



Návrh metody hodnocení a testování komfortu sedáku s proměnným tlakovým profilem

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3107R013 – Management obchodu s oděvy
Autor práce: **Elena Lidzhikova**
Vedoucí práce: Ing. Ladislav Nagy





PROPOSAL METHODS FOR THE EVALUATION AND TESTING OF COMFORT SEAT WITH VARIABLE PRESSURE PROFILE

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3107R013 – Management of clothing trade
Author: **Elena Lidzhikova**
Supervisor: Ing. Ladislav Nagy



Tento list nahradte
originálem zadání.

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

Chtěla bych poděkovat všem, kteří mi pomáhali při zpracování této bakalářské práce. Zejména všem probandům, kteří se dobrovolně účastnili měření. Zvláště bych tímto chtěla poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Ladislavu Nagy a doc. Ing. Davidu Cirklovi, PhDr. za konzultace, odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování práce a panu Ing. Tien Xuau Trau za vstřícnost při organizování experimentu.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá návrhem metody pro hodnocení a testování komfortu sedaček. V teoretická částí byla hodnocena zdravotní rizika dlouhodobého sezení při výkonu povolání. Na základě zjištěného teoretického rozboru je navrženo a provedeno objektivní měření tlaku při krátkodobém sezení a měření teploty dolních končetin při dlouhodobém sezení. Na závěr byly zhodnoceny a porovnány výsledky naměřených hodnot a navrženy metody testování sedaček.

Klíčová slova: komfort sedaček, dlouhodobé sezení, krátkodobé sezení, zdravotní rizika při dlouhodobém sezení.

Annotation

Bachelor's thesis deals with methods for evaluation and testing comfort seats. The theoretical part of the health risk assessment prolonged sitting at work. Based on observed theoretical analysis is designed and constructed objective measurement of pressure in short sessions, and measuring the temperature of the lower limbs during long sessions. At the end were evaluated and compared the results of measurements and testing methods designed seats.

Keywords: comfort seats, prolonged sitting, short sessions, health risks during long sessions.

ÚVOD	8
INTERAKCE SEDAČKY A ČLOVĚKA	9
1. Ergonomie	9
2. Komfort sezení	11
4. Požadavky na sedadlo řidiče	17
5. Rozdělení sedadel podle umístění ve vozidle	18
6. Konstrukce automobilové sedačky	19
7. Rozměrové a hmotnostní charakteristiky probandů	24
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	27
8. Popis materiálů používaných při experimentu	27
9. Měření krátkodobého sezení	31
10. Měření dlouhodobého sezení	49
ZÁVĚR	56
Použitá literatura	58
Seznam obrázků	60
Seznam tabulek	62

Použité zkratky

3D	Trojrozměrný obrázek
2D	Dvojrozměrný obrázek
PL	polyesterové vlákno
BMI	body mass index
WHR	Waist to hip ratio index
Op	obvod pasu
Os	obvod sedů
M	muži
Ž	ženy
Kp	konstantní tuhost
Kt	konstantní tlak
PUR pěna	Polyuretanová pěna

Fyzikální zkratky

P	[kPa]	tlak
p_prům	[kPa]	průměrný tlak v kontaktní zóně
delta p	[%]	rozdíl tlaků mezi Kp_0 a Kp_25, Kt_0 a Kt_25
F	[N]	síla
S	[mm ²]	plocha

ÚVOD

Sedavý způsob zaměstnání a trávení volného času představuje v moderní společnosti značně rozšířený problém. Pro spoustu lidí je sezení za pracovním stolem v kancelářích, na úřadech, ve školách běžný způsob výkonu povolání, ve kterém tráví téměř osm hodin denně. Nedílnou součástí pracovního dne je také doprava do a ze zaměstnání. Cesta dopravními prostředky trvá většinou několik desítek minut, někdy i hodin. Dopravní prostředky využíváme také pro své osobní účely, jako jsou například služební cesty, dovolené, ale i běžné denní cesty za obstaráním obživy. V dnešní době patří automobil k nejvíce využívaným dopravním prostředkům.

Cílem bakalářské práce je pomocí tlakové podložky Xsensor sledovat rozložení tlakového pole na funkčním vzorku sedáku při jeho rozdílném nastavení, navrhnout metody hodnocení a testování komfortu sedaček a sledovat zdravotní rizika při dlouhodobém sezení u tohoto funkčního vzorku.

