pracovní deska stolu byla ve výšce loktů volně spuštěných paží sedícího žáka[13]

1.7.5 Nevyhovující nábytek

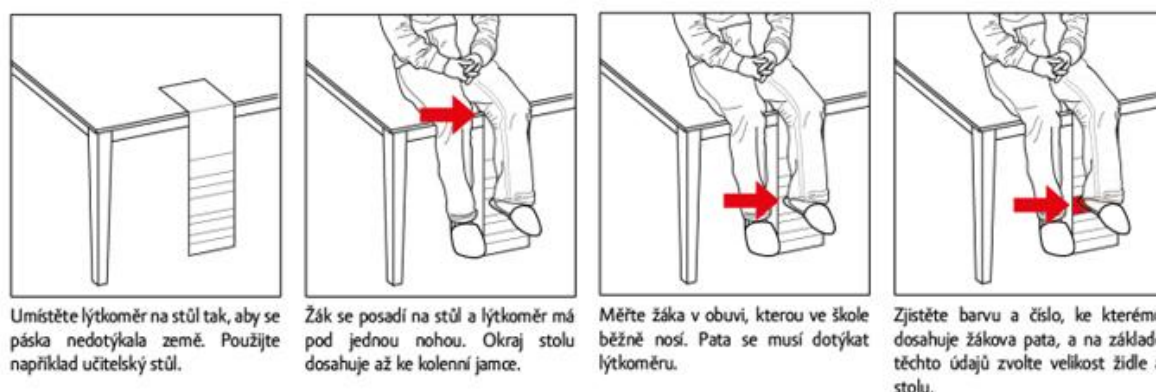
Nevyhovující nábytek má opěradlo pro záda příliš vysoko, příliš dlouhý sedák, nízkou nebo vysokou výšku sedáku, nízkou nebo vysokou desku stolu, vodorovnou pracovní plochu. Důsledky sezení v takto nevyhovujícím školním nábytku jsou: chybějící opora pro páteř nebo nohy a následné hrbení se u sezení, přetížení krční páteře a šíjových svalů, předsunování hlavy, poruchy zakřivení páteře, ztráta pozornosti, předčasná únava, bolesti zad a hlavy. [8]

1.7.6 Správná výška sezení

Když žáka postavíte vedle židle, měla by hrana sedáku být v úrovni spodní části kolenní česky.

Pro zjištění správné výšky pracovní plochy stolu pak stačí, sedí-li žák na židli, která odpovídá jeho výšce, spustí uvolněné paže volně podél těla a následně v lokti sevře úhel 90°. Loket má být 2–3 cm pod úrovní vrchní části pracovní plochy.

Pro zjednodušení měření se připravila praktická pomůcka, které se říká



Obrázek 1: Měření rozsahu podkolenní u dětí pomocí lýtkoměru

„lýtkoměr“. Pomocí tohoto měřidla se velmi snadno a rychle zjistí správná velikost židle a stolu, kterou má žák mít. Postup měření vidíte na obrázku 1.

Kdo tuto pomůcku vymyslel, není známo. Já jsem pomůcku dohledala na stránkách firmy SANTAL, která mi zmíněnou pomůcku zaslala. To, jak vypadá, můžete vidět v příloze č. 6.[7]

1.8 Anatomie

Anatomie zkoumá stavbu lidského těla. Popisuje tvar, vnitřní složení, polohu jeho jednotlivých částí a tím umožňuje pochopit i její funkci. Ukazuje, že stavba a funkce jsou vždy nerozlučně spjaty.[6]

1.8.1 Obecná stavba lidského těla

Lidské tělo má velmi složitou stavbu. Skládá se z velkého počtu orgánů, z nichž každý má podíl na činnosti celku jiným úkonem, a proto má i odlišné anatomické vlastnosti. Přitom se vyznačuje nejen charakteristickou stavbou, ale i jistou neměnnou polohou v těle. Lze říci, že orgány jsou v těle rozmístěny podle určitého stavebního plánu. [6]

Pod povrchem těla, který pokrývá kůže s podkožním vazivem, přeměněným místy v silnější tukovou vrstvu, jsou všude uloženy kosti nebo svaly. Na kostru a svalstvo připadá dohromady více než polovina hmotnosti těla. Kosti jako jediné tvrdé útvary v těle v podstatě určují jeho tvary a proporce, svaly jeho celkový vzhled. Na stavbě jednotlivých částí těla se kosti a svaly podílejí různou měrou. [6]

1.8.2 Páteř

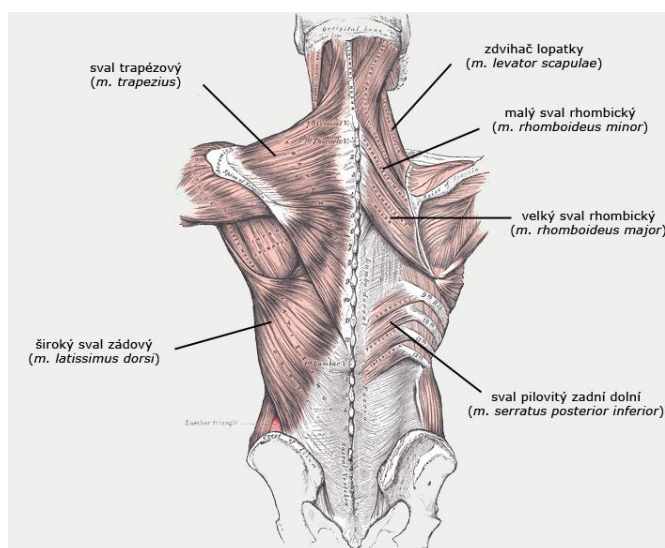
Páteř je složena ze 33–34 obratlů: 7 krčních, 12 hrudních, 5 bederních, 5 křížových sekundárně splývajících v kost křížovou a 4–5 obratlů kostrčních, tvořící kost kostrční. Obratle udržují za pomoci těchto struktur stabilitu těla a zároveň jsou natolik pohyblivé, že umožňují realizovat žádaný pohyb. Mezi jednotlivými obratli se nacházejí meziobratlové ploténky, které působí jako tlumič nárazů na páteř a ovlivňují rozsah pohybu jejich jednotlivých úseků. [9]

Páteř je spojena v hrudní části s žebry a v křížové oblasti s pánví. Upíná se na ni velké množství vazů a svalů, které uskutečňují pohyb jednotlivých obratlů proti sobě, a tím i pohyb celé páteře a těla. Páteř je z bočního pohledu vícenásobně zakřivená, což zlepšuje její stabilitu. Základní pohyby, které může páteř vykonávat, jsou předklony a záklony, úklony, rotace a pérovací pohyby. [9]

Páteř má funkci podpůrně-pohybovou – slouží jako opora vzpřímeného stoje a pohybová osa těla, chrání nervové struktury, které se zde nacházejí (mícha, nervy), působí jako orgán hluboké citlivosti (účast na udržení rovnováhy v prostoru) a také jako orgán vyjadřující duševní pochody. Správná funkce pohybové osy těla má vliv nejen na struktury nacházející se v páteřním kanálu, ale i na správnou funkci celého pohybového systému, tedy končetin s jejich klouby, na svaly i na funkci vnitřních orgánů. [9]

1.8.3 Svaly zádové

Zádové svaly rozdělujeme do tří vrstev – hluboké, střední a povrchové. Hluboké zádové svaly se táhnou podél páteře. Nejhlubší vrstvy svalů ovlivňují vzájemnou polohu jednotlivých obratlů. Aktivují se již při pouhé myšlence na pohyb. Působí ve smyslu extenze a některé svojí aktivitou snižují tlak na meziobratlové ploténky. Střední vrstvy spojují více segmentů a ovládají jednotlivé dílčí úseky páteře. Povrchové svaly se příliš nepodílejí na udržení přímého stoje, uplatňují se při nestabilitě. [9]



Obrázek 2: Zádové svalstvo

1.8.4 Sed

Podíl sezení v činnostech člověka se v průběhu vývoje společnosti mnohonásobně zvýšil. Za přetěžování pohybového aparátu nelze pokládat pouze zvýšenou fyzickou námahu, ale také sedavé zaměstnání nebo činnosti, při kterých dochází k nepřetržitému a opakovanému zatížení určitého pohybového segmentu. Za určité přetěžování pohybového systému bychom tedy mohli považovat i každodenní sezení žáků ve škole po dobu vyučování. Nejen bolesti zad, ale častěji obtíže vzdálené – bolesti hlavy, závratě, pocity mravenčení až silné bolesti v končetinách jsou nejčastějším důsledkem onemocnění moderní doby, která mají původ v páteři a pohybové soustavě. [9]

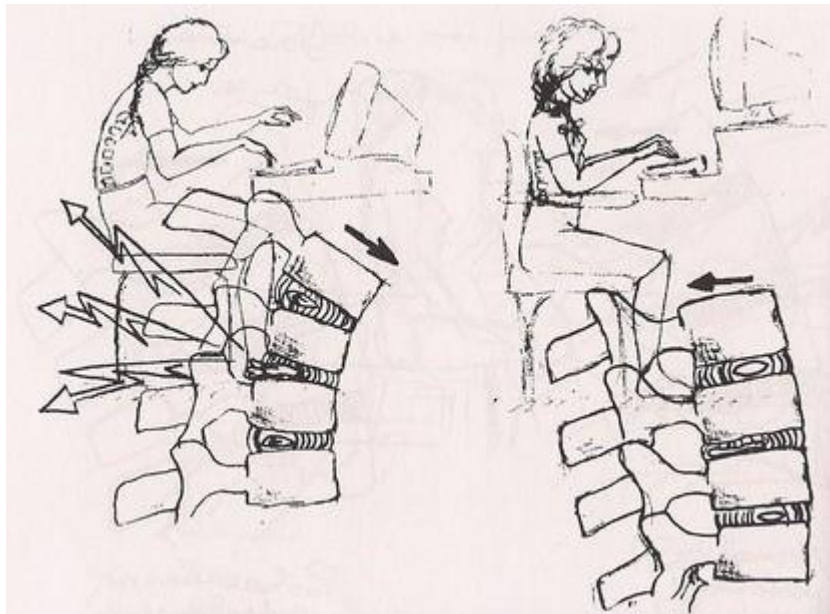
Vsedě se naše tělo vlivem působení gravitace propadá do uvolněného sedu, při kterém jsou záda zakulacená, pánev sklopená dozadu a objevuje se neekonomické rozložení tlaků na ploténku, která se klínovitě deformuje, vazy spojující obratle jsou neúměrně napínány. Častější působení dlouhodobě nevýhodné zátěžové polohy (sed s kulatými zády a předsunutým držením hlavy). [9]

1.8.5 Sezení a držení těla

Pro správné pochopení ergonomické, zdravotní a rehabilitační problematiky sezení je nezbytné v úvodu poukázat, jakým způsobem je páteř při sezení zatěžována. To můžeme vidět na obrázku 2, který ukazuje, co se stane s páteří při posazení.

Změny jsou následující:

- pánev se sklápí dozadu, mění se úhel v kyčelním kloubu – ze stoje, kde činí 180 stupňů, se v poloze vsedě zmenší na přibližně 90 stupňů
- dochází k oploštění bederního úseku páteře
- v oblasti hrudní páteře se vyklenuje dozadu
- krční páteř se předsunuje dopředu [1]



Obrázek 3: Správné sezení a namáhání páteře

Toto typické nesprávné, uvolněné kulaté držení se dále vyznačuje předsunutým držetím ramen, omezeným dýcháním, stlačením břišních orgánů a přetížením některých svalů a vazů. [1]

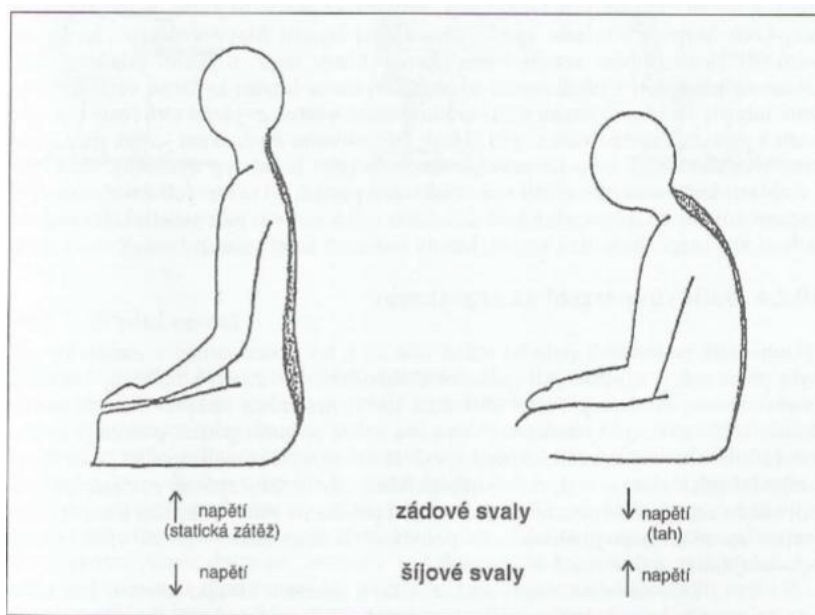
Dlouhodobé sezení s kulatými zády může přispívat i k poškození meziobratlových plotének bederní páteře. Vzniká tak, že při kulatém sedu dochází k nerovnoměrnému tlaku na ploténku – na přední straně je ploténka zatížena vyšším tlakem než na straně zadní, dochází k její klínovité deformaci, jádro ploténky se posouvá dozadu a může stlačovat nervové kořeny. [1]

1.8.6 Změny ve svalovém a vazivovém systému

V důsledku nedostatečné aktivity při dlouhodobém sezení obecně dochází k oslabování řady svalů a s tím souvisejícímu snížení fyzické zdatnosti. Slabé svaly dále neposkytují dostatečnou a ochrannou oporu kloubům a páteři, což je též jednou z příčin rychlejšího nástupu degenerativních změn kloubních, ale i větší náchylnosti k úrazům pohybového systému. [1]

Aktivita zádových a šíjových svalů se mění v závislosti na poloze, zejména na velikosti vychýlení těžiště ze své původní polohy a na stupni psychické zátěže. Jedinci, kteří jsou vystaveni vyšší psychické zátěži, vykazují vyšší napětí. Na obrázku je znázorněno, jak reagují zádové a šíjové svaly v závislosti na poloze vsedě. Při vzpřímeném nepodloženém sedu je zvýšena aktivita zádového svalstva proti kulatému sedu, zatímco aktivita šíjového svalstva je vyšší kulatému sedu s předkloněnou hlavou. Náklonem trupu dopředu se aktivita zádových svalů zvyšuje, při použití zádové opěry a při opření paží se snižuje. [1]

Při dlouhodobém sezení s předklonem trupu dochází též k přetížení vazivového systému, a to především v oblasti přechodu hrudní a bederní páteře. Při dlouhodobém předklonu hlavy se pak napínají vazy v oblasti hlavových kloubů. [1]



Obrázek 4: Změny ve vazivovém systému

1.8.7 Sezení a bolesti zad

V praxi se setkáváme s těmito problémy, převážně u sedavého zaměstnání. Poněkud častěji se setkáváme s obtížemi v oblasti krční páteře, popřípadě i s bolestmi hlavy. Bolestivými syndromy v oblasti krční páteře jsou nejčastěji způsobeny pracovními činnostmi s dlouhodobým předklonem hlavy a krku, či se zvednutými horními končetinami a jiné. Tyto problémy již postihují děti školního věku, kteří tráví nejvíce času právě sezením a psaním ve škole. [1]

Bolesti hlavy v důsledku nesprávného sezení či zatížení mohou být buď tenzní (ze svalového napětí) nebo anteflexní (v důsledku přetížení vazů při předklonu hlavy). Tenzní bolesti hlavy vznikají při zvýšené psychické zátěži či v důsledku přetížení horních trapézových svalů (např. při vysoké pracovní ploše, jednostranných pohybech horních končetin apod.). Anteflexní bolesti hlavy vznikají přetížením vazů při dlouhodobém sezení s předklonem hlavy např. u školní mládeže. Negativním důsledkem je pak omezené dýchání, resp. Jeho nesprávný stereotyp. [1]

1.8.7.1 Další vlivy sezení na organismus

Dlouhodobý nedostatek pohybu může vést až k tzv. osteoporóze z inaktivity, jak bylo pozorováno u některých pacientů dlouhodobě upoutaných na lůžko. Stručně připomeneme, že osteoporóza (řídnutí kostí) rozumíme redukcí hustoty kostní tkáně. Jejím nejvyšším nebezpečím je zvýšené riziko kostních zlomenin. Lze tedy předpokládat, že sedavý způsob zaměstnání, popřípadě i ve spojení s vnucenými pracovními polohami, může přispívat k rozvoji osteoporózy. [1]

Vlivem dlouhodobého sezení dochází dále k omezení žilního návratu z dolních končetin, a tím ke zvýšenému riziku křečových žil. V podstatě se zde uplatňuje snížená aktivita lýtkového svalu vsedě. Sezení s kulatými zády podporuje dále nesprávný stereotyp dýchání. Je omezeno dýchání břišní, činnost bránice a dochází k aktivaci méně výkonných a pomocných svalů hrudních a krčních. Důsledkem takto omezeného dýchání může být i nedostatečné zásobení mozku kyslíkem, a tím i horší koncentrace, soustředěnost i výkonnost. [1]

1.8.8 Jak správně sedět

Existují různé koncepce správného sezení, včetně jeho nácviku; všem je společné to, že se snaží o zajištění vzpřímeného sedu s alespoň částečným zachováním bederního prohnutí páteře. [1]

Žák se posadí tak, aby se opřel rovnými zády o opěradlo, a pohledem z boku lze provést následující kontrolu:

- 1) Opěradlo slouží jako opora bederní, nikoliv hrudní páteře!
- 2) Sedák, tedy ta část židle, na které žáci sedí, by měl mít zaoblenou přední hranu a umožnit žákovi volně spustit nohy k zemi, aniž by cítil tlak v podkolenní jamce, přičemž žák celým chodidlem došlápne na podlahu.
- 3) Výška sedáku je pak délka bérce plus výška podrážky obuvi. Stehno a bérce, stejně jako chodidlo a bérce, svírají pravý úhel.
- 4) Chodidla jsou celou plochou v pevném kontaktu s podlahou.
- 5) V případě školních lavic by lokty a předloktí měly být volně položeny na pracovní desku lavice.