V první teoretické části práce jsou rozebírány různé typy sedaček a jejich konstrukce a je uveden popis jednotlivých částí autosedačky. Dále se práce zabývá komfortem sezení a zejména požadavky, které jsou kladeny na sedadlo řidiče a riziky vznikajícími při dlouhodobém sezení. V souvislosti s tím popisují druhy somatotypů, body mass index (BMI) a waist to hip ratio index (WHR).

Experimentální část je navržena na otestování funkčního vzorku automobilové sedačky a případovou studii. Uvedený statický test sleduje rozložení tlakového pole v kontaktní zóně sedáku při různém nastavení tuhosti a tlaku v sedací oblasti. Sedačka byla nastavena v režimu konstantního tlaku, nebo konstantní tuhosti sedáku. Případová studie pak sleduje působení sedáku na omezení krevního oběhu dolních končetin řidiče při dlouhodobém sezení a jeho možné zmírnění změnou nastavení sedáku. Sleduje se interakce automobilové sedačky a sedící osoby.

INTERAKCE SEDAČKY A ČLOVĚKA

Tato kapitola pojednává o ergonomii, komfortu sezení a zdravotních rizicích při dlouhodobém sezení, různých typech sedaček a rozměrové a hmotnostní charakteristice probanda. Uvádí vybrané podmínky, které musí být splněny, aby bylo zajištěno správné sezení. Jestliže člověk nesedí ve správné pozici, dochází k nerovnoměrnému zatížení páteře a bolestem zad.

1. Ergonomie

Slovo ergonomie je řeckého původu a vzniklo ze slova ERGO neboli práce. Ergonomie se zabývá výkonností pracujícího člověka a přizpůsobováním pracovních podmínek a prostředků jeho potřebám. Sleduje kvalitu a zdravotní nezávadnost pracovní polohy a pohybů při pracovní činnosti. Zabývá se také posuzováním užitných vlastností, velikostí a tvarem pracovních nástrojů, přístrojů, vybavení, obuvi a oblečení. Užitím poznatků z oboru ergonomie se snažíme vytvořit takové prostředí, které by zabezpečilo dostatečný komfort při pracovních i mimopracovních činnostech a zabránit nezdravému zatěžování pohybového aparátu vlivem vnějšího prostředí (to znamená nástrojů, přístrojů, různého vybavení pro práci, zábavu nebo odpočinek), nebo špatným pohybem.

Tyto potíže a bolesti čekají každého, kdo tráví hodně času v dopravním prostředku (automobil, nákladní automobil, ambulance, atd.). Podobné potíže mohou pociťovat také cestující, sedí-li ve vozidle delší dobu beze změny polohy. Proto je nutné zhruba po dvouhodinových intervalech opustit vozidlo a protáhnout se.[1]

Nejčastějšími příčinami těchto bolestí jsou:

- špatné držení těla – způsobené buď osobním návykem, nebo nesprávně seřízeným (zkonstruovaným) sedadlem,
- nízkofrekvenční vibrace přenášené z podvozku do těla mohou mít nežádoucí účinky na spodní část zad,
- tvar sedadla může vyvíjet tlak na vybrané části nohou, zad a hýždí. Tento tlak může mít vliv na průtok krve do nohou a chodidel. [2]

Vnitřek vozidla by měl poskytovat tepelný a celkový fyziologický komfort, dostatek prostoru a místa.

Vybrané požadavky kladené na sedadla:

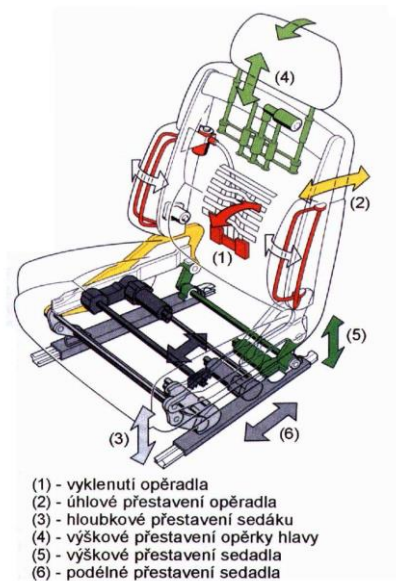
- možnost správného nastavení sedáku, jeho posunu a sklonu
- boční vedení sedadla musí být po celé délce stehen a pro celá záda
- správné odpružení

Dalšími požadavky jsou možnosti samostatného nastavení:

- výšky sedáku od podlahy
- úhlu sedáku
- úhlu opěradla
- vzdálenosti mezi opěradlem sedadla a volantem

Je-li sedadlo správně nastaveno, měl by řidič pohodlně dosáhnout na pedály, volant a další ovládací prvky. Důležité také je, aby dobře viděl na přístroje, měřidla a všechna zrcátka a měl dobrý výhled přes přední i boční okna. [2]

Na následujícím obr. 1 je moderní autosedačka se všemi nastavitelnými elementy.