Pro lepší představu je možné tyto důležité kroky vidět na obr. č. 5, na kterém jsou jednotlivé kroky znázorněny. [16]



Obrázek 5: Správné sezení

2. Experimentální část

1.7.3.3 Využití makety lidského těla

V této kapitole se seznámíme s pojmy kreslicí šablona, s využitím 2D modelů lidského těla dítěte při výběru vhodného školního nábytku konkrétně židlí. Další část tvoří studie proporcí a tvarů lidského těla, znázornění figury 10letého dítěte a celkového mechanismu těla, podle kterého je řešen 2D model lidské postavy v experimentální části práce. V posledním bodě je srovnání metodiky se skutečně naměřenými hodnotami.

1.7.3.4 Kreslicí šablona

Kreslicí šablona je dvourozměrné měřicí zařízení napodobující z profilu fyzické obrysy 10letého dítěte, přičemž základní rozměry tohoto zařízení odpovídají rozměrům figuríny.

1.7.3.5 Využití makety při konstrukci školního nábytku

Typickými oblastmi pro využití 2D modelu je například konstrukce školního nábytku. Využívá se především při navrhování školních židlí a lavic tak, aby děti měly správné držení těla a výška židlí a stolů odpovídala předpisům, které tento školní nábytek upravují. Je to důležité z hlediska jejich budoucnosti, jelikož třetinu svého života stráví sezením ve škole, což značně ovlivňuje jejich fyzické zdraví. Pokud dítě nemá správné školní vybavení, může se stát, že v budoucnu to bude mít dopad na jeho zdraví. Proto je velmi důležitý výběr školního zařízení.

1.7.3.6 Proporce a tvary lidského těla

Tvary, rozměry a sklony jednotlivých součástí těla nelze přímo odvodit z rozměrů a tvarů těla, budeme-li uvažovat, jak se mohou těla jedinců navzájem lišit. Rozměry, proporce a tvary školního nábytku mají blízkou souvislost s rozměry, proporcemi, tvary a funkcemi lidského těla. Měly by tedy být možné odvodit z nákresu (makety) lidského těla v dané pozici, kterou chceme sedadlem zajistit. Praktikováním tohoto postupu však vznikají překážky, protože jen málokdy je nábytek navrhován předem určenému a známému dítěti, které je možné změřit. Mnohem častěji je školní

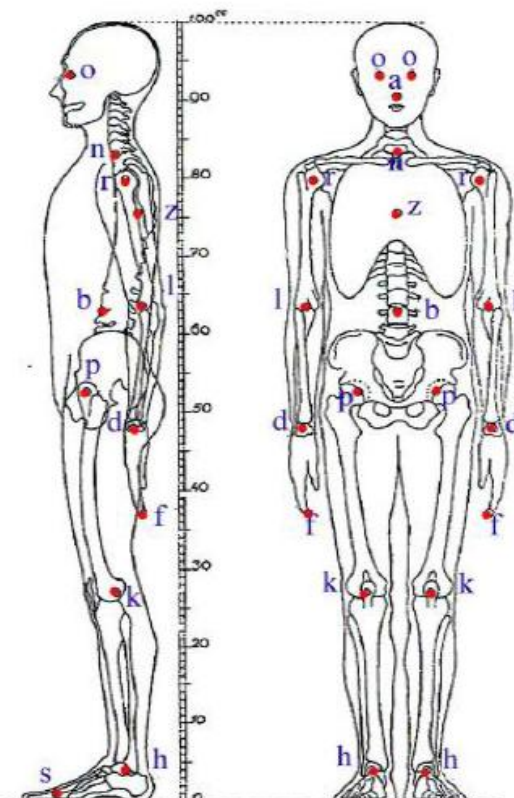
nábytek navrhován obecně, na nichž se bude střídát řada předem neznámých dětí, které mají mnohdy pouze společný věk. Model nesmí být volen náhodně, ale tak aby byl vhodným výběrem dané kategorie dětí, pro které bude určen. Nejčastěji jím bývá chlapec nebo dívka průměrné tělesné výšky, průměrných proporcí a forem. Průměrné, čili normální výšky mužů (chlapců) a žen (dívek) podle věku zaokrouhlené na centimetry jsou v tabulce č. 2 sestavené z několika měření, převzato z literatury Dr. Maška [14].

TAB. I. PRŮMĚRNÁ TĚLESNÁ VÝŠKA V cm.

stáří	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
muži	51	75	85	90	100	106	110	114	119	125	130	133	138	144	149	155	160	163	166	168	169
ženy	50	70	83	88	95	100	108	113	118	123	128	133	138	146	150	152	154	155	156	156	157

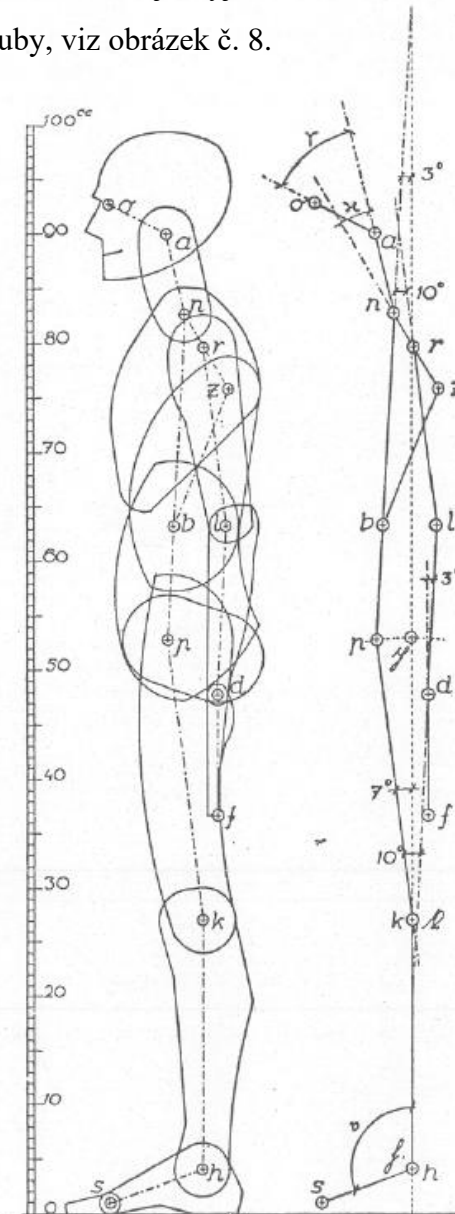
Obrázek 6: Tabulka průměrné tělesné výšky v cm

Délka a šířka částí těla se udává v setinách celkové výšky. Setinou metru je 1 centimetr. Setina celkové výšky těla (corpusu) se nazývá 1 centicorpus, zápisem je 1 cc. Proporcionální rozdíly mezi pohlavími nejsou příliš nápadné, závažnější jsou proporcionální rozdíly vyplývající z různého věku, znázorněné taktéž v tabulce č. 4. Na obrázku č. 7 je znázorněna figura průměrného dospělého muže ze strany a zepředu, kterou Dr. Mašek narýsoval podle Kolmannovy plastické anatomie. Na figuře jsou vyznačeny body (s, h, k, p, a, r, l a d), to jsou body, na kterých je prováděn pohyb v kloubech.[14]



Vzdálenosti mezi body *sh*, *hk*, *kp*, *ao*, *rl*, *ld* jsou konstantní a nijak se nemění, i když tělo zaujme jakoukoliv pozici. Výjimkou je vzdálenost *pa*, která odpovídá trupu s krkem. Tvar i délka této části se mění vlivem změny pozice, protože body *pa* a *a* nespojuje pevná kost, ale pružná páteř. Proto je tento složitý mechanismus kostry mezi body *pa* a *a* (mezi kyčelním kloubem a atlasem) nahrazen zjednodušeným mechanismem, kdy je pohyb nerovnoměrně rozdělený po celé páteři a soustředí se do míst, kde je prohnutí nejintenzivnější, tj. do bodů *b*, *z*, a *n* viz obrázek č. 8. Délky mezi body *pb*, *bz*, *zn* a *na* jsou potom konstantní.[14]

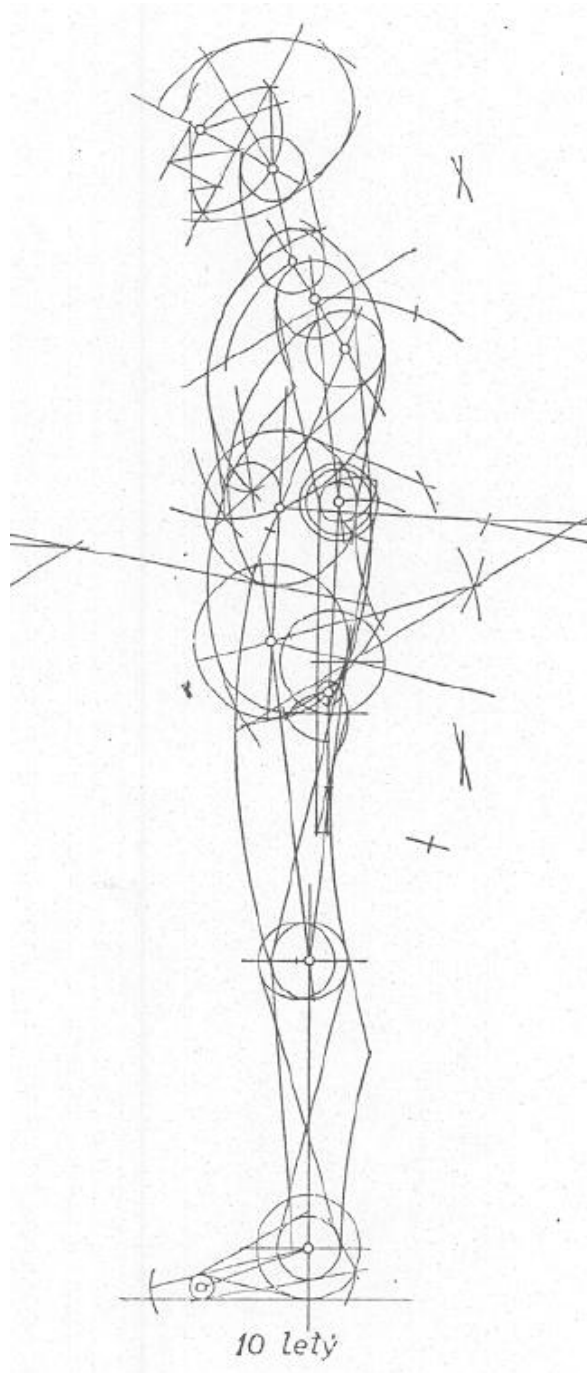
Celkový mechanismus těla je vyjádřen soustavou úseček *hk*, *kp*, *pb*, *bz* atd., spojených vzájemně klouby, viz obrázek č. 8.



Obrázek 8: Soustava úseček spojující vzájemně klouby

Chceme-li rýsovat v měřítku 1:10, zjistíme z obrázku č. 6, kde tabulka znázorňuje, že normální 10letý chlapec měří 130 cm a položíme v nákrese $1cc = 1,30$

mm. Kdybychom chtěli zhotovit nákres určitého 10letého chlapce měřícího například 130 cm, jehož proporce jsou rovněž normální, je možné použít stejný náčrtek. Pro zachování měřítka 1:10 musí ovšem změřit 1 cc = 1,30 mm. Zhotovený náčrt 10letého chlapce dle Dr. Maška je vidět na obrázek č. 9. [14]



Obrázek 9: Zhotovený náčrt 10letého chlapce dle Dr. Maška

Přehled proporcí dle Weissenberganebylo možné při konstrukci figurálních náčrtků bezprostředně použít, proto vyhotovil Dr. Mašek tabulku č. 4, která vyjadřuje vzdálenosti mezi klouby (*sh*, *hk*, *kp*...). Zároveň tabulku doplnil o další potřebné rozměry pro konstrukci. Hodnoty v tabulce jsou uvedeny v centimetrech (celková výška = 100 cm). Na základě uvedených rozměrů je možné zkonstruovat model postavy pro kteroukoliv osobu normálních proporcí bez ohledu na tvarovou charakteristiku. [14]

Tabulka 4: Přehled normálních proporcí dle metodiky

pohlaví	muži							
	6	8	10	12	14	16	18	20
stáří	6	8	10	12	14	16	18	20
sh	9,1	9,1	9,3	9,4	9,4	9,3	9,1	9
hk	21,4	22	22,4	23,1	23,4	23,4	23	23
kp	24,2	24,9	25,3	26,2	26,4	26,4	26,1	26
pb	10,7	10,5	10,5	10,1	10,1	10,2	10,6	10,5
bz	13,7	13,5	13,5	13	13	13,1	13,6	13,5
zn	8,1	8	8	7,7	7,7	7,8	8	8
na	8,1	8	8	7,8	7,5	7,5	7,5	7,5
ao	7,3	7	6,5	6,3	6	6	6	6
nr	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5
rl	15,6	15,6	16	16,2	16,4	16,3	16,5	16,5
ld	14,6	14,7	15	15,2	15,4	15,3	15,5	15,5
df	11,4	11,1	11	11	11,1	11,1	11,1	11
r _s =r _d	1	1	1	1	1	1	1	1
r _h	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
r _k	2,8	2,9	2,9	3	3	3	3	3
r _p =r _b	6,1	6	6	5,8	5,8	5,8	6	6
r _z =r _r	3,1	3	3	2,9	2,9	2,9	3	3
r _n =r _a	2,7	2,7	2,7	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5
rl	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
pp	9,7	9,5	9,3	9,2	9,2	9,2	9,4	9,5
qq	19,3	19	18,7	18,3	18,4	18,4	18,9	19
vv	16,3	16	15,7	15,4	15,5	15,5	15,9	16
yy	18,4	18,1	17,8	17,3	17,3	17,6	17,7	18
xx	12,2	11,7	10,8	10,5	10	10	10	10

Poznámka: *pp* = vzdálenost kloubů kyčelních, *qq* = šířka těla v bocích, *vv* = šířka v bedrech, *yy* = šířka trupu pod lopatkami, *xx* = šířka hlavy

Z výše uvedené tabulky jsou pro další zkoumání a zjišťování zásadní vzdálenosti značeny body *sh* a *hk*. Jedná se o body, kde *s* je počátek chodidla (konkrétně se jedná o kloub palce) a *h* je nárt. Další bod, který je velice důležitý je *k*, který značí kolenní kloub. Tyto body jsou zásadní, protože se jedná o body, či spojení části těla, která jsou nejvíce namáhána a používána při sedu a ze kterých lze odvodit, vzdálenosti, které jsem pro svoji práci potřebovala. I přesto, že rozsah podkolení je měřen od země, kde chodidlo stojí, tak lze tuto vzdálenost použít. Musí se vzít na zřetel, že je potřeba připočíst vzdálenost chodidla od podlahy, popř. obuv, kterou má dotýčný na sobě.

Jelikož se jedná o literaturu, která je zastaralá, je nutné, aby zjištěné rozměry odpovídaly rozměrům zjištěným. V tomto případě došlo ke změnám výšky postav pro jednotlivé věkové skupiny. Proto jsem hledala i literaturu novější, se kterou bych mohla literaturu Dr. Maška porovnat. Uvádím literaturu Výzkumného ústavu oděvního Prostějov – Velikostní sortiment Chlapeckých oděvů, která ale také není úplně nová a pochází z roku 1987.

V tabulkách níže lze vidět rozsahy výšky postav pro jednotlivé věkové skupiny chlapců a dále rozměry, kterou jsou pro mou práci podstatné. Pro nás je nejpodstatnější věk 8–10 let. Proto jsem z tabulky vybrala pouze tyto údaje.

Vytvořila jsem tři tabulky, které znázorňují postupný vývoj průměrných velikostí chlapců ve věku 8-10 let. V tabulce č. 5 jsou údaje z literatury Dr. Maška z roku 1945. V tabulce č. 6 lze vidět údaje z literatury Výzkumného ústavu Prostějov a v poslední tabulce č. 7 jsou moje zjištěné údaje z měření dětí dnes.

Po zhlédnutí je patrné, že se zjištěné a získané hodnoty z literatury liší. Lze konstatovat, že se to dalo předpokládat vzhledem ke stáří obou metodik, proto je na tabulkách dobře vidět to, jak se děti, konkrétně chlapci vyvíjejí a jak se hodnoty mění.

Samozřejmě musíme brát v úvahu, že při zjišťování jsem neměla k dispozici tolik dětí, jako při získávání údajů do literatur, ale i přesto lze říci, že děti se vyvíjejí a ve věku v roce 1945 a v roce 2017 není jejich výška stejná.

I přesto, že se zdá, že výška není podstatný údaj, který by mohl nějakým způsobem ovlivňovat velikost školního nábytku, opak je pravdou. Ale i v normě, která upravuje tento druh nábytku, je výška jedna z klíčových údajů, podle kterého se zjišťuje ideálně vysoká židle.

Tabulka 5: Tabulka s údaji z literatury Dr. Maška

Věk	Průměrné výška postavy (1945)
8	119
9	125
10	130

Tabulka 6: Tabulka s údaji z Výzkumného ústavu Prostějov

Věk	Průměrná výška postavy (1982-83)	Rozmezí výšky postavy od-do
8	129	120-139
9	134,7	125-145
10	139,2	129-150

Tabulka 7: Tabulka s údaji z mého měření

Věk	Průměrná výška postavy (2017)	Rozmezí výšky postavy od – do
8	135,1	128-140,5
9	141,6	128,5-149
10	146,2	138-155

1.7.3.7 Geometrická konstrukce jednotlivých úseků lidského těla

Jednotlivé části těla jsou sestrojeny podle určitých pravidel. Pro každou část lidského těla jsou jiné postupy v konstrukci dané části těla. Podle literatury Dr. Maška sestrojujeme nejprve pomocné úsečky, které jsou označeny písmeny s, h atd. Po vytvoření těchto pomocných bodů a úseček se lze pustit do konstrukcí jednotlivých částí těla. [14]

Konstruujeme nohu, bérce, hýždě, spodní trup, střední trup, horní trup, krk, hlavu, rameno, předloktí a ruku. V přílohách této bakalářské práce naleznete konstrukční tabulky pro jednotlivé části včetně sestavení celého modelu. Tabulka je rozdělena pro 8letého, 10letého a 12letého chlapce. [14]

Pro moji práci jsem si zvolila 10letého chlapce průměrné výšky 130 cm a podle těchto údajů sestrojila jednotlivé části těla v programu AutoCad. Výsledný model můžete vidět v příloze č. 3

1.7.3.8 AutoCAD

AutoCAD je nejoblíbenější a nejrozšířenější 2D CAD editor na světě. Tento program od společnosti Autodesk pro projektování a konstruování umí samozřejmě hodně i 3D, ale pro 3D projektování spíše neslouží (ať už strojařské nebo stavařské). K tomu slouží další rozšířené programy pro práci s 3D (Inventor, Revit, atd.).

První AutoCAD vyšel v roce 1982 a od té doby prošel spousty vylepšeními. Na jeho jádru byla následně Autodeskem vyvinuta celá řada dalších rozšiřujících nadstavbových aplikací (např. AutoCAD Civil 3D, AutoCAD Plant, atd.). [15]

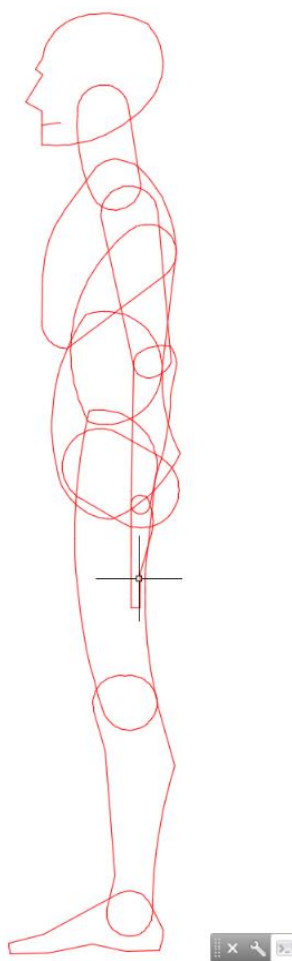
AutoCAD je již standardem mezi 2D navrhováním, ať už pro oblast strojírenské konstrukce, stavební projekce a architektury, nebo i mapování a terénních úprav. Jeho DWG formát je nejvíce rozšířen a standardizován pro převod dat mezi firmami. A právě s AutoCADem díky technologii Trusted DWG budete mít jistotu kompatibility vašich dat s ostatními uživateli. AutoCAD tuto technologii využívá zcela integrovaně pro ukládání, sdílení a uchovávání integrity pracovních dat. [15]

2.6.1 Konstrukce plošné makety lidského těla dítěte v programu AutoCad

Jedna z částí mé bakalářské práce byla tvorba makety dítěte v programu AutoCad. Jako první krok bylo nutné vytvořit postup pro jednotlivé části postavy, jako např. nohu, ruku, hlavu atd. Tyto výpočty jsou podrobněji popsány v předchozím odstavci. Pomocí takto vytvořených postupů je možné následně sestavit a vykonstruovat postavu v jakémkoliv programu. Tabulky s výpočty pro jednotlivé části postavy jsou uvedeny v příloze č 4.

Při tvorbě postupů jsem vycházela z literatury Dr. Maška. Pro své zkoumání jsem si zvolila dítě ve věku 10 let o výšce 130 cm. Výška je dána právě z uvedené literatury. Tohoto jedince jsem si zvolila proto, že při bližším zkoumání a zjišťování jsem se dostala k dětem školního věku, kde je tento věk kritický, a to z hlediska toho, že děti se od toho věku vyvíjí rozdílně. To je patrné v mé další části bakalářské práce, ve které jsem měřila děti ve věku 8–12 let a zjišťovala shodu s metodikou.

Již hotovou maketu pro dítě o výšce 130 cm můžete vidět na obrázku č. 10. Konstrukce makety byla vytvořena pomocí tabulky rozměrů Dr. Maška. Ty jsou v této metodice rozděleny na několik typů úseček, pomocí kterých se vytvoří, jaká si pomocná linie nejdůležitějších částí těla. Následně se pomocí takto zkonstruovaných úseček modelují jednotlivé úseky, které vytváří poté kompletní model. Takto vytvořené části můžete vidět v příloze č. 3.



Obrázek 10: Model postavy chlapce věku 10 let

1.7.3.9 Experiment měření a posouzení správnosti metodiky

2.7.1 Tvorba výpočtů rozměrů v programu Excel

Abych mohla vůbec začít tvořit maketu lidského těla dítěte v programu AutoCad, bylo nutné si nejprve vytvořit tabulky, ve kterých jsou jasně viditelné rozměry pro jednotlivé části těla. Bez těchto rozměrů není jinak možné model sestavit. Ale vytvářet pro jednotlivé výškové skupiny samostatné tabulky je velmi pracné a časově náročné. Proto jsem se v jedné části mé práce také zabývala tvorbou výpočtů rozměrů pro jednotlivé výškové a věkové skupiny. Vytvořila jsem tabulky, které jsou propojeny s hlavním listem, ve kterém jsou uvedeny nejdůležitější rozměry, které jsou potřebné pro sestavení modelu. Po přepsání buněk v hlavním listě, tedy například kdybych se věnovala jiné výškové skupině a zjistila bych, že se rozsah podkolenní změnil, přepíšu danou buňku a na základě této změny, se změní i rozměry v jednotlivých tabulkách, kterých se tato změna týká.

Takto vytvořené výpočty a tabulky lze následně použít pro jakoukoliv tvorbu modelu muže, ženy, dívky či chlapce. Postupy a výpočty se nemění. Mění se pouze dané rozměry podle skutečnosti, a to, jestli se jedná o dospělého jedince či nikoliv.

Podstata těchto výpočtů spočívá v tom, že není nutné již pro každou výškovou skupinu vytvářet samostatné tabulky pro jednotlivé části těla, ale stačí pouze změnit číslo a přepíše se buňka, která je obsažena v jednotlivých tabulkách.

2.7.2 Lýtkoměr v souvislosti s nábytkem

Pro správné držení těla žáků při práci je velice důležitá výška sedáku. Proto firma SANTAL, která se zabývá výrobou a návrhem školního nábytku vymyslela snadnou pomůcku – lýtkoměr. Díky této pomůcce se dá velmi snadno zjistit velikost židle a stolu, kterou má žák mít.

Postup měření s touto pomůckou je velmi snadný. Lýtkoměr se umístí na stůl a to tak, aby se páska nedotýkala země. Dá se použít například učitelský stůl. Žák se posadí na stůl tak, aby byl lýtkoměr pod jednou nohou. Okraj stolu dosahuje až ke kolenní jamce.

Žák je měřen v obuvi, kterou ve škole běžně nosí a pata se musí dotýkat stupnice. Zjistí se barva a číslo, ke kterému dosahuje žákova pata a na základě těchto údajů se zvolí velikost a židle stolu. Tento postup je pro lepší představu vidět na obrázcích č 11. – č 12.



Obrázek 12: Způsob měření pomocí lýtkoměru



Obrázek 12: Měření pomocí lýtkoměru

2.7.3 Měření vybraných tělesných rozměrů dětí ve věku 7–11 let

V této části bakalářské práce se budu věnovat zjišťování skutečných rozměrů na dětech školního věku 8–12 let. Tento krok v mé práci byl velmi užitečný, jelikož jsem získala mnoho zajímavých údajů, ohledně toho, jak se děti v dnešní době vyvíjejí a jestli je na jejich výškové rozdíly brán ve škole nějaký zřetel.

Měření probíhalo tak, že jsem zjistila výšku postavy a následně dítě posadila na stůl, kde jsem měla lýtkoměr, podle kterého jsem mohla zjistit rozsah podkolenní a velikost školní židle. Tuto pomůcku můžete vidět v příloze č. 6 a postup měření na obrázcích č. 11 a 12. Takto jsem změřila kolem 40 dětí a zjištěné výsledky následně porovnávala s metodikou, podle které jsem konstruovala model.

Zjistila jsem, že i přesto, že se jedná o velice starou literaturu, se moc neliší, ale jisté změny zde jsou. Je nutné vzít v úvahu, že dříve děti ve věku 10 let měřili 130 cm, ale v dnešní době tomu již tak není. Průměrná výška dětí se dnes pohybuje okolo 145 cm. To je tedy o 15 cm více než v době vzniku metodiky. To má na svědomí mnoho faktorů moderní doby. Strava, výchova, pohyb a další. Pro lepší představu dávám malý příklad:

Měřila jsem děti ve čtvrté třídě, kde byla zjištěná průměrná výška 145 cm. Byli zde i jedinci, kteří na svůj věk přesahovali své vrstevníky o 3 cm. A to je poté při výběru nábytku dost velký rozdíl. Je tedy nutné tento, ač na první pohled nepatrný rozdíl nebrat na lehkou váhu.

Měření probíhalo ve 2., 3., a 4. třídě Základní školy v Jenišovicích, kde jsem mohla díky souhlasu rodičů a pomocí lýtkoměru zjistit rozměry potřebné pro moji práci.

Zjištěné výsledky jsou zaneseny do tabulek níže, kde se v nich můžete dočíst, jaká je průměrná výška dítěte, věk ale i to, jaký typ a velikost židle, pro daného jedince je nejvhodnější.

Tabulka 8: 2. třída, počet dětí: 19

JMÉNO	TŘÍDA	VĚK	VÝŠKA POSTAVY (vč. obuvi)	ROZSAH PODKOLENNÍ (bez obuvi)	LÝTKOMĚR (BARVA)
1.	2.	8	126	31	růžová + č.2
2.	2.	8	131	31	růžová + č.2
3.	2.	8	126,5	31,5	růžová + č.2
4.	2.	8	135,5	34	žlutá + č. 3
5.	2.	8	143,5	37	žlutá + č. 3
6.	2.	8	154	38	červená + č. 4
7.	2.	8	134	34,5	žlutá + č. 3
8.	2.	8	136,5	35	žlutá + č. 3
9.	2.	7	130	32,5	růžová + č.2
10.	2.	7	136	34	žlutá + č. 3
11.	2.	8	135,5	36	žlutá + č. 3
12.	2.	8	128	31,5	růžová + č.2
13.	2.	8	142,5	36,5	červená + č. 4
14.	2.	8	132,5	34	růžová + č.2
15.	2.	8	140	35	žlutá + č. 3
16.	2.	8	135,5	34	růžová + č.2
17.	2.	8	131	33	růžová + č. 2
18.	2.	8	126	32	růžová + č. 2
19.	2.	8	131,5	33	růžová + č. 2
PRŮMĚR≈	-		135	34	

Tabulka 9: 3. třída, počet dětí: 20

JMÉNO	TŘÍDA	VĚK	VÝŠKA POSTAVY (vč. obuvi)	ROZSAH PODKOLENNÍ (bez obuvi)	LÝTKOMĚR (BARVA)
1.	3.	8	130	33	růžová + č.2
2.	3.	9	143,5	37	žlutá + č. 3
3.	3.	9	140	37	žlutá + č. 3
4.	3.	9	151	38	červená + č. 4
5.	3.	9	141	36	žlutá + č. 3
6.	3.	9	140	36,5	žlutá + č. 3
7.	3.	9	152	40	červená + č. 4
8.	3.	9	141	36	žlutá + č. 3
9.	3.	9	140,5	36	žlutá + č. 3
10.	3.	9	141	36,5	žlutá + č. 3
11.	3.	9	140	35	žlutá + č. 3
12.	3.	9	131,5	33	růžová + č.2
13.	3.	9	134	33	růžová + č.2
14.	3.	9	151	38	červená + č. 4
15.	3.	9	131,5	33	růžová + č.2
16.	3.	9	137,5	36,5	žlutá + č. 3
17.	3.	9	135,5	34	žlutá + č. 3
18.	3.	9	143,5	37	žlutá + č. 3
19.	3.	9	140	35	žlutá + č. 3
20.	3.	9	151	39	červená + č. 4
PRŮMĚR_≈	-		141	36	

Tabulka 10: 4. třída, počet dětí: 15

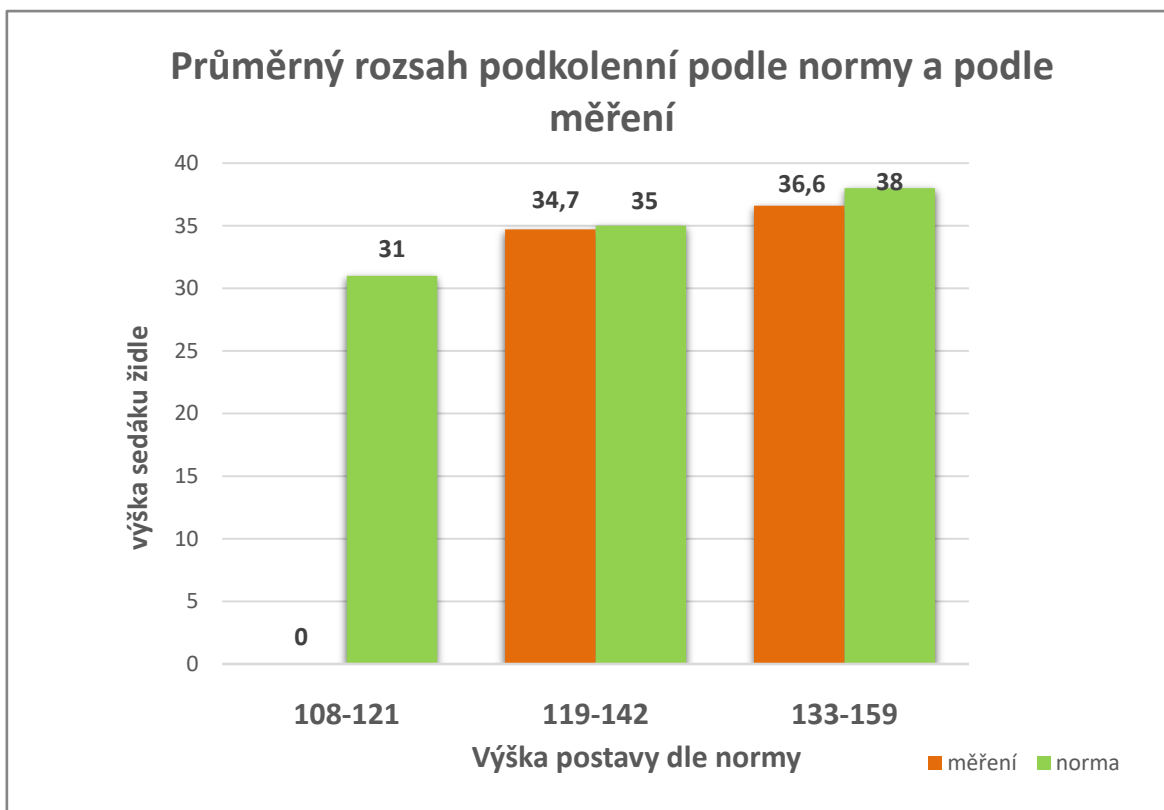
JMÉNO	TŘÍDA	VĚK	VÝŠKA POSTAVY (vč. obuvi)	ROZSAH PODKOLENNÍ (bez obuvi)	LÝTKOMĚR (BARVA)
1.	4.	10	144	37	žlutá + č. 3
2.	4.	10	141	36	žlutá + č. 3
3.	4.	10	154	41	červená + č. 4
4.	4.	11	151	40	červená + č. 4
5.	4.	10	150,5	38	červená + č. 4
6.	4.	10	157	38,5	červená + č. 4
7.	4.	10	143,5	37	žlutá + č. 3
8.	4.	10	151	39	červená + č. 4
9.	4.	10	148	37	žlutá + č. 3
10.	4.	10	155,5	39	červená + č. 4
11.	4.	10	141	37	žlutá + č. 3
12.	4.	10	149	35,5	žlutá + č. 3
13.	4.	10	158	41	červená + č. 4
14.	4.	10	148,5	37,5	žlutá + č. 3
15.	4.	10	142	35,5	žlutá + č. 3
PRŮMĚR≈	-	-	149	38	

Celkem jsem změřila 54 dětí ve věku od 7–11 let. Největší výška dítěte byla 158 cm, nejmenší výška byla 126 cm. U rozsahu podkolenní byl největší naměřený rozměr 42 cm a nejmenší 31 cm. Z toho se dá vyčíst, že nejvíce používané židle byly velikosti č. 3 (barva žlutá). Druhou nejvíce užívanou židlí je velikosti č. 2 (barva růžová).

Na Základní škole v Jenišovicích používají židle pro 4. věkovou kategorii o rozmezí 136–152 cm, kde výška sedu je 37 cm a výška stolu je 72 cm. a 5. věkovou skupinu o rozmezí 152-198 cm, kde výška sedu je 41 cm a výška stolu je 72 cm.

Z výše uvedených, nebo zjištěných údajů je patrné, že se liší uváděné číslování, nebo značení daných školních lavic či židlí.

Graf 1: Průměrný rozsah podkolení dle normy a měření



Jak jsem se již zmiňovala výše, k zjišťování rozsahu podkolenní jsem využívala pomůcku zvanou lýtkoměr. Ten se používá tak, že se umístí na katedru a následně se dítě posadí na stůl a to tak, že hranu stolu musí cítit pod kolenem. Následně jsem se podívala, kam sahá jeho pata a zapsala barvu a rozměr. Postup měření je znázorněn na obrázcích č. 11 a 12, kde je vidět, že pro jednodušší zjišťování jsem si po straně vytvořila výškovou stupnici. Podle ní se dalo lépe sledovat rozsah podkolenní.

2.7.4 Porovnání metodik

Metodika Dr. Maška je již dosti stará, a tak se dá očekávat, že nebude na sto procent odpovídat dnešním dětem. Ale i přesto, že se jedná o dosti staré údaje, se tato metodika zas tak moc neliší od zjišťovaných rozměrů 21. století. Ano samozřejmě by bylo potřeba aktualizovat tabulku s rozměry, ale popsané postupy tvorby jednotlivých částí těla jsou natolik přesná, že jí není potřeba měnit.

Velký rozdíl, který se ukázal jako klíčový, je ten, že děti 21. století mají v 10 letech průměrnou výšku jinou, než je uváděna v metodice. Zatímco se pro výpočty Dr. Maška používala průměrná výška dítěte v 10 letech (130 cm), tak pro dnešní dobu se průměrná výška zvýšila cca o 15 cm. Už na první pohled se tento rozdíl jeví jako

velký, zásadně může ovlivnit správnost zvolené školní židle. Dnešní děti se vyvíjejí zdaleka jinak než před 72 lety, kdy vznikla tato učebnice.