Obr. 1 Plně nastavitelná sedačka [3]

2. Komfort sezení

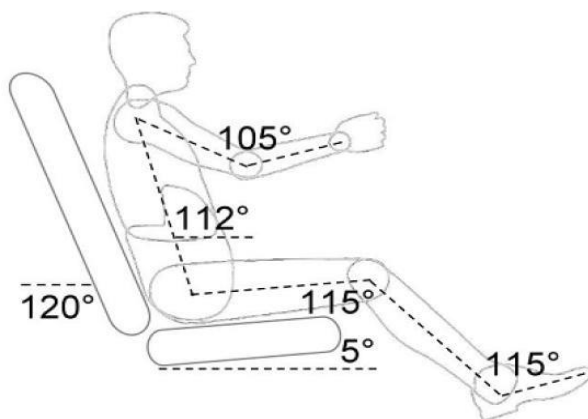
V každém vozidle jsou řidič a spolujezdci v neustálém kontaktu s autosedačkou. Úkolem výrobců je testovat sedadla řidiče a zajistit, aby splňovala náročné požadavky, které jsou kladeny na zdraví, pohodlí, komfort a bezpečí sedící osoby.

Bezpečnost automobilu je pro výrobce určena normami. Dalším úkolem by mělo být odstranění ergonomických nedostatků a zajištění pocitu maximálního pohodlí jak pro řidiče z povolání, tak i běžné řidiče a spolujezdce. Celkový komfort sezení ovlivňují statické (rozložení tlaku) a dynamické (vibrace) vlastnosti autosedaček. Na základě vnímání každého jednotlivce pak můžeme tyto vlastnosti hodnotit a mluvíme o subjektivní metodě. Na výsledek hodnocení má vliv individualita testovaného jedince, jeho proporce a vlastní pocity. Naopak objektivní metoda se provádí pod dozorem kvalifikovaných výzkumníků. Ti vycházejí z anatomie lidského těla, přihlížejí k proporcím, fyziologickým vlastnostem, zatížení lidského těla a k rozložení tlaku při sezení.

Komfort sezení také ovlivňují fyziologické a biomechanické faktory. Dlouhodobé sezení může vést i k bolesti. Nejvíce jsou postiženi řidiči, kteří nemohou při řízení měnit pozici těla. [4]

Zdravotní rizika při dlouhodobém sezení za volantem

Na obrázku č.2 můžete vidět optimální nastavení sklonu autosedadla jak ve vertikální tak horizontální rovině jak je uvádí F.Schiller [5]



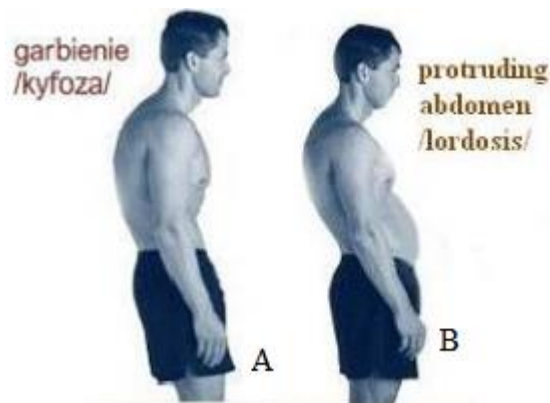
Obr. 2 Optimální nastavení sedadla [5]

Čas strávený v automobilu má vliv na zdraví člověka, jak po psychické tak fyzické stránce. Každý ovšem vnímá oba tyto faktory úplně jinak. Po psychické stránce je mentální reakcí našeho organismu na zátěž stres. Po fyzické stránce se jedná o přímou zátěž našeho těla. Na lidské tělo působí jednak vertikální vibrace, způsobené pohybem auta na nerovném povrchu, a dále je namáháno z obou stran, jestliže zatáčíme. Při rozjíždění nebo zpomalování vozidla pak pocítujeme přetížení. Při sezení máme nižší energetický výdej, nižší zatížení dolních končetin, cítíme menší únavu a na oběhový systém jsou také kladeny nižší nároky. Nedostatek pohybu způsobuje celkové oslabení svalového systému a tím se snižuje fyzická zdatnost. Svalové změny se projevují zvýšením svalové nerovnováhy – tzv. dysbalance, při které dochází k oslabení svalů břišních a hýžd'ových. Tyto oslabené svaly nedostatečně chrání klouby a páteř, které jsou nejvíce namáhány. Dlouhodobé zatížení může poškodit lidské tkáně a přerušit dodávku krve obohacené o kyslík do tkáně. Dlouhodobé přerušení dodávky kyslíku vede často ke vzniku vředu. Prevencí může být rovnoměrné rozložení tlaku, tuhosti a správný typ sedáku.