Při tvorbě makety jsem ovšem vycházela z materiálů učebnice a to proto, abych mohla následně demonstrovat to, jak se dnešní hodnoty liší právě od těch, ze kterých se stále vychází.

Pro dítě je velmi důležité, jaký školní nábytek má k dispozici, a to z důvodu, že větší část svého života stráví právě v sedě, a pokud k tomu nemá vhodně přizpůsobený školní nábytek, tak se to může výrazně projevit v dospělosti.

Tabulka 11: Přehled průměrných rozměrů získaných měření dětí

Rozměr/pohlaví	Chlapec		
Věk	8	10	12
K (v cm)	34	37	40
V (v cm)	135	145	150

Tabulka 12: Přehled průměrných proporcí dle metodiky Dr. Maška

Rozměr/pohlaví	Chlapec		
Věk	8	10	12
hk (+3 v cm)	29	32	35
V (v cm)	119	130	138

Abychom z rozměru dle metodiky získali rozsah podkolenní je nutné k rozměru sh (vzdálenost od kolene ke kotníku) přičíst + 3 cm a tím získáme daný rozměr.

V tabulkách. 11 a č. 12, můžete právě vidět porovnání metodik a to Dr. Maška z roku 1945 a dále tabulku s naměřenými údaji.

Při porovnání lze vidět, jak se za 72 let rozsah podkolenní změnil. Jednotlivé rozsahy lze vidět v příloze č. 5, kde jsem tyto rozměry v programu AutoCad zkonstruovala pro výšku 119, 130 a 138 cm.

Když se zaměřím na věk a výšku dítěte, podle kterého jsem konstruovala maketu je zřejmé, jak se rozměry změnily. Zatímco v roce 1945 při vzniku metodiky se rozsah podkolenní pohyboval okolo 33 cm při výšce 130 cm, tak pro dnešní děti se průměrný rozsah podkolenní pohybuje okolo 37 cm, ale při výšce 145 cm. Toto porovnání můžete vidět v prvních dvou tabulkách.

Je tedy důležité si uvědomit, že dnešní děti se vyvíjejí zcela odlišně od dětí před 72 lety. Proto pokud chce dotyčný konstruovat maketu člověka, a to jak dítěte, nebo dospělého člověka, musí zvážit to, že nelze použít rozměry z metodiky. Proto bude nezbytně nutné při postupu tvorby výpočtů k daným rozměrům připočítat průměrně o 3 cm navíc. I přesto, že se to zdá jako zanedbatelný rozdíl, má velký vliv na výsledný model a může hodně ovlivnit zdraví jedince. Velká změna byla zaznamenána u výšky postavy, která se zvýšila razantně. To má již velký dopad na konstrukci modelu.

V tabulce č. 2 je možné vidět rozměry dané normou, která upravuje výrobu školního vzdělávacího nábytku pro děti a mládež. Při porovnání s tabulkami výše, lze diskutovat o tom, jaký nábytek vyhovoval dříve, ale jaký by už nebyl vhodný pro dnešní dítě stejného věku.

2.7.5 Vyhodnocení a vyhodnocení zjištěných výsledků

Důležitou otázkou je, zda je možné po změření vzdálenosti na těle tvrdit, že i ke stejné vzdálenosti dospějeme při konstrukci podle metodiky Dr. Maška. To je dosti nebezpečné tvrzení. Jak jsem se již zmiňovala, dnešní děti se hodně liší a přesto, že mají stejný věk, rozsahy a vzdálenosti jsou rozdílné. Ano dalo by se říci, že pokud vytvoříme jakýsi průměr ze zjištěných dat a porovnáme ho s průměrem z tabulky Dr. Maška, tak se výsledky více méně od sebe moc neliší.

Další otázkou je, zda se dá ze zjištěné výšky predikovat, jaká bude dle konstrukce zkonstruovaná hledaná délka. Ano je to možné, ale musíme zvážit mnoho faktorů, které do toho vstupují.

Jedním z těchto faktorů je již řečená výška postavy. Nelze hned po změření žáka na první pohled určit, zda rozsah bude přesně odpovídat jeho výšce. Dá se ale odhadnout alespoň předpokládaný průměrný rozsah podkolenní. Jak jsem se již zmiňovala výše, tak se nám rozsah podkolenní u dětí v roce 2017 zvýšil průměrně o 4cm. Například u dětí v roce vzniku metodiky byl rozměr pro věk 10 let kolem 33 cm. Při měření v roce 2017 jsem se dostala k výsledku okolo 37 cm, což je nárůst o 4 cm. Když přihlédneme k faktu, lze tedy predikovat, že rozměr braný z metodiky nebude stejný, jako rozměr získaný z měření dětí pro daný věk. Pro větší přehlednost jsem sestavila tabulku rozměrů získaných a z metodiky.

Tabulka 13: Porovnání zjištěných údajů s metodikou

Zjištěné rozměry (rok 2017)				X	Metodika (rok 1945)		
<i>Věk (v letech)</i>	8	10	12		8	10	12
<i>Výška (v cm)</i>	135	145	150		119	130	138
<i>Rozměr (v cm)</i>	34	37	40		31	33	34

Z výše uvedené tabulky lze tedy konstatovat, že rozměr rozsahu podkolenní se oproti metodice zvyšuje nerovnoměrně. Tento rozdíl jsem zjistila porovnáním rozměru z měření, rozměru z metodiky a vytvoření průměru.

Tedy pokud chceme určit přesné rozměry pro dnešní mládež, dá se s jistotou konstatovat, že v nárůstech hodnot není žádná souvislost a rozměry se zvyšují, nebo snižují nerovnoměrně, co se týče literatury Dr. Maška. Pokud se ale budu zabývat údaji získané při měření, lze si všimnout, že zde je rozdíl/nárůst mezi jednotlivými roky o 3 cm. Hledala jsem ale i nějaké spojení v rozdílech mezi údaji zjištěných a vycházejících z literatury, a jak jsem se již zmínila výše, nárůst či pokles zde je, ale nemá žádný řád ani systém.

S jistotou mohu ale říci, že rozsah podkolenní se pro výšku 130 cm dětí v roce 2017 a dětí v roce 1945 rovná. To se ale nedá říci o jejich věku. To již podle metodiky neseďí a nelze to brát jako závazný parametr. Ano, rozsah podkolenní pro výšku 130 cm je pravda, ale to už neplatí pro věk. Dle literatury je jednalo o dítě ve věku 10 let, ale pro dnešní poměry tyto údaje odpovídají 8letému chlapci.

3. Využití makety lidského těla dítěte v praxi

Je mnoho odvětví, kde lze maketu využívat v praxi. Napadli mě takové obory, kde se již maketa lidského těla používá. Jedná se sice o dospělého jedince, ale i tak se například v automobilovém průmyslu již využívá. Je u uplatňována hlavně při výrobě dětské autosedačky, kde je velice důležité to, jak bude sedačka zkonstruována a následně vyrobena.

Dále jsem zjišťovala, kde dále by bylo výhodné takto vytvořený model využít. I když si člověk řekne, že je spousta oborů, které se zajímají nějakým způsobem o dítě, tak se to nevztahuje na můj výzkum.

Dospěla jsem k názoru, že by se takto sestavená maketa dítěte mohla využívat například ve výrobě dřevěných hradů a prolézaček pro děti. Podle mého, je nutné, aby stavební inženýři, kteří vymýšlí a konstruují takové to prolézačky, měli nějaký přehled o rozsáhách, které má dítě k dispozici. Tím myslím, jaký má například rozsah paží při dané výšce, aby dosáhl na druhý záchytný bod při šplhání atd. Jak všichni víme, tak na těchto prolézačkách jsou vždy uvedené štítky s parametry a údaji, jak staré dítě lze tuto atrakci využívat. Proto si myslím, že by takto zkonstruovaná maketa mohla inženýrům velice pomoci k tomu, aby si mohli v systému zkusit, jaké dispozice daná věková skupina má.

4. Závěr

Předkládaná bakalářská práce se zabývala problematikou na téma „Tvorba makety lidského těla dítěte“. Práce byla rozdělena na dvě části – teoretickou a experimentální.

Teoretická část se věnovala studiu ergonomie a její rozdělení. Zde se řešil, jak vznikl pojem ergonomie a co vlastně toto slovo znamená. Dále její rozdělení na fyzickou a kognitivní a jejich stručné vysvětlení. Dalším důležitým pojmem, který se pojí s ergonomií, je výkonová kapacita člověka, která určuje limity způsobilosti daného jedince. K tomu se také vztahují tělesné rozměry, které určují to, jak bude vypadat dané pracoviště, nástroje či vybavení.

Následně jsem se zabývala ergonomií školního nábytku. Tato část mé bakalářské práce byla asi nejdůležitější, jelikož určuje to, jaké požadavky musí splňovat školní nábytek ve vzdělávacích zařízeních. Poukazuji zde i na následky toho, jak nekvalitní a nevhodný nábytek může nechat následky na našem zdraví. Jedná se zejména o vadné držení těla, které je v dnešní době na stupni číslo jedna a postihuje přibližně 40% dětské populace školního věku.

Z toho důvodu je velice důležité poskytnout dítěti správný nábytek, který naopak podpoří jejich správné držení těla a nebude způsobovat deformaci páteře. V této části ergonomie je velice důležitý parametr a tím je rozměr. Ten je určen normou ČSN 1729-1, která upravuje to, na jaké židli musí dítě při své výšce sedět. Rozhodujícími rozměry je zde výška postavy dítěte a rozsah podkolenní. Ty určují, jakou židli zvolit. Tyto rozsahy norma rozlišuje jak barevně, tak i číselně, takže je velice snadné určit vyhovující nábytek.

V experimentální části pak bylo cílem vytvořit maketu lidského těla dítěte v programu Autocad. Při sestavování a tvorbě výpočtů jsem vycházela z literatury Dr. Maška – Navrhování sedadel. Jedná se o dosti starou literaturu, ale nebyla dosud nahrazena novou, která by popisovala stejnou problematiku.

Nejprve se vytvořila konstrukce, která je složená z jednotlivých částí těla. Ta byla nezbytnou součástí modelu, bez které by nebylo možné model seskládat. Dále jsem spočítala pro jednotlivé části těla tabulky s rozměry, podle kterých jsem následně rýsovala. Výpočty byly tvořeny pro dítě ve věku 10 let při výšce 130 cm.

Nejdůležitější částí mé práce bylo měření dětí na Základní škole v Jenišovicích. Měřila jsem děti ve věku 8–10 let, tedy 2. až 4. třída. Zjišťovanými rozměry byla výška a rozsah podkolenní. Postup měření byl takový, že jsem si nejprve dítě postavila ke zdi a změřila mu výšku postavy včetně obuvi. Poté jsem si vzala pomůcku zvanou lýtkoměr. Ten jsem umístila na stůl a následně dítě posadila na něj a to tak, že kraj stolu se dotýkal podkolenní. Následně jsem sledovala, kam dosahuje pata měřeného a zapsala barvu a číslo. Tento postup lze vidět na obrázcích č. 11 a 12. Postup měření probíhal u všech dětí stejně. Zjištěné výsledky jsem zapsala do tabulek a údaje následně vyhodnocovala. Mezi zjišťovanými statistikami byl průměr výšky a rozsahu podkolenní, jelikož se jedná o hlavní rozměry, které byly při mém zkoumání a měření nejpodstatnější.

Výsledkem mého měření a následného porovnání s údaji z literatury, jsem došla k závěru, že lze literaturu Dr. Maška i nadále využívat, ale musíme zvážit to, že dnešní děti se vyvíjejí mnohem rychleji. Pro rozměr podkolenní sedí výška, ale věk ne. Je to způsobeno tím, že dnešní děti a celkově lidstvo se vyvíjí zcela odlišně. Proto nelze brát informace na 100% a je potřeba prozkoumat, zda údaje odpovídají či nikoliv. Toto bylo cílem mé bakalářské práce, kde jsem tedy zjistila, že dané údaje (výška a rozsah podkolenní) lze použít, ale již nebudou odpovídat věku dle literatury.

5. Citovaná literatura

- [1] Ergonomie: optimalizace lidské činnosti. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-247-0226-6.
- [2] KUMAR, Shrawan. *Biomechanics in ergonomics* [online]. 2nd ed. BocaRaton: CRC Press, c2008 [cit. 2017-11-19]. ISBN 978-084-9379-086.
- [3] ČSN EN 1729-1 Nábytek – Židle a stoly pro vzdělávací instituce - Část 1: Funkční rozměry. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007.
- [4] ČSN EN 1729-2 Nábytek – Židle a stoly pro vzdělávací instituce - Část 2: Bezpečnostní požadavky a zkušební metody. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007
- [5] *Týdeník ŠKOLSTVÍ: Kvalitní školní nábytek pomáhá ke správnému držení těla* [online]. 2009 [cit. 2017-11-19]. Dostupné z: <http://www.tydenik-skolstvi.cz/archiv-cisel/2009/37/kvalitni-skolni-nabytek-pomaha-ke-spravnemu-drzeni-tela/>
- [6] Metodika Lauer [online]. , 21-29 [cit. 2017-11-15]. Dostupné z: <http://www.kuzelky.cz/dokumenty/tmk/metod-lauer-kap-06.pdf>
- [7] SANTAL - nábytek pro školy. SANTAL [online]. [cit. 2017-11-15]. Dostupné z: <https://www.santal.cz/uploads/katalogproduktu.pdf>
- [8] *Školní nábytek: Odbor hygieny dětí a mladistvých* [online]. Krajská hygienická stanice, 2009 [cit. 2017-11-19]. Dostupné z: http://www.khsstc.cz/dokumenty/skolni-nabytek-3686_3686_86_1.html
- [9] HAVELKOVÁ, Marie a Petr KACHLÍK. Škola a zdraví pro 21. století, 2010: příspěvky k výchově ke zdraví. Brno: Masarykova univerzita, 2010. ISBN 978-80-210-5367-0.
- [10] LUKAŠÍKOVÁ, Ivana. Ergonomie školního nábytku. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 61 s., 5 s. příloh. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/12492>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta humanitních studií, Ústav pedagogických věd. Vedoucí práce Kašpárková, Svatava.
- [11] FILIPOVÁ, Věra. Doporučení Státního zdravotního ústavu v Praze a MŠMT pro vedení školy při nákupu školního nábytku. 2009. Praha: Státní zdravotní ústav, 2010.
- [12] HOLOUŠ, Z. Problematika vybraných požadavků na životnost a bezpečnost sedacího nábytku. Stolařský magazín: Odborný časopis na podporu dřevařské a nábytkářské výroby s vybranými recenzovanými články, 2010. sv. 11, č. 1-2, s. 68-70. ISSN 1335-7018.

[13] *Problematika školního nábytku* [online]. Centrum zdraví a životních podmínek: MUDr. Věra Faierajzlová, CSc [cit. 2017-11-19]. Dostupné z: <http://www.vychovakezdravi.cz>

[14] MAŠEK, Jaroslav. *Navrhování sedadel a lehátek*. Praha: vlastním nákladem, 1937.

[15] AutoCAD. *Wikipedie otevřená encyklopedie* [online]. [cit. 2017-11-19]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/AutoCAD>

[16] [online]. [cit. 2017-12-07]. Dostupné z: <http://www.multip.cz/vysky-zaku-lavic-a-zidli-podle-csn>

Přílohy

PŘÍLOHY 1 – Norma ČSN 1729-2(Nábytek – Židle a stoly pro vzdělávací instituce – Část 2: Bezpečnostní požadavky a metody zkoušení)

Bezpečnostní požadavky

















Je určena řada bezpečnostních požadavků na stoly a židle pro vzdělávací instituce, jejichž účel je snížit na minimum nebezpečí poranění nebo poškození oděvu.

- Všechny hrany sedadel, opěradel a područek, které jsou ve styku s uživatelem při sezení, musí být zaobleny minimálně R 2 mm.
- Ostatní hrany a rohy, se kterými se přichází do styku při užívání, musí být hladké, zaoblené nebo zkosené a bez otřepů.
- Vzdálenosti mezi přístupnými pohyblivými částmi ovládanými nebo poháněnými ústrojím (např. plynovými zdvižemi) budou vždy menší než 8 mm nebo větší než 25 mm nebo rovny 25 mm.
- Mimo nastavitelných nebo skládacích stolů a židlí nebudou žádné přístupné mezery, které se vytváří během běžných pohybů a činností, menší nebo rovny 8 mm nebo větší než 25 mm nebo rovny 25 mm.
- Seřizování ovládacích ústrojí nebude probíhat nahodile nebo nebezpečně.
– Žádné součásti nebudou demontovatelné nebo odnímatelné bez použití náradí.
- Otevřené konce trubkových součástí budou opatřeny krytkami nebo jinak uzavřeny. – Židle budou vykazovat stabilitu podle zkoušek ČSN EN 1729-2.
- Pracovní plochy stolů musí mít matnou povrchovou úpravu.
- Boky sedáku nesmí být zvýšen tak, aby se vytvořila strana vyšší než 15 mm nad kterýmkoliv nižší bod plochy sedáku v příčném směru.
- Horní a spodní hrany sedáku musí být zaobleny.
- Stoly a židle nesmí vykazovat žádnou konstrukční chybu, která by nepříznivě ovlivnila zkoušky podle ČSN EN 1729-2.
- Nastavitelný nábytek musí zahrnovat 2 nebo více označení velikostí a musí vyhovovat rozměrovým požadavkům každého uvedeného označení.
- Z hlediska bezpečnosti se musí nábytek také posuzovat podle ČSN 91 0100 Nábytek, bezpečnostní požadavky, která mimo jiné stanoví, že nábytek nesmí mít otvory a skuliny, které mohou být příčinou zranění prstů, a pohyblivé části nesmí být příčinou zranění jak při nastavování, tak při běžném použití v nastavené poloze.

Mechanické vlastnosti

Aby mohly být židle a stoly pro vzdělávací instituce považovány za bezpečné, musí být podrobeny řadě zkoušek mechanických vlastností podle ČSN EN 1729-2, viz obrázek. Při stanovení předepsaných zatěžovacích sil se bere v úvahu velikostní rozdělení. Z hlediska bezpečnosti jsou nejdůležitější zkoušky stability a některé výrobky mají problém plnit požadavky se stabilitou směrem vzad. Mimo uvedených povinných požadavků na židle a stoly k užití ve vzdělávacích institucích citované normy určují funkční rozměry pro výškově nastavitelné židle a stoly a pro stoly určených k použití ve stoje. Při vybavování výškově nábytkem je vhodné použít typy maximálně s dvěma polohami, předchází se tím možnosti nesprávného nastavení pro danou výškovou skupinu uživatelů jak při nastavování, tak při běžném použití v nastavené poloze.

Mechanické zkoušky židlí a stolů pro vzdělávací instituce jsou náročnější než u nábytku pro domácí použití, například při zkoušení trvanlivosti sedáku a opěradla židlí je pro domácí použití požadováno 25 000 cyklů a u židlí pro vzdělávací instituce 100 000 cyklů.

Stability ve všech směrech		Trvanlivost přední hrany sedáku	
Statické zatížení sedáku a opěradla		Statické zatížení bočním směrem	
Trvanlivost sedáku a opěradla		Statické zatížení směrem vpřed	
Rázová zkouška sedáku		Rázová zkouška opěradla	
Statické zatížení podnože		Zkouška pádem	
Stabilita, horizontální náraz Stability, horizontální impact		Stabilita, vertikální zatížení	
Horizontální trvanlivost		Vertikální statické zatížení	
Vertikální trvanlivost		Horizontální trvanlivost	

Obr. č. 1: Mechanické zkoušky

Požadavky na návody pro použití

S nábytkem musí být dodány návody pro použití v úředním jazyku země, kde je nábytek prodáván a mohou být buď přiloženy formou letáku, nebo připevněny k nábytku nebo na štítku. Návod musí mít tyto náležitosti:

– označení velikosti, rozpoznání označení bude dle ČSN EN 1729-1 s odkazem na tuto normu,

– návod na údržbu včetně údajů o vlastnostech povrchové úpravy,

– u nábytku s více velikostmi pokyny na sestavení, aby vyhovoval specifické skupině žáků,

– u nastavitelného nábytku pokyny pro žáky, jak ovládat nastavení a správné seřízení.

U návodů je doporučeno použití nákresů, které zlepšuje jejich srozumitelnost a u výškově nastavitelných stolů a židlí trvalé umístění pokynů ovládání na výrobku. Mobilní židle musí být řešeny tak, aby při vstávání a usedání nedošlo k neúmyslnému odsunutí a pádu uživatele. Barevnost pracovních ploch nesmí mít nevhodný kontrast jasů a lesku, aby nedocházelo k zátěži zraku.

Zpráva o bezpečnosti

- zpráva o testu z bezpečnosti musí obsahovat:
- odkaz na specifikovanou legislativu
- popis testovacího nábytku
- veškeré vady zachycení před testem
- výsledek testu
- detailní popis od všech odchylek normy
- jméno a adresa testující instituci
- datum testu
- jakékoliv odlišnosti od testovacích metod
- shodu s požadavky

PŘÍLOHA 3 – Přehled normálních proporcí dle Weissenberga

Přehled normálních proporcí (dle Weissenberga)

	stáří	výška v sedu	výška spodní části těla	výška hlavy s krkem	výška trupu	délka končetiny		délka		šířka trupu	
						horní	dolní	ruky	nohy	horní	dolní
Muži	*	66.5	33.5	24.4	42.1	42.1	40.3	12.6	15.3	21.1	15.3
	3	59.5	40.5	23.6	35.9	41.6	45.5	12.5	15.9	22.0	17.7
	6	56.5	44.5	21.6	34.4	42.5	48.5	11.6	15.8	22.3	17.5
	8	54.9	45.1	21.5	33.9	42.6	49.8	11.3	15.8	21.9	16.7
	10	53.6	46.4	19.9	33.7	43.6	50.7	11.2	16.2	21.6	16.4
	12	51.9	48.1	19.4	32.5	44.2	52.5	11.2	16.4	21.0	16.1
	14	51.4	48.6	18.8	32.6	44.7	52.9	11.3	16.4	21.0	16.2
	16	51.3	48.5	18.7	32.8	44.4	52.9	11.3	16.2	21.3	16.2
	18	52.5	47.5	18.5	34.0	44.9	52.2	11.3	15.9	21.4	16.6
	20	52.5	47.5	18.7	33.8	45.5	52.1	11.2	15.7	21.8	16.7
Ženy	*	66.6	33.4	24.2	42.4	42.5	40.6			20.8	15.4
	3	58.3	41.7		34.1	41.8	45.8			21.8	16.9
	6	55.9	44.1	21.8	34.1	41.8	48.6			21.7	16.5
	8	54.6	45.4	20.7	33.9	42.2	50.2			21.4	16.4
	10	53.6	46.4	19.5	34.1	42.6	50.9			21.2	16.4
	12	52.9	47.1	19.1	33.8	43.1	51.8			21.2	16.9
	14	52.7	47.3	18.8	33.8	43.6	52.1			21.6	17.6
	16	53.6	46.4	18.9	34.1	43.7	51.5			21.8	17.7
	18	53.7	46.3	18.8	35.4	43.9	51.2			21.8	17.9
	20	54.5	46.5	18.4	35.6	43.7	51.5			21.8	17.9

Obr. č. 2: Proporce podle Weissenberga

PŘÍLOHA 4 – Geometrická konstrukce lidského těla dítěte

Pro konstrukci lidského těla byla použita průměrná tělesná výška dítěte 130 cm normálních proporcí dle VI. celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže z roku 2001 [23], dále pak výška 119 cm a 138 cm.

Značení a symboly:

o, a, n,... - středy kloubů značeny malými písmeny řecké abecedy

1, 2, 3,... - body a průsečíky budou značeny arabskými číslicemi

K s indexem – symbol kružnic s označením jejich středu, soustředné kružnice jsou s horním indexem např. ($K_p, K_{p'}, K_{p''}, \dots$)

r s indexem – symbol označující poloměr kružnice s indexem odpovídajícím indexu dané kružnice např. (K_p je opsána poloměrem r_p)

T – symbol pro tečnu. Horní index označuje střed kružnice, které se tečna dotýká. Spodní index označuje bod, kterým tečna prochází. Např. (T_{2h}, T_{sh}, \dots).

P – symbol pro pomocné přímky. Index udává bod, kterým přímka prochází.

Konstrukce modelu lidského těla - Hlava

Literatura: Ing. Dr. J. Mašek

Velikost: průměrná tělesná výška 8, 10 a 12 letého dítěte normálních proporcí **119, 130, 138 cm**

1cc = 1,19 ; 1,30 ; 1,38 cm

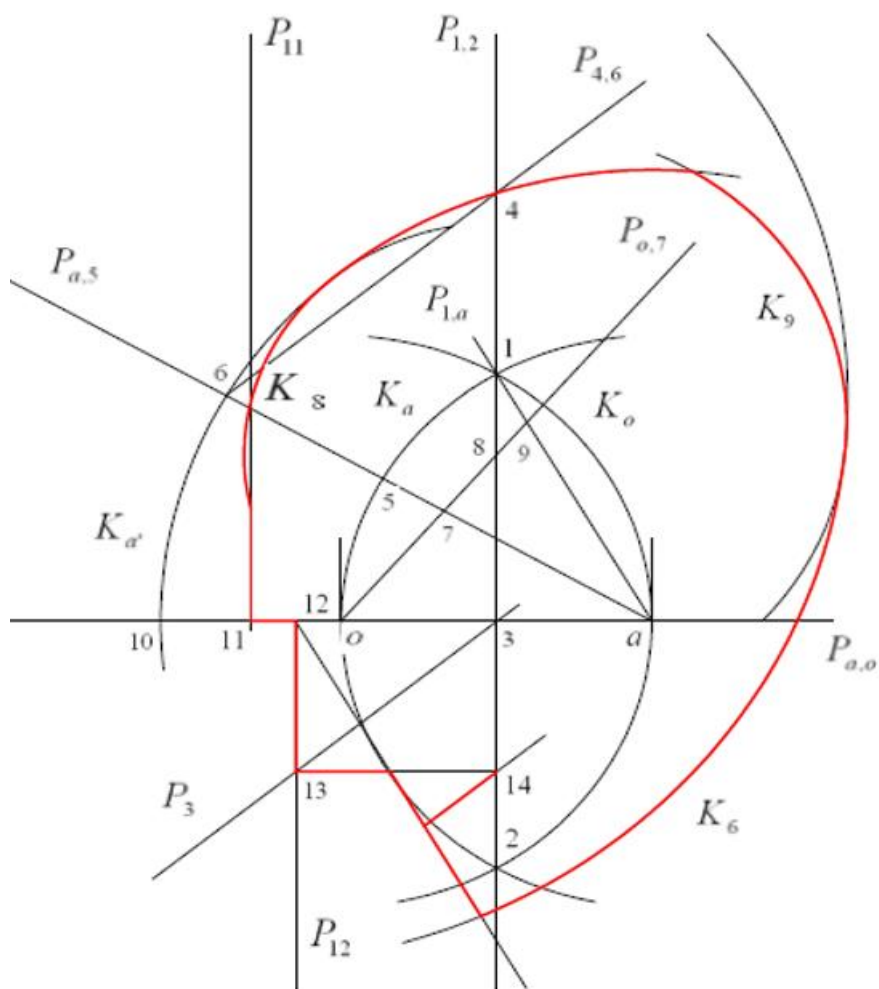
Pro 8 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|ao| = 7$ cc

Pro 10 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|ao| = 6,5$ cc

Pro 12 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|ao| = 6,3$ cc

P.č.	charakteristika postupu	konstrukční úsečky a kružnice	Proporční míra v [cc] pro 8 let	Proporční míra v [cc] pro 10 let	proporční míra v [cc] pro 12 let	Výpočet pro výšku 119 cm	Výpočet pro výšku 130 cm	Výpočet pro výšku 138 cm
1.	Narýsujeme přímkou a vyznačíme body ao	$ ao $	7	6,5	6,3	8,33	8,45	8,694
2.	Narýsujeme kružnice K_a a K_o	$r_a = r_o = ao$	7	6,5	6,3	8,33	8,45	8,694
3.	Obě kružnice se protínají v bodech 1,2							
4.	Úsečka z bodu 1 do bodu 2 má střed v bodě 3	$1/2 ao = 3,25$	3,5	3,25	3,15	4,165	4,23	4,347
5.	Prodloužíme úsečku 1,2 a nanese na ni délku 3,4	$1,5 ao = 9,75$	10,5	9,75	9,45	12,495	12,68	13,041
6.	Opíšeme kružnici K_a procházející bodem 4. – protnutím prodloužené ao vznikne bod 10							
7.	Bodem 5 je rozpůlen oblouk $ o1 $	$1/2 o1 = 5$						
8.	Prodloužíme a5 a vznikne průsečík kružnice K_a v bodě 6							
9.	Opíšeme kružnici v bodě 6	$r_6 = 2x ao $	14	13	12,6	16,66	16,9	17,388
10.	Rozdělíme vzdálenost a5 na 4 stejné díly a označíme čtvrtinu číslicí 7	$ a5 /4$						
11.	Prodloužená spojnice o, 7 protne úsečku 12 v bodě 8 a úsečku 1 a v bodě 9.							
12.	Rýsujeme K_8 dotýkající se K_a							
13.	Rýsujeme K_9 dotýkající se K_6							
14.	Rozpůlíme vzdálenost o, 10 bodem 11.	$1/2 o10 = 11$						
15.	Rozpůlíme vzdálenost o, 11 bodem 12.	$1/2 o11 = 12$						
16.	V bodě 11 vztýčíme kolmici P_{11}	$ o10 \perp P_{11}$						
17.	V bodě 12 vztýčíme kolmici P_{12}	$ o10 \perp P_{12}$						
18.	Spojením bodů 4,6 vznikne spojnice $P_{4,6}$							
19.	Rýsujeme P_3 procházející bodem 3	$P_3 // P_{4,6}$						
20.	Protnutím přímkou P_3 s P_{12} vznikne bod 13	$P_3 \cap P_{12} = 13$						
21.	Bodem 13 vedeme úsečku 13,14, která protíná úsečku 2,3 a vznikne bod 14	$13,14 // ao $						
22.	Bodem 14 vedeme rovnoběžku s 4,6	$P_{14} // P_{4,6}$						
23.	Bodem 12 vedeme rovnoběžku s 1,a	$P_{12} // P_{1,a}$						

Tab. č. 1: Konstrukce hlavy



Obr. č. 1: Model hlavy

Konstrukce modelu lidského těla - Krk

Literatura: Ing. Dr. J. Mašek

Velikost: průměrná tělesná výška 8, 10 a 12 letého dítěte normálních proporcí **119, 130, 138 cm**

1cc = 1,19 ; 1,30 ; 1,38 cm

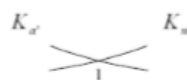
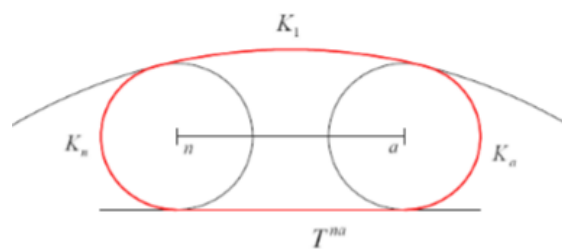
Pro 8 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|na| = 8$ cc, $r_n = 2,7$ cc, $r_a = 2,7$ cc

Pro 10 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|na| = 8$ cc, $r_n = 2,7$ cc, $r_a = 2,7$ cc

Pro 12 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|na| = 7,8$ cc, $r_n = 2,7$ cc, $r_a = 2,7$ cc

P.č.	charakteristika postupu	konstrukční úsečky a kružnice	Proporční míra v [cc] pro 8 let	Proporční míra v [cc] pro 10 let	proporční míra v [cc] pro 12 let	Výpočet pro výšku 119 cm	Výpočet pro výšku 130 cm	výpočet pro výšku 138 cm
1.	Narýsujeme přímkou a vyznačíme body na	$ na $	8	8	7,8	9,52	10,4	10,764
2.	Opíšeme kružnici K_n	r_n	2,7	2,7	2,7	3,213	3,51	3,726
3.	Opíšeme kružnici K_a	r_a	2,7	2,7	2,7	3,213	3,51	3,726
4.	Opíšeme kružnici $K_{n'}$	$r_{n'} = 2 \times na $	16	16	16	19,04	20,8	22,08
5.	Opíšeme kružnici $K_{a'}$	$r_{a'} = 2 \times na $	16	16	16	19,04	20,8	22,08
6.	Kružnice $K_{n'}$ a $K_{a'}$ se protínají v bodě 1							
7.	Narýsujeme kružnici K_1 dotýkající se K_n a K_a	r_1	5,1	5,1	5,1	6,069	6,63	7,038
8.	Narýsujeme tečnu T^{na} dotýkající se kružnic K_n a K_a							
9.	Prodloužíme a5 a vznikne průsečík kružnice K_a v bodě 6							

Tab. č. 2: Konstrukce krku



Obr. č. 2: Model krku

Konstrukce modelu lidského těla - rameno

Literatura: Ing. Dr. J. Mašek

Velikost: průměrná tělesná výška 8, 10 a 12 letého dítěte normálních proporcí **119, 130, 138 cm**

$1cc = 1,19 ; 1,30 ; 1,38 \text{ cm}$

Pro 8 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|rl| = 15,6 \text{ cc}$, $rr = 3 \text{ cc}$, $rl = 1,4 \text{ cc}$

Pro 10 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|rl| = 16 \text{ cc}$, $rr = 3 \text{ cc}$, $rl = 1,5 \text{ cc}$

Pro 12 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|rl| = 16,2$, $rr = 2,9 \text{ cc}$, $rl = 1,5 \text{ cc}$

P.č.	charakteristika postupu	konstrukční úsečky a kružnice	Proporční míra v [cc] pro 8 let	Proporční míra v [cc] pro 10 let	Proporční míra v [cc] pro 12 let	Výpočet pro výšku 119 cm	Výpočet pro výšku 130 cm	výpočet pro výšku 138 cm
1.	Narýsujeme úsečku a vyznačíme body rl	$ rl $	15,6	16	16,2	18,56	20,8	22,36
2.	Opíšeme kružnici K_r	r_r	3	3	2,9	3,57	3,9	4,00
3.	Opíšeme kružnici K_l	r_l	1,4	1,5	1,5	1,67	1,95	2,07
4.	Opíšeme kružnici K_l'	$r_l' = 5/3 r_l$	2,33	2,5	2,5	2,78	3,25	3,45
5.	Narýsujeme úsečku $ rl $							
6.	Průsečíky kružnic K_r , K_l a K_l' s úsečkou $ rl $ označíme body 1 a 2	body 1,2,3						
7.	Rýsujeme kružnici K_1 ... poloměr $ rl $	$ rl $	15,6	16	16,2	18,56	20,8	22,36
8.	Na kružnici nanese délku $ r_4 $	$ r_4 = 0,5x rl $	7,8	8	8,1	9,28	10,4	11,18
9.	Bodem 5 rozdělíme vzdálenost $ 23 $							
10.	Opíšeme kružnici K_4	$r_4 = 15 $						
11.	Opíšeme kružnici K_3	$r_3 = 2x r_l$						
12.	Vedeme tečnu $T^{rl'}$ protínající K_4 v bodě 6							
13.	Vedeme tečnu T^{rl} protínající K_4 v bodě 6							
14.	Bodem 6 prochází tečna T_6'							

Tab. č. 3: Konstrukce ramena

Konstrukce modelu lidského těla - předloktí

Literatura: Ing. Dr. J. Mašek

Velikost: průměrná tělesná výška 8, 10 a 12 letého dítěte normálních proporcí **119, 130, 138 cm**