Ve Velké Británii se používá termín "zranění z opakované jízdy" (RDI – Repetitive Driving Injury). RDI je forma poruchy pohybového aparátu v souvislosti s prací. Jedná se především o špatné držení těla, přetížení měkkého svalového a vazivového systému, ovlivnění působení tlaků na meziobratlové ploténky a dlouhé setrvávání v jedné poloze nebo střídání poloh až po delší době.

Při sezení se věnuje velká pozornost páteři, která je oporou celého těla. Tvar lidského těla se výrazně mění při sezení v autosedadle. V případě nepodloženého sedu se záda zakulatí a tento projev lze nazvat kyfózou, jejíž tvar můžeme vidět na obrázku č. 3A. Kyfóza má za následek poškození meziobratlových plotének bederní páteře, neboli jejich výhřez. Dalším projevem sezení na nevhodném sedadle je tzv. lordóza. Páteř tak nabývá zakřivení krční a bederní páteře dopředu, jak je vidět na obrázku č. 3B. [6]

Dále je nutné připomenout rozložení tlaku mezi lidským tělem a sedákem a jeho vliv na lidské tkáně. Minimalizování tlaku je prováděno pomocí polstrování autosedadla za účelem snížení rizika vzniku vředů a proleženin.



Obr. 3 Projev kyfózy – A, projev lordózy – B. [7]

Následkem dlouhodobého působení tlaku na lidskou tkáň dochází k přerušení dodávky kyslíku do buněk. Ty jsou schopné po nějakou dobu přežívat ze zásob. Vznik negativních projevů na lidském těle je dán velikostí tlaku a dobou, kterou buňky tráví bez kyslíku. Riziko vzniku vředů, proleženin a ucpávání cév lze minimalizovat rovnoměrným rozložením tlaku působícího v oblasti hýždí. Lidské tělo je schopné zvládnout zatížení o tlaku 1655 kPa. [6]

3. Typy sedaček

Sedadla jednotlivých typů a výrobců se liší použitým povrchovým materiálem, konstrukčním řešením povrchového materiálu a způsobem, jak jsou vrchní díly autosedacla spojené. Jednotlivá sedadla rozlišujeme podle celkového desingu, použití a nebo i podle jejich umístění ve vozidle. Sedačky můžeme v zásadě rozdělit do několika hlavních/ucelených kategorií:

- Autobusy: městské a turistické
- Speciální: vojenské – vozidla a letadla, letecké – civilní doprava
- Zdravotnické: invalidní a sportovní
- Kancelářské
- Automobilové: závodní sedačky, sportovní a klasické

Městské autobusy

V městských autobusech najdeme moderní ale jednoduchá sedadla. Jejich kostra je z plastu a opěradlo zad a sedadlo bývá potaženo dekorativní tkaninou. [8]



Obr. 4 Autobus [8]

Mezinárodní a turistické autobusy

Tyto autobusy jsou určeny pro dálkové jízdy a tomu musejí odpovídat i sedadla. Ta jsou velmi měkká, pohodlná, potažená příjemnou textilií a jsou vybavena regulací náklonu, područkami a sklopnými stolečky. [8]



Obr. 5 Turistický autobus [8]

Vojenská doprava

Moderní vojenské sedačky jsou jednoduché, ale pohodlné a musí být hlavně bezpečné a mít delší životnost.[8]



Obr. 6 Vojenské sedadlo [8]

Civilní doprava

Ve všech částech letadla musí být každé sedadlo projektováno tak, aby bylo bezpečné při startu, přistání, během letu i nouzového přistání a zamezilo poranění cestujících. Proto jsou tato sedadla testována kompletními dynamickými testy při simulovaných podmínkách nouzového přistávání. Každý pasažér musí být chráněn proti vážnému poranění. [9]



Obr. 7 Sedačky v civilních letadlech. [10]