$1cc = 1,19 ; 1,30 ; 1,38$

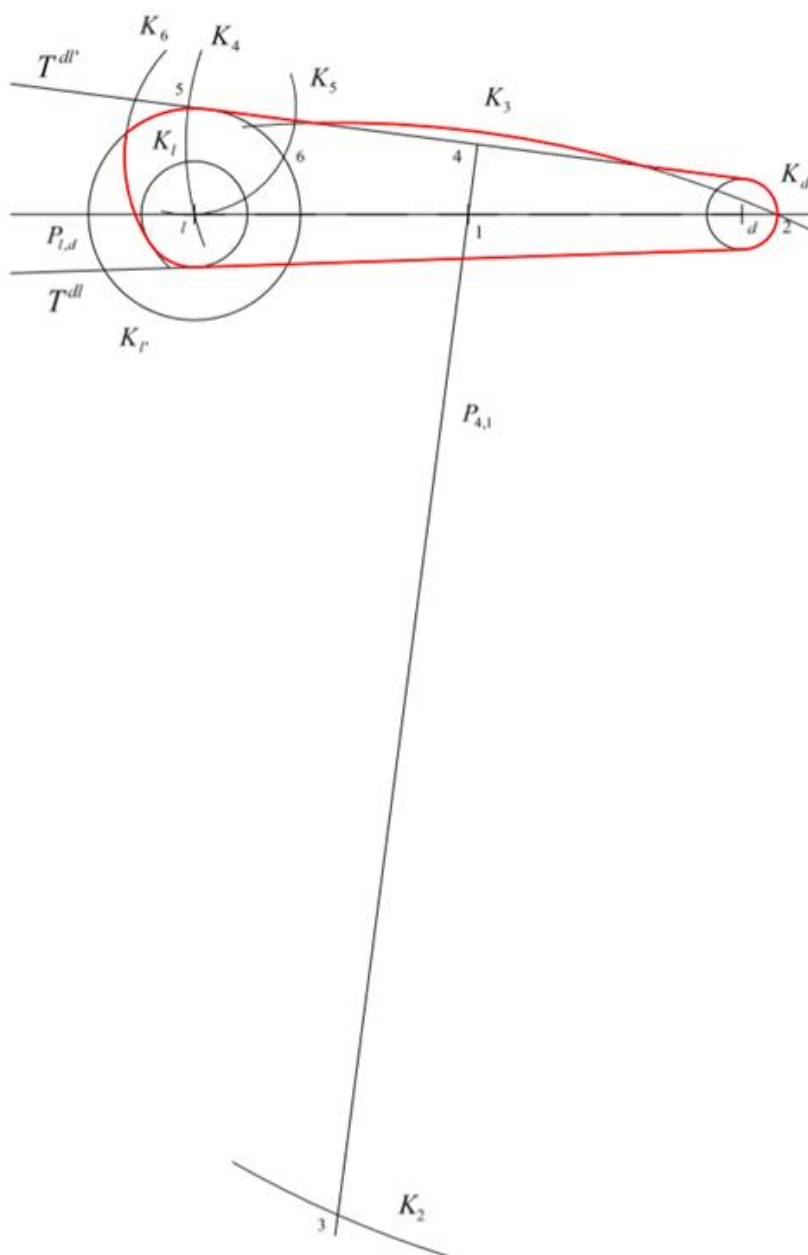
Pro 8 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|ld| = 14,7$ cc, $rd = 1$ cc, $rl=1,4$ cc

Pro 10 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|ld| = 15$ cc, $rd = 1$ cc, $rl=1,5$ cc

Pro 12 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|ld| = 15,2$, $rd=1$ cc, $rl= 1,5$ cc

P.č.	charakteristika postupu	konstrukční úsečky a kružnice	Proporční míra v [cc] pro 8 let	Proporční míra v [cc] pro 10 let	Proporční míra v [cc] pro 12 let	Výpočet pro výšku 119 cm	Výpočet pro výšku 130 cm	Výpočet pro výšku 138 cm
1.	Narýsujeme úsečku a vyznačíme body ld	$ ld $	14,7	15	15,2	17,493	19,5	20,976
2.	Opíšeme kružnici K_d	r_d	1	1	1	1,19	1,3	1,38
3.	Opíšeme kružnici K_l	r_l	1,4	1,5	1,5	1,666	1,95	2,07
4.	Opíšeme kružnici $K_{l''}$	$r_{l''} = 2x r_l$	2,8	3	3	3,332	3,9	4,14
5.	Sestrojíme tečnu T^{dl}							
6.	Sestrojíme tečnu $T^{dl''}$							
7.	Vzdálenost $ ld $ půlí bod 1	$ ld /2$	7,35	7,5	7,6	8,7465	9,75	10,488
8.	Spustíme kolmici bodem 1 k tečně $T^{dl''}$							
9.	Patu označíme číslicí 4							
10.	Prodloužíme přímkou 1,4							
11.	Opíšeme kružnici K_2 , která protne 1,4 v bodě 3	$r_2 = 2x ld $	29,4	30	30,4	34,986	39	41,952
12.	Rýsujeme K_3 procházející bodem 2	střed $K_3 = 3$						
13.	Rýsujeme kružnici K_4 vedenou bodem 1	střed $K_4 = 4$						
14.	Kružnice K_4 protne $K_{l''}$ v bodě 5							
15.	Opíšeme kružnici K_5 , která prochází bodem 1	střed $K_5 = 5$						
16.	Kružnice K_5 protne $K_{l''}$ v bodě 6							
17.	Rýsujeme kružnici K_6 dotýkající se K_l	střed $K_6 = 6$						

Tab. č. 4: Konstrukce předloktí



Obr. č. 4: Model předloktí

Konstrukce modelu lidského těla - Ruka

Literatura: Ing. Dr. J. Mašek

Velikost: průměrná tělesná výška 8, 10 a 12 letého dítěte normálních proporcí **119, 130, 138 cm**

1cc = 1,19 ; 1,30 ; 1,38 cm

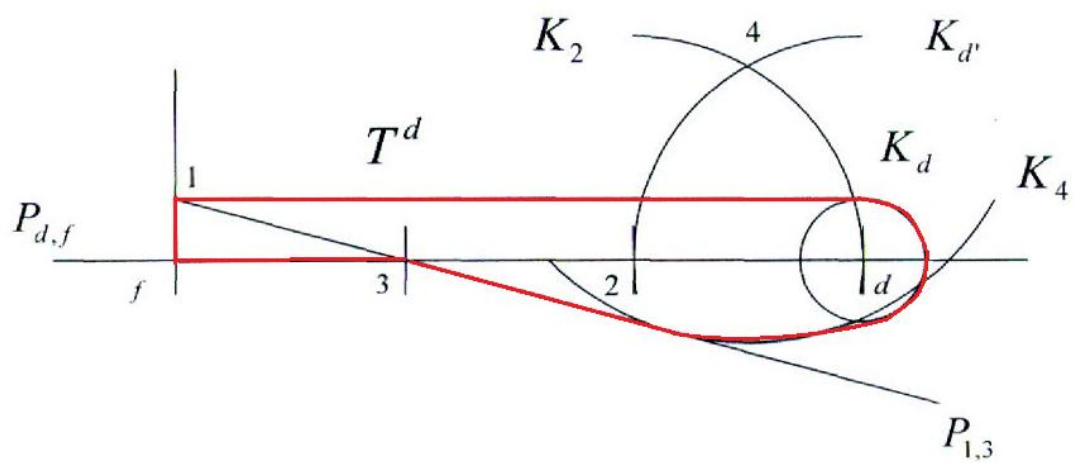
Pro 8 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|\mathbf{df}| = 11,1$ cc, $r_d = 1$ cc

Pro 10 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|\mathbf{df}| = 11$ cc, $r_d = 1$ cc

Pro 12 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|\mathbf{df}| = 11$ cc, $r_d = 1$ cc

P.č.	charakteristika postupu	konstrukční úsečky a kružnice	Proporční míra v [cc] pro 8 let	Proporční míra v [cc] pro 10 let	Proporční míra v [cc] pro 12 let	Výpočet pro výšku 119 cm	Výpočet pro výšku 130 cm	Výpočet pro výšku 138 cm
1.	Narýsujeme úsečku a vyznačíme body df	$ \mathbf{df} $	11,1	11	11	13,209	14,3	15,18
2.	Opíšeme kružnici K_d	r_d	1	1	1	1,19	1,3	1,38
3.	Vedeme T^d	$T^d \perp df$						
4.	V bodě f vztýčíme kolmici P	$P_{df} \perp P_f$						
5.	Kolmice P protíná T^d v bodě 1							
6.	Sestrojíme tečnu T^{d1}							
7.	Spustíme kolmici bodem 1 k tečně T^{d1}							
8.	Úsečku df rozdělíme na 3 stejné úseky a označíme 2 a 3							
9.	Spojíme 1 s 3 a prodloužíme							
10.	Opíšeme kružnici K_2	$r_2 = 2,d$						
11.	Rýsujeme K_d	$r_d = 2,d$						
12.	Obě kružnice se protnou v bodě 4							
13.	Opíšeme kružnici K_4 dotýkající se K_d	střed $K_4 = 4$						

Tab. č. 5: Konstrukce ruky



Obr. č. 5: Model ruky

Konstrukce modelu lidského těla – Horní trup

Literatura: Ing. Dr. J. Mašek

Velikost: průměrná tělesná výška 8, 10 a 12 letého dítěte normálních proporcí **119, 130, 138 cm**

$1cc = 1,19 ; 1,30 ; 1,38$

Pro 8 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|zn| = 8 cc$, $rn = 2,7 cc$, $rz = 3 cc$

10 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|zn| = 8 cc$, $rn = 2,7 cc$, $rz = 3 cc$

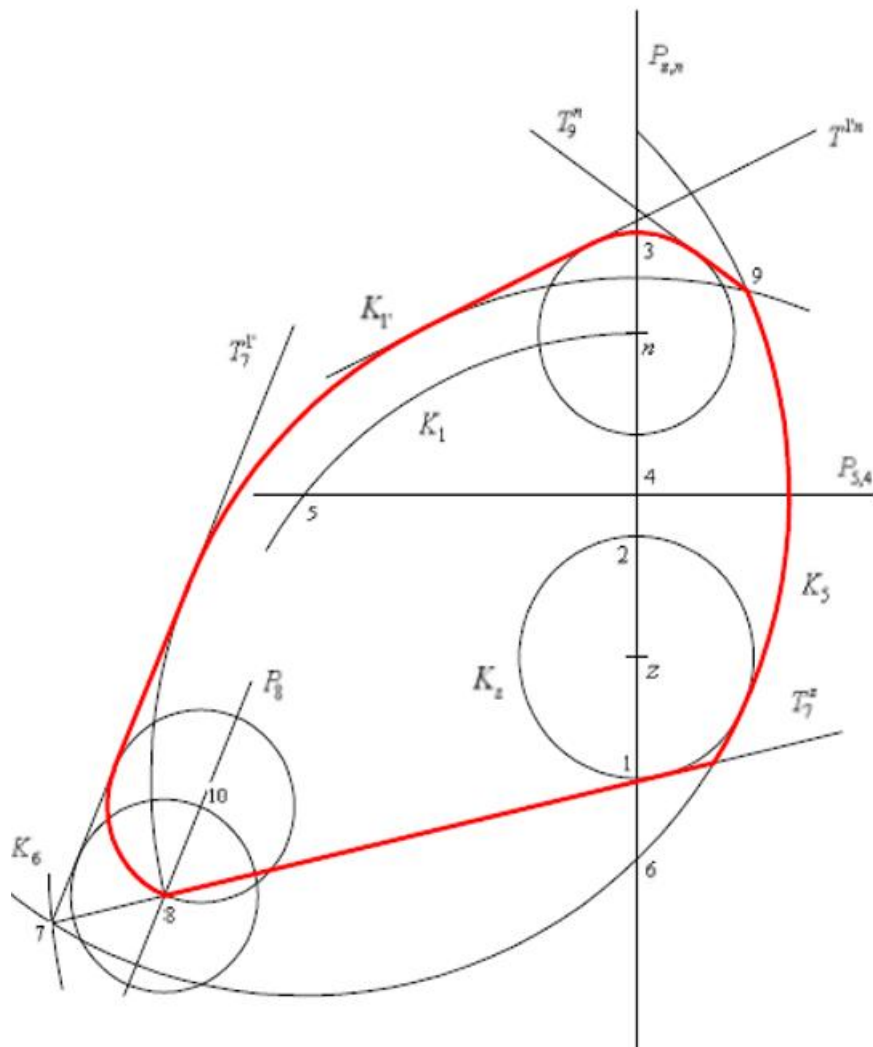
Pro

Pro 12

leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|zn| = 7,7 cc$, $rn = 2,6 cc$, $rz = 2,9 cc$

P.č.	charakteristika postupu	konstrukční úsečky a kružnice	Proporční míra v [cc] pro 8 let	Proporční míra v [cc] pro 10 let	Proporční míra v [cc] pro 12 let	Výpočet pro výšku 119 cm	Výpočet pro výšku 130 cm	výpočet pro výšku 138 cm
1.	Narýsujeme úsečku a vyznačíme body zn	$ zn $	8	8	7,7	9,52	10,4	10,626
2.	Opíšeme kružnici K_n	r_n	2,7	2,7	2,6	3,213	3,51	3,588
3.	Opíšeme kružnici K_z	r_z	3	3	2,9	3,57	3,9	4,002
4.	Prodložíme spojnici zn, která protíná obě kružnice v bodech 1,2 a 3	$P_{z,n} \cap K_z = 1, 2$						
5.	Opíšeme kružnici K_1	poloměr (1, n)						
6.	Rozpůlíme vzdálenost zn a vznikne bod 4	$zn/2=4$						
7.	V bodě 4 vztýčíme kolmici k $P_{z,n}$, která protne K_1 v bodě 5							
8.	Vznikne bod 5							
9.	Opíšeme kružnici K_5 , která se dotýká K_z							
10.	Kružnice K_5 protne zn v bodě 6							
11.	Opíšeme kružnici K_6	$r_6 = 2 \times 23$	7,6	7,6	7,8	9,044	9,88	10,764
12.	Kružnice K_5 a K_6 se protínají v bodě 7							
13.	Bodem 7 vedeme tečnu T_7^2							
14.	Opíšeme část kružnice K_1	$r_1 = r_5$						
15.	Kružnice K_1 protíná T_7^2 v bodě 8							
16.	K_1 protíná K_5 v bodě 9	$K_1 \cap K_5 = 9$						
17.	Sestrojíme tečnu T_7^1							
18.	Sestrojíme rovnoběžku P, která prochází bodem 8							
19.	Opíšeme kružnici K_8	$r_8 = 8, T_7^1$						
20.	Kružnice K_8 protíná P v bodě 10							
21.	Opíšeme kružnici K_{10}	$r_{10} = r_8$						
22.	Vedeme tečnu T_9^{1n} a T_9^n							

Tab. č. 6: Konstrukce horního trupu



Obr. č. 6: Model horního trupu

Konstrukce modelu lidského těla – Střední trup

Literatura: Ing. Dr. J. Mašek

Velikost: průměrná tělesná výška 8, 10 a 12 letého dítěte normálních proporcí **119, 130 a 138 cm**

$1cc = 1,19 ; 1,30 ; 1,38 \text{ cm}$

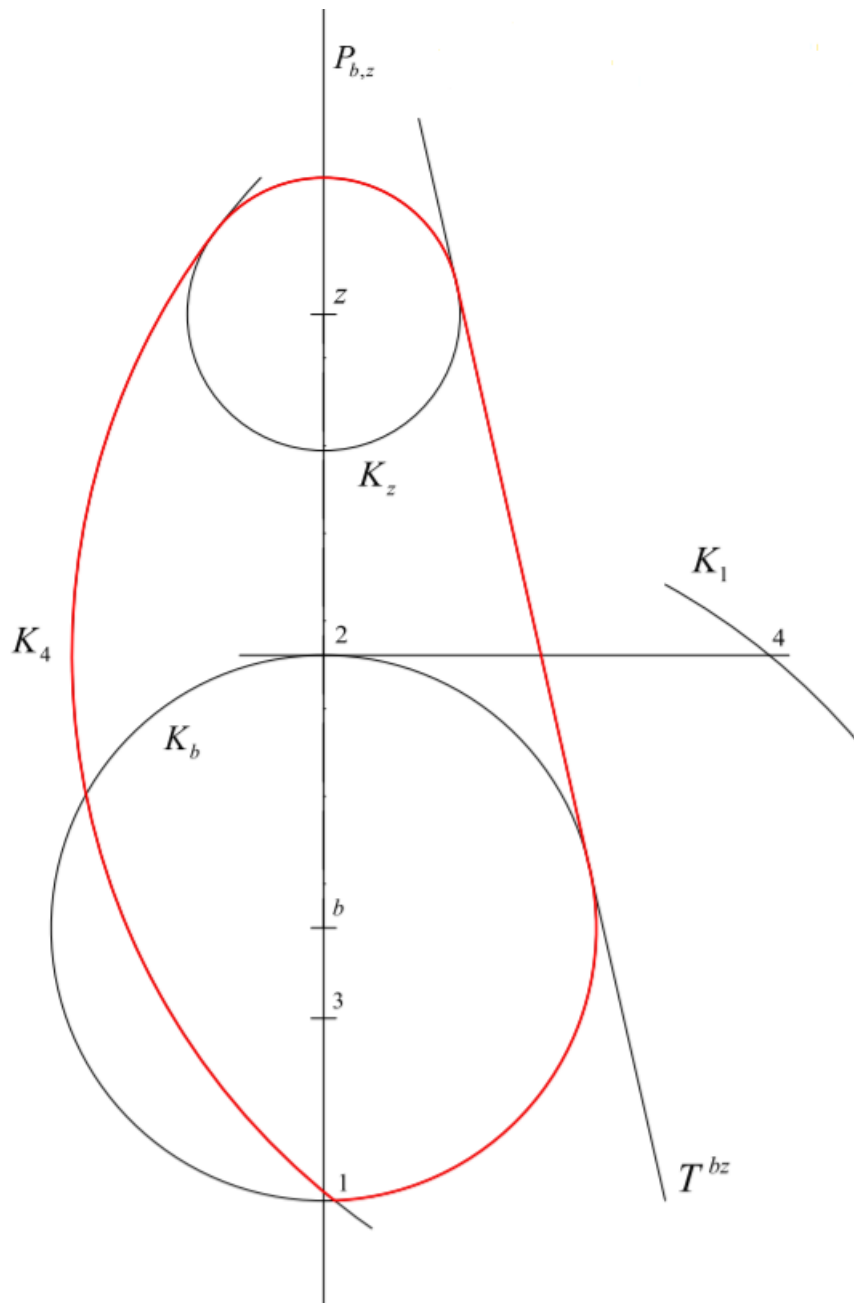
Pro 8 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|bz| = 13,5 \text{ cc}$, $rb = 6 \text{ cc}$, $rz = 3 \text{ cc}$

Pro 10 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|bz| = 13,5 \text{ cc}$, $rb = 6 \text{ cc}$, $rz = 3 \text{ cc}$

Pro 12 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|bz| = 13 \text{ cc}$, $rb = 5,8 \text{ cc}$, $rz = 2,9 \text{ cc}$

P.č.	charakteristika postupu	konstrukční úsečky a kružnice	proporční míra v [cc] pro 8 let	proporční míra v [cc] pro 10 let	proporční míra v [cc] pro 12 let	Výpočet pro výšku 119 cm	Výpočet pro výšku 130 cm	Výpočet pro výšku 138 cm
1.	Narýsujeme úsečku a vyznačíme bz	$ bz $	13,5	13,5	13	16,065	17,55	17,94
2.	Opíšeme kružnici K_b	r_b	6	6	5,8	7,14	7,8	8,004
3.	Opíšeme kružnici K_z	r_z	3	3	2,9	3,57	3,9	4,002
4.	Spojnice bz protne K_b v bodech 1,2							
5.	Rozdělíme vzdálenost $b, 1$ na 3 stejné díly							
6.	Označíme první třetinu číslicí 3							
7.	Opíšeme kružnici K_1	$r_1 = 3z$						
8.	Vedeme kolmici k $ bz $ bodem 2							
9.	Kolmice protne K_1 v bodě 4							
10.	Opíšeme K_4 dotýkající se K_z	$r_4 = (4,1)$						
11.	Rýsujeme tečnu T^{bz}							

Tab. č. 7: Konstrukce středního trupu



Obr. č. 7: Model středního trupu

Konstrukce modelu lidského těla – Spodní trup

Literatura: Ing. Dr. J. Mašek

Velikost: průměrná tělesná výška 8, 10 a 12 letého dítěte normálních proporcí **119, 130, 138 cm**

$1cc = 1,19 ; 1,30 ; 1,38 \text{ cm}$

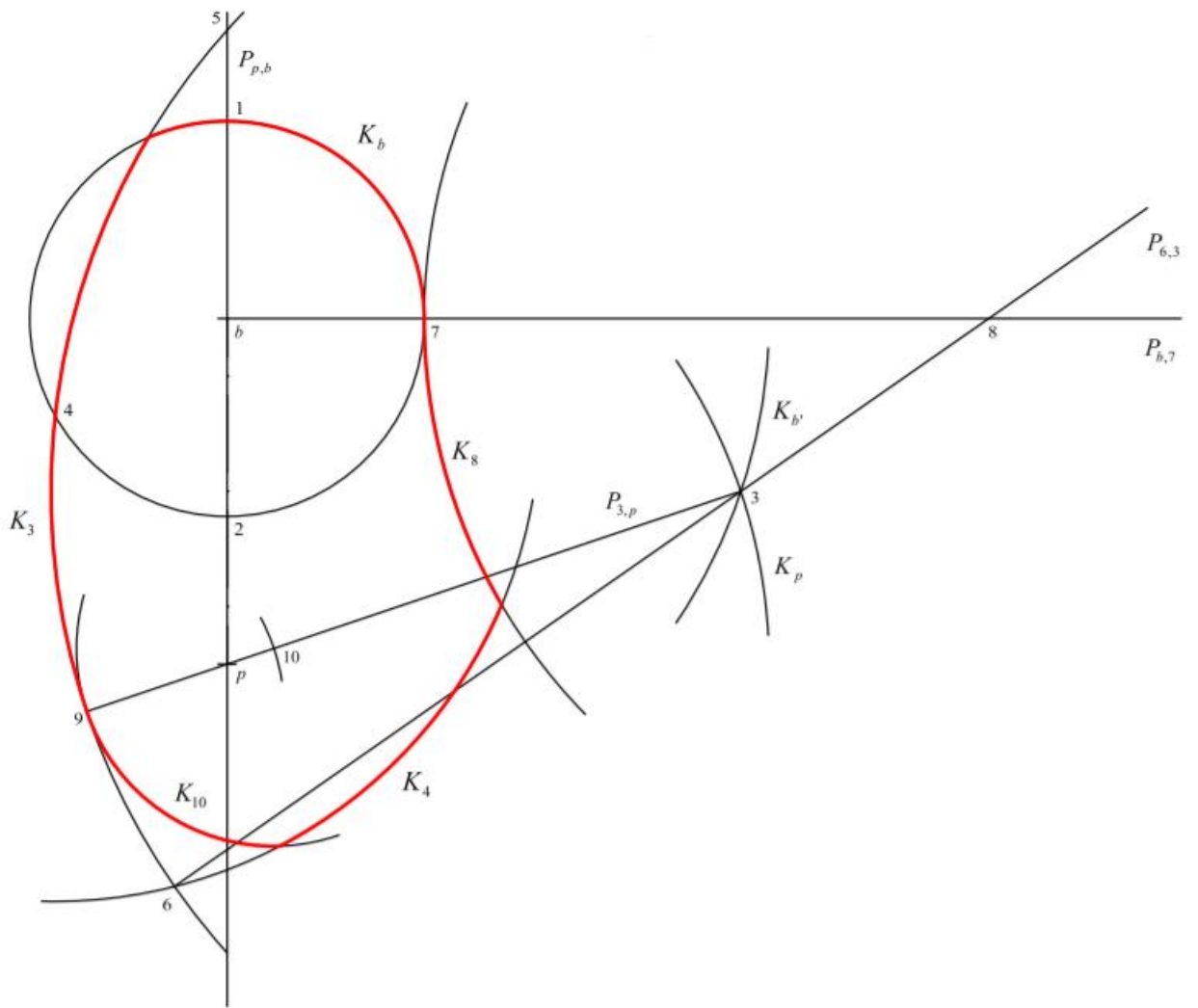
Pro 8 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|\mathbf{pb}| = 10,5cc$, $rb = 6 \text{ cc}$

Pro 10 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|\mathbf{pb}| = 10,5 \text{ cc}$, $rb = 6 \text{ cc}$

Pro 12 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|\mathbf{pb}| = 10,1$, $rb = 5,8 \text{ cc}$

P.č.	charakteristika postupu	konstrukční úsečky a kružnice	proporční míra v [cc] pro 8 let	proporční míra v [cc] pro 10 let	proporční míra v [cc] pro 12 let	Výpočet pro výšku 119 cm	Výpočet pro výšku 130 cm	Výpočet pro výšku 138 cm
1.	Narýsujeme úsečku a vyznačíme pb	$ \mathbf{pb} $	10,5	10,5	10,1	12,495	13,65	13,938
2.	Opíšeme kružnici K_b	$r_b = 6$	6	6	5,8	7,14	7,8	8,004
3.	Označíme průsečíky K_b a $ \mathbf{pb} $ číslicemi 1,2							
4.	Opíšeme kružnici K_p	$r_p = p,1$						
5.	Opíšeme kružnici K_b'	$r_b' = p,1$						
6.	Kružnice K_p a K_b' se protínají v bodě 3							
7.	Rýsujeme kružnici K_3	$r_3 = 2x \mathbf{pb} $	21	21	20,2	24,99	27,3	27,876
8.	Kružnice K_3 protne K_b v bodě 4 a $ \mathbf{pb} $ v bodě 5							
9.	Opíšeme K_4	$r_4 = 2,5$	2,5	2,5	2,5	2,975	3,25	3,45
10.	Kružnice K_4 protne K_3 v bodě 6, který spojíme s bodem 3							
11.	Prodloužíme spojnici 3,6, která protne kolmicí b,7 ,vztyčenou k $ \mathbf{pb} $							
12.	Spojíme 3 s p							
13.	Na úsečce 3, p naneseeme vzdálenost 9,10	$9,10 = r_b$	6	6	5,8	7,14	7,8	8,004
14.	Opíšeme K_{10}	$r_{10} = r_b$	6	6	5,8	7,14	7,8	8,004

Tab. č. 8: Konstrukce spodního trupu



Obr. č. 8: Model spodního trupu

Konstrukce modelu lidského těla - Hýždě

Literatura: Ing. Dr. J. Mašek

Velikost: průměrná tělesná výška 8,10 a 12 letého dítěte normálních proporcí **119, 130, 138 cm**

$1cc = 1,19 ; 1,30 ; 1,38 \text{ cm}$

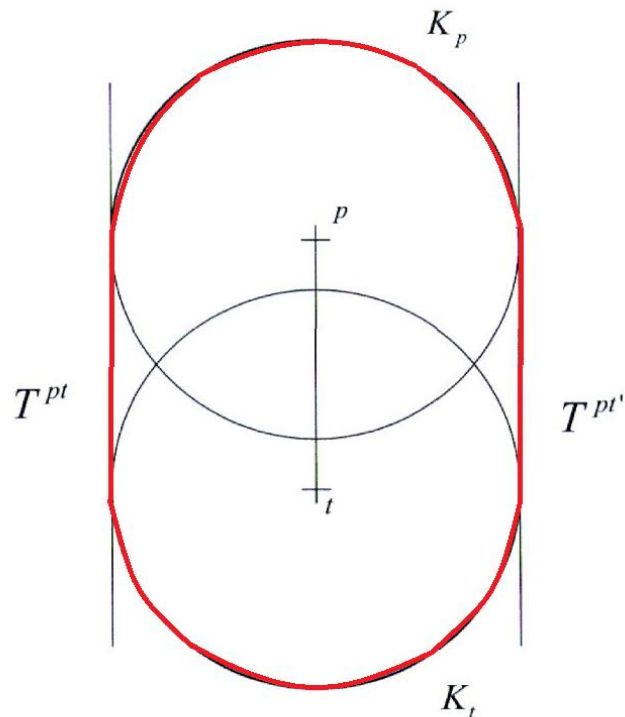
Pro 8 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|pt| = 5 \text{ cc}$

Pro 10 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|pt| = 5 \text{ cc}$

Pro 12 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|pt| = 5 \text{ cc}$

P.č.	charakteristika postupu	konstrukční úsečky a kružnice	proporční míra v [cc] pro 8 let	proporční míra v [cc] pro 10 let	proporční míra v [cc] pro 12 let	Výpočet pro výšku 119 cm	Výpočet pro výšku 130 cm	Výpočet pro výšku 138 cm
1.	Narýsujeme úsečku a vyznačíme pt	$ pt $	5	5	5	5,95	6,5	6,9
2.	Opíšeme kružnici K_p''	$r_p'' = 4/5 pt $	4	4	4	4,76	5,2	5,52
3.	Opíšeme kružnici K_t	$r_t = r_p''$	4	4	4	4,76	5,2	5,52
4.	Vedeme 2 tečny T							

Tab. č. 9: Konstrukce hýždí



Obr. č. 9: Model hýždí

Konstrukce modelu lidského těla - Bérec

Literatura: Ing. Dr. J. Mašek

Velikost: průměrná tělesná výška 8,10 a 12 letého dítěte normálních proporcí **119,130 a 138 cm**

1cc = 1,19 ; 1,30 ; 1,38 cm

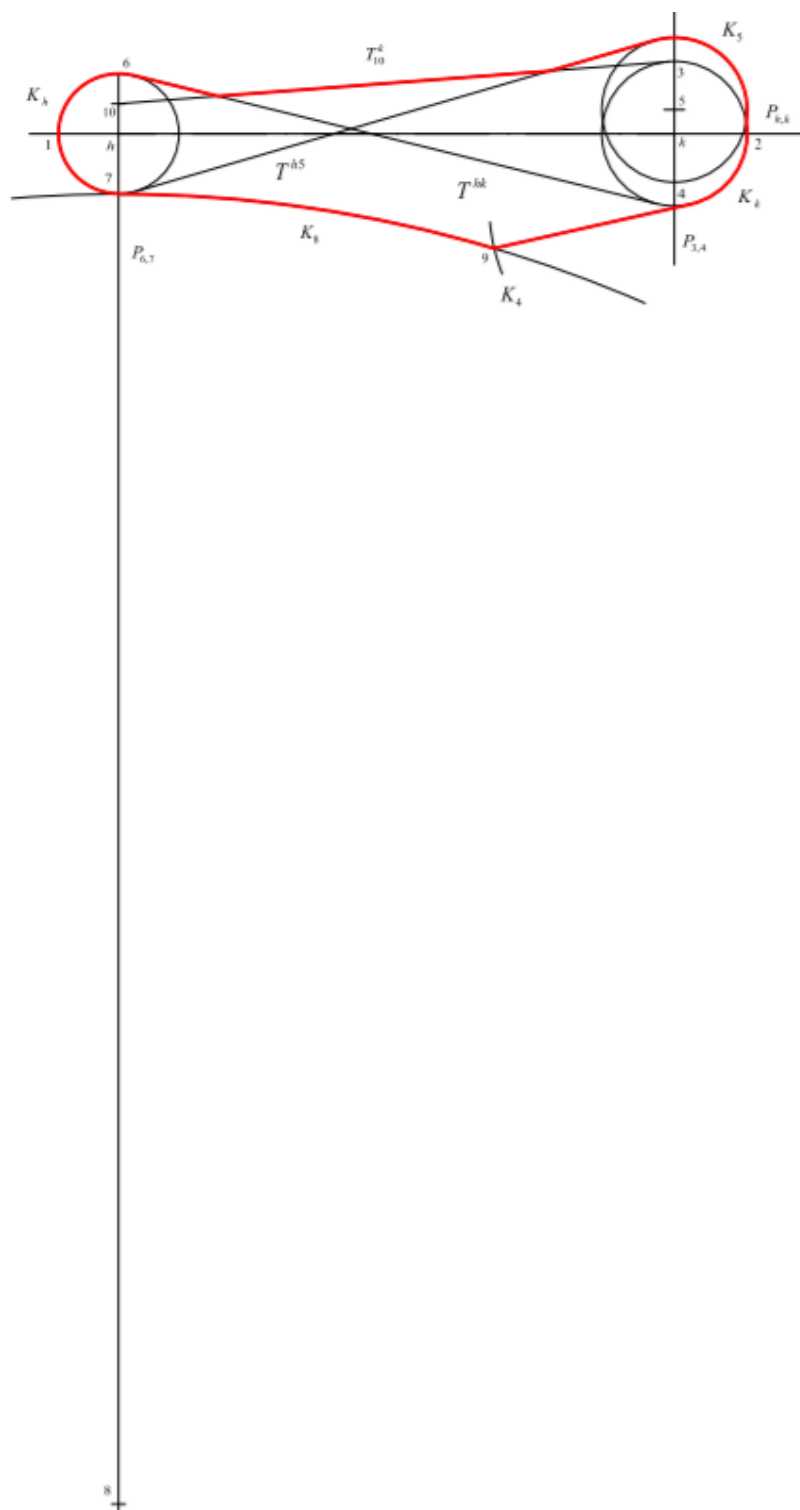
Pro 8 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|\mathbf{hk}| = 22$ cc, $r_h = 2,4$ cc, $r_k = 2,9$ cc

Pro 10 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|\mathbf{hk}| = 22,4$ cc, $r_h = 2,4$ cc, $r_k = 2,9$ cc

Pro 12 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|\mathbf{hk}| = 23,1$ cc, $r_h = 2,5$ cc, $r_k = 3$ cc

P.č.	charakteristika postupu	konstrukční úsečky a kružnice	proporční míra v [cc] pro 8 let	proporční míra v [cc] pro 10 let	proporční míra v [cc] pro 12 let	Výpočet pro výšku 119 cm	Výpočet pro výšku 130 cm	Výpočet pro výšku 138 cm
1.	Narýsujeme přímkou a vyznačíme body hk	$ \mathbf{hk} $	22	22,4	23,1	26,18	29,12	31,878
2.	Opíšeme kružnici Kh	r_h	2,4	2,4	2,5	2,856	3,12	3,45
3.	Opíšeme kružnici Kk	r_k	2,9	2,9	3	3,451	3,77	4,14
4.	Protnutím prodloužené přímky Ph,k s Kh a Kk vzniknou body 1, 2	$Ph,k \cap Kh = 1$ $Ph,k \cap Kk = 2$						
5.	V bodě k vztýčíme kolmici P3,4, která protne Kk v bodech 3 a 4	$P3,4 \cap Kk = 3$ $P3,4 \cap Kk = 4$						
6.	V bodě h vztýčíme kolmici P6,7, která protne Kh v bodech 6 a 7	$P6,7 \cap Kh = 6$ $P6,7 \cap Kh = 7$						
7.	Rozdělíme vzdálenost $ 3k $ na třetiny a ve $\frac{2}{3}$ vyznačíme bod 5	$\frac{2}{3} 3k = 5$						
8.	Opíšeme kružnici K5	$r_5 = r_k$	2,9	2,9	3	3,451	3,77	4,14
9.	Rozdělíme vzdálenost $ 6h $ na polovinu a vyznačíme bod 10	$\frac{1}{2} 6h = 10$						
10.	Rýsujeme tečnu T10k	$r_2 = 2x 1d $	29,4	30	30,4	34,986	39	41,952
11.	Na přímkou P6,7 nanese vzdálenost $ h8 $	$ h8 = 2x 12 $						
12.	Opíšeme část kružnice K8	$r_8 = 87 $		25,6	26	1,19	33,8	35,88
13.	Opíšeme část kružnice K4	$r_4 = \mathbf{hk} / 3$		7,47	7,67	1,19	9,71	10,5846
14.	K8 protíná K4 v bodě 9	$K8 \cap K4 = 9$						
15.	Bod 9 spojíme s bodem 4	94						
16.	Rýsujeme tečny Th5 a Thk							

Tab. č. 10: Konstrukce bérce



Obr. č. 10: Model bércce

Konstrukce modelu lidského těla – Stehno

Literatura: Ing. Dr. J. Mašek

Velikost: průměrná tělesná výška 8,10 a 12 letého dítěte normálních proporcí **119,130,138 cm**

$1cc = 1,19 ; 1,30 ; 1,38$

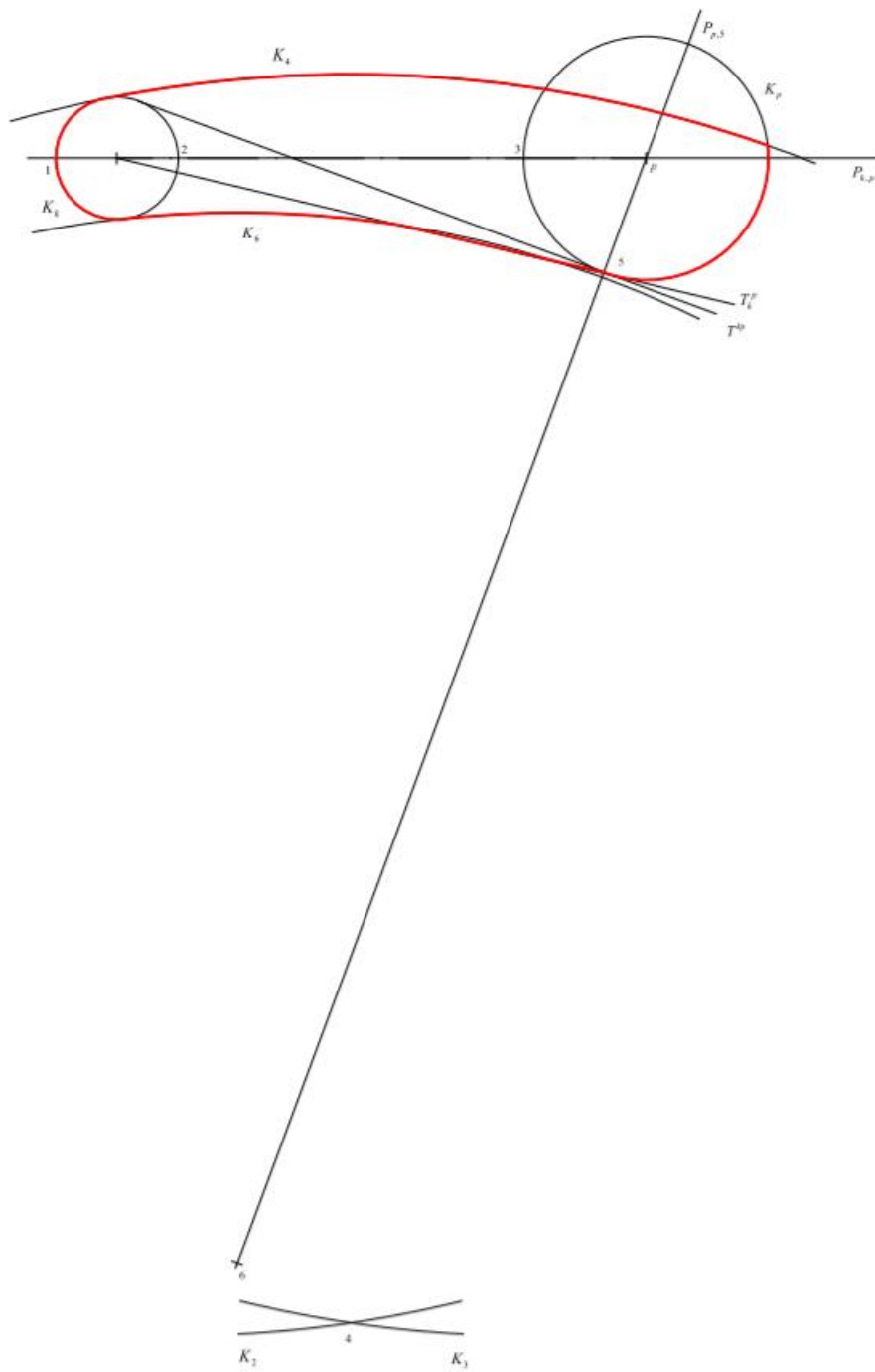
Pro 8 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|kp| = 24,9$ cc, $r_k = 2,9$ cc, $r_p = 6$ cc

Pro 10 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|kp| = 25,3$ cc, $r_k = 2,9$ cc, $r_p = 6$ cc

Pro 12 leté dítě: rozměry z tabulky č. 4 : $|kp| = 26,2$, $r_k = 3$ cc, $r_p = 5,8$ cc

P.č.	charakteristika postupu	konstrukční úsečky a kružnice	proporční míra v [cc] pro 8 let	proporční míra v [cc] pro 10 let	proporční míra v [cc] pro 12 let	Výpočet pro výšku 119 cm	Výpočet pro výšku 130 cm	Výpočet pro výšku 138 cm
1.	Narýsujeme přímkou a vyznačíme body kp	$ kp $	24,9	25,3	26,2	29,631	32,89	36,156
2.	Opíšeme kružnici Kk	r_k	2,9	2,9	3	3,451	3,77	4,14
3.	Opíšeme kružnici Kp	r_p	6	6	5,8	7,14	7,8	8,004
4.	Protnutím přímkou Pk,p s kružnicemi Kk a Kp vzniknou body 1, 2, 3	$Pk,p \cap Kk = 1, 2$ $Pk,p \cap Kp = 3$						
5.	Opíšeme část kružnic K2 a K3	$r_2 = r_3 = 2 \times 1p $		28,2		1,19	36,66	1,38
6.	K2 protíná K3 v bodě 4	$K2 \cap K3 = 4$						
7.	Opíšeme část kružnice K4, která se dotýká Kk							
8.	Rýsujeme tečny Tkp a Tkp							
9.	Z bodu p spustíme kolmici na tečnu Tkp, v místě protnutí Kp vznikne bod 5	$Pp,5 \cap Kp = 5$						
10.	Na prodlouženou přímkou Pp,5 nanese délku úsečky 56	$ 56 = 2 \times kp $	49,8	50,6	52,4	59,262	65,78	72,312
11.	Opíšeme část kružnice K6, která se dotýká Kk							

Tab. č. 12: Konstrukce stehna



Obr. č. 12: Model stehna

Konstrukce modelu lidského těla – sestavení modelu

Literatura: Ing. Dr. J. Mašek

Velikost: průměrná tělesná výška 8, 10 a 12 letého dítěte normálních proporcí **119, 130, 138 cm**

1cc = 1,19 ; 1,30 ; 1,38 cm

rozměry z tabulky č. 4 a obrázku č. 2

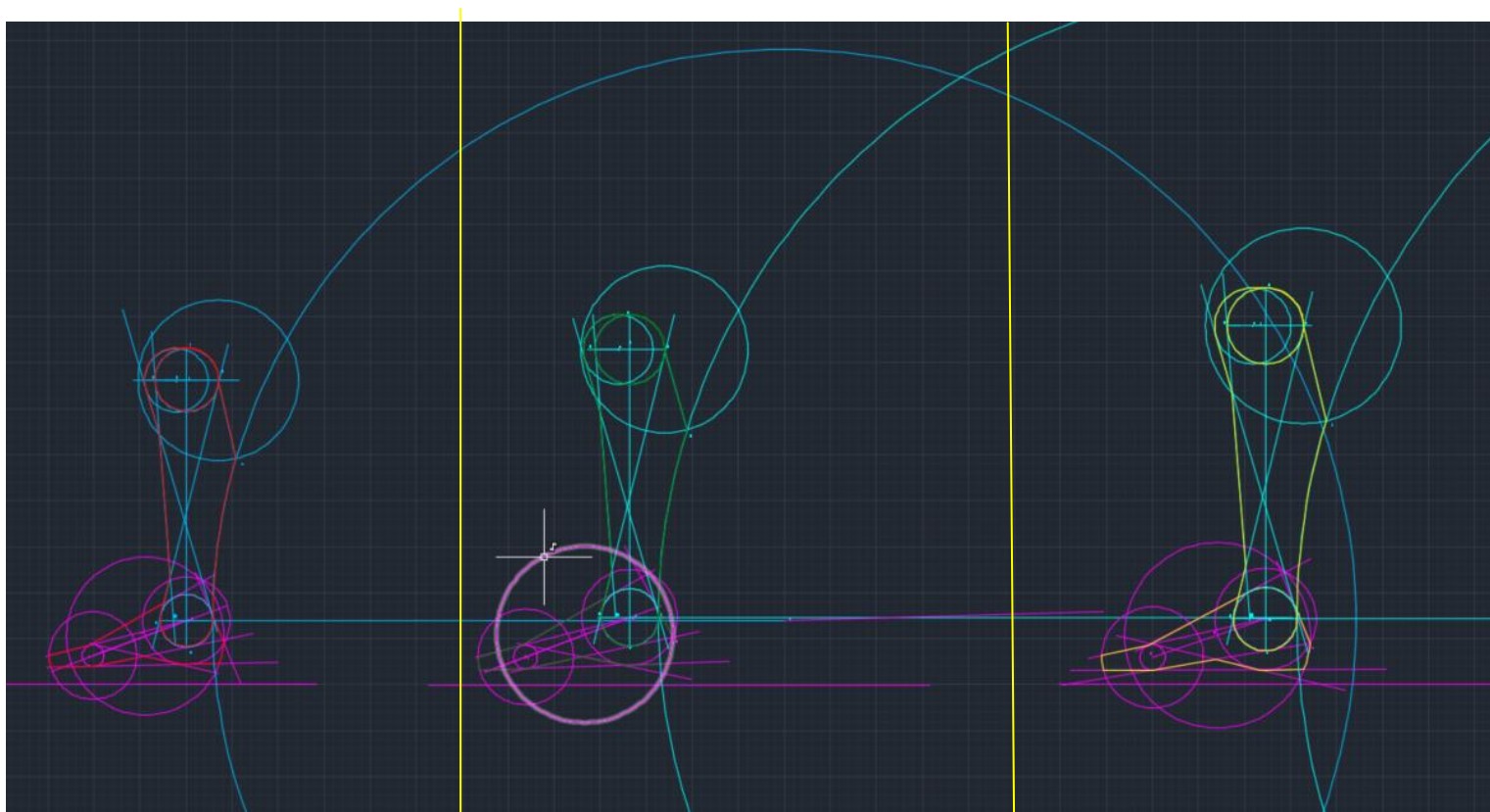
P.č.	charakteristika postupu	konstrukční úsečky a kružnice	proporční míra v [cc] pro 8 let	proporční míra v [cc] pro 10 let	proporční míra v [cc] pro 12 let	Výpočet pro výšku 119 cm	Výpočet pro výšku 130 cm	Výpočet pro výšku 138 cm
1.	Narýsujeme přímku a vyznačíme body hk	hk	22	22,4	23,1	26,18	29,12	31,878
2.	Prodloužením úsečky hk vznikne přímka Ph,k							
3.	Úsečka kp je odchýlena od hk 7°							
4.	Bodem p vedeme přímku odchýlenou od hk o 3°							
5.	Vyznačíme bod n	pn	30	30	30	35,7	39	41,4
6.	Vyznačíme bod b	pb	10,5	10,5	10,1	12,495	13,65	13,938
7.	Vyznačíme bod r, který protíná přímku Ph,k	nr	3,5	3,5	3,4	4,165	4,55	4,692
8.	Úsečku nr protáhneme na obě strany							
9.	Vyznačíme bod z	zn	8	8	7,7	9,52	10,4	10,626
10.	Spojnice na svírá se spojnici nz úhel $\times 17^\circ$	17°						
11.	Vyznačíme bod a	na	8	8	7,8	9,52	10,4	10,764
12.	Spojnice ao svírá s osou na úhel $\gamma 50^\circ$	50°						
13.	Vyznačíme bod o	ao	7	6,5	6,3	8,33	8,45	8,694
14.	Bodem r vedeme přímku odchýlenou od pn o 10°	10°						
15.	Vyznačíme bod l	rl	15,6	16	16,2	18,564	20,8	22,356
16.	Bodem l vedeme přímku odchýlenou od kp o 10°	10°						
17.	Vyznačíme bod d	ld	14,7	15	15,2	17,493	19,5	20,976
18.	Osa ruky df je rovnoběžná a Ph,k	df // Ph,k						
19.	Vyznačíme bod f	df	11,1	11	11	13,209	14,3	15,18
20.	Spojnice sh a hk svírají úhel v 110°	110°						
21.	Vyznačíme bod s	hs		9,3			12,09	1,38
22.	Vzdálenost h od podložky	h podložka	4	4	4	4,76	5,2	5,52

Tab. č. 13: Konstrukce sestavení modelu

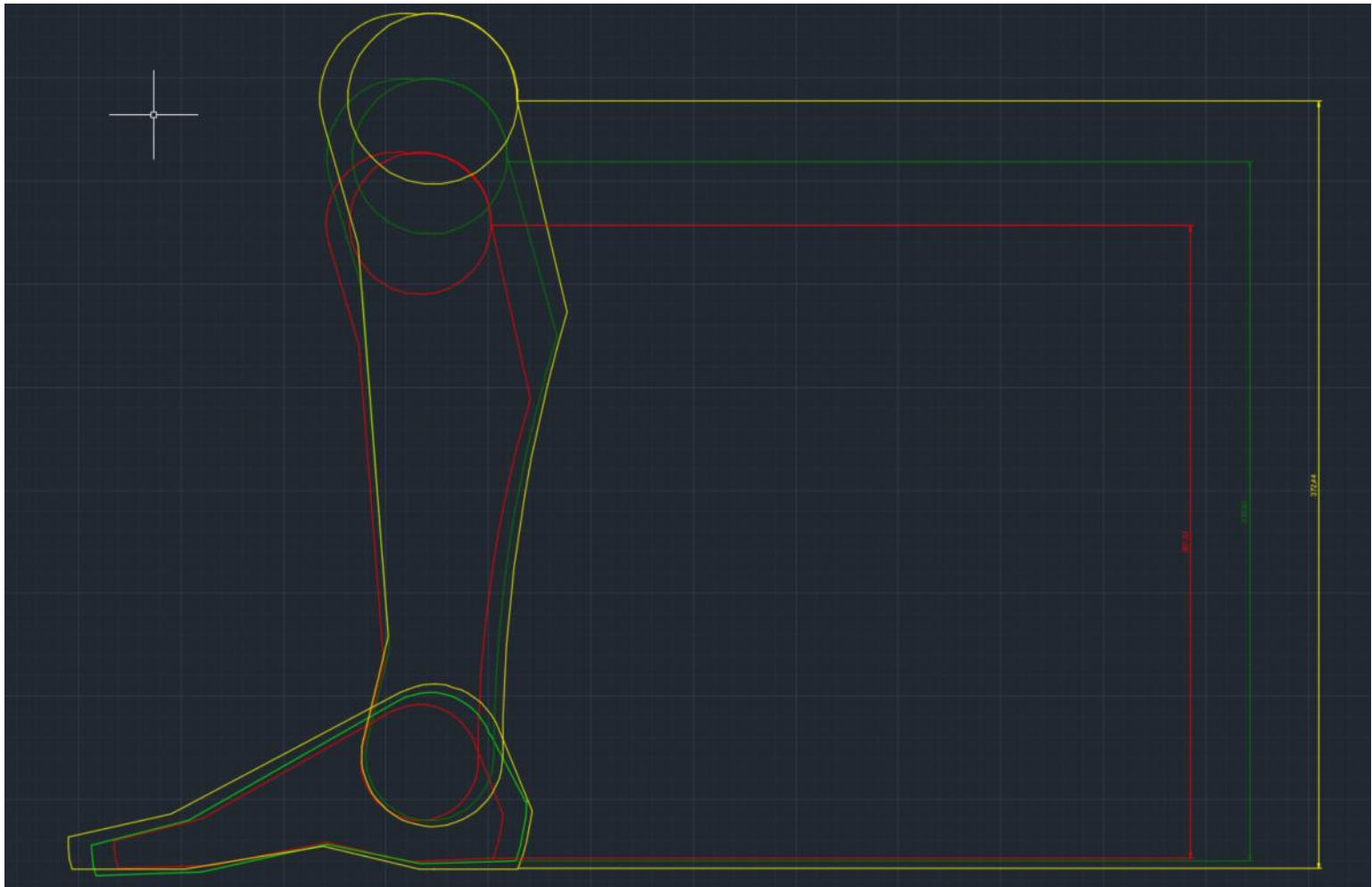
Příloha č. 5 – Porovnání rozsahů podkolenní

Metodika Dr. Maška

Dítě: 119 cm Rozsah podkolenní: 31 cm	Dítě: 130 cm Rozsah podkolenní: 34,5 cm	Dítě: 138 cm Rozsah podkolenní: 37 cm
------------------------------------------	--------------------------------------------	------------------------------------------



Obr. č. 14: Konstrukce rozsahů podkolenní

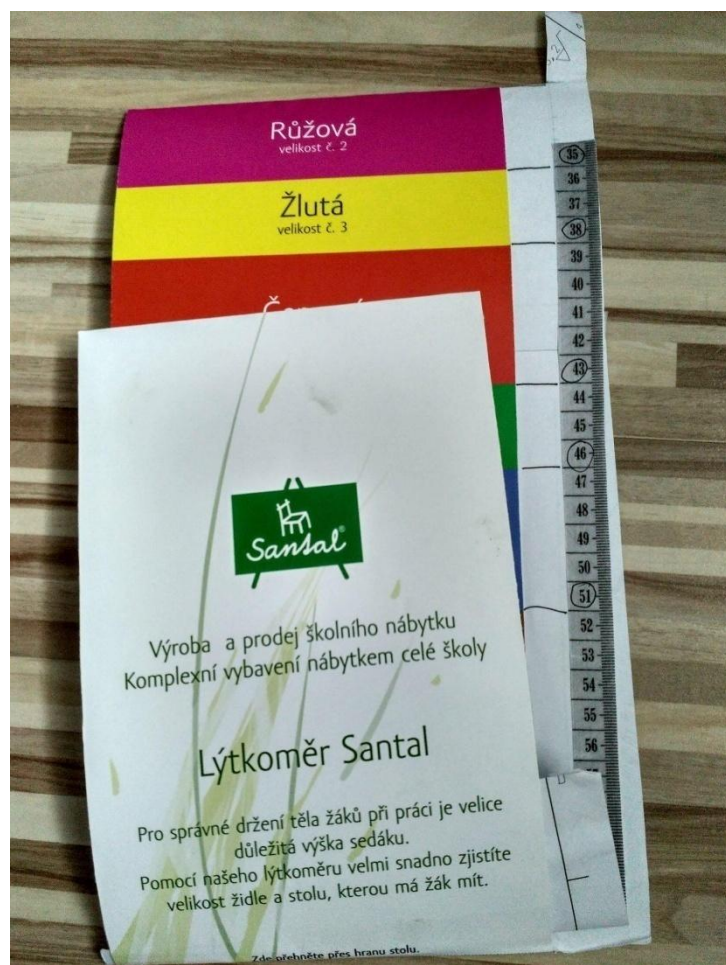


Obr. č. 15: Porovnání rozsahů: výška 119,130 a 138 cm

Příloha 6– Pomůcka při měření – LÝTKOMĚŘ



Obr. č. 16: Lýtkoměr



Obr. č. 17: Lýtkoměr