Zdravotnické sedačky pro imobilní pacienty

Na tvar a materiál sedaček těchto vozíků jsou kladené speciální požadavky. Vozík má skládací rám, odnímatelné stupačky a bočnice. Jeho hmotnost se pohybuje okolo 19 kg a lze ho vybavit polohovacími stupačkami. Maximální nosnost vozíku je 120 kg. Šíře sedu je rozměr mezi postranicemi vozíku (obr5). Sportovní invalidní vozík má pevný odlehčený duralový rám, sklopnou polstrovanou prodyšnou opěrku zad, odolné textilní části z CORDURY, rychloupínací zadní kola, volitelný sklon zadních kol. [11]



Obr. 8 Vozík: invalidní – A, sportovní – B. [11]

Kancelářská židle

Základní kancelářská židle musí splňovat požadavky každodenního používání v běžných kancelářských provozech a domácnostech. Kvalitní zpracování zaručuje dlouhodobé a bezproblémové užívání. Otočná židle se středním opěradlem má asynchronní mechanismus, umožňuje nezávislé nastavení sklonu sedáku a opěradla. Opěradlo je i výškově nastavitelné. Plastový kříž je opatřen zátěžovými kolečky, k doplňkům patří područky. [12]



Obr. 9 Kancelářská židle [12]

Automobilová sedačka, její vzhled a použití

Závodní sedačky – musí být mnohem pevnější a odolnější než běžné sedačky, protože na nich často závisí život závodníka. Očekává se od nich ve všech situacích na dráze výborná fixace závodníka a co nejvyšší komfort při sezení. Jsou konstruované tak, aby co nejvíce vyhovovaly stavbě těla závodníka (Obr. 10A). Tyto typy sedadel mají jedinečnou konstrukci a na jejich výrobu byly použity nejkvalitnější materiály. [13]



Obr. 10 Závodní sedačka – A, sportovní - B, klasická – C [14]

Sportovní autosedačky – u nich je kombinován vzhled a komfort klasického sedadla (Obr. 10B). [13]

Klasická autosedačka - (Obr. 10C), ta svým tvarem a zhotovením vyhovuje potřebám člověka, aby při sezení v ní neměl pocit stuhlého krku, nebo bolestí zad. Právě na těchto požadavcích je založen konstrukční princip autosedaček této kategorie. Cílem ergonomických sedadel je, aby se člověk i po několikahodinové jízdě cítil dobře a hlavně neměl žádné zdravotní problémy. [13]

4. Požadavky na sedadlo řidiče

Automobilová sedačka patří k nejdůležitějším součástem automobilu, které ovlivňují pohodlí a bezpečnost. Protože je řidič i spolujezdec se sedačkou po celou dobu cestování v nepřetržitém kontaktu, je nutné, aby odpovídala vysokým nárokům na bezpečnost a komfort při jízdě. Zároveň musí být navržena tak, aby poskytovala řidiči při jízdě maximální pohodlí. Tvar i vlastnosti sedačky by neměly při dlouhodobém používání poškozovat lidský organizmus.

Pracovní místo řidiče musí vyhovovat z hlediska sedění, ovládání a výhledu. Tyto požadavky úzce souvisí s geometrií interiéru karoserie. [15]

Sedadlo řidiče musí zajišťovat stabilitu, komfort, optimální zorné podmínky a snadné ovládání přístrojů. Samozřejmým požadavkem je nastavitelnost předozadního posunu sedadla a jeho výšky, sklonu zádové opěrky, bederní a šíjové opěrky. Konstrukce sedadla i opěradla musí být odpružena. Vhodnější je hydraulické odpružení, než odpružení pomocí pérových tlumičů. Důležitá je i snadná čistitelnost sedadla. [16]

Přední okraj sedačky má být zaoblený a lepší stabilitu může zajistit i lehké vyvýšení. Sedací plocha musí být anatomicky řešená, s důrazem na podporu hrbolů sedacích kostí. Vyvýšení zadního okraje sedací plochy zlepšuje fixaci pánve a tvar sedadla by měl umožnit sezení s dolními končetinami lehce od sebe. Sedadlo má podírat $\frac{2}{3}$ stehen a horizontální posun sedadla má být nastavitelný v rozsahu cca 15 cm. Správný kontakt s opěradlem a podepření pánve usnadňuje doporučený sklon cca $6 - 10^\circ$ dozadu. [17]

Kostry sedadel jsou svařeny z lisovaných ocelových plechů a obsahují všechny páky pro nastavení sedadla a úchyty pro bezpečnostní prvky (pásy a airbagy). Polštářové vložky jsou vyrobeny lisováním vulkanizované pěny za studena a zajišťují držení těla v optimální poloze a dostatečné pohodlí i při dlouhém cestování.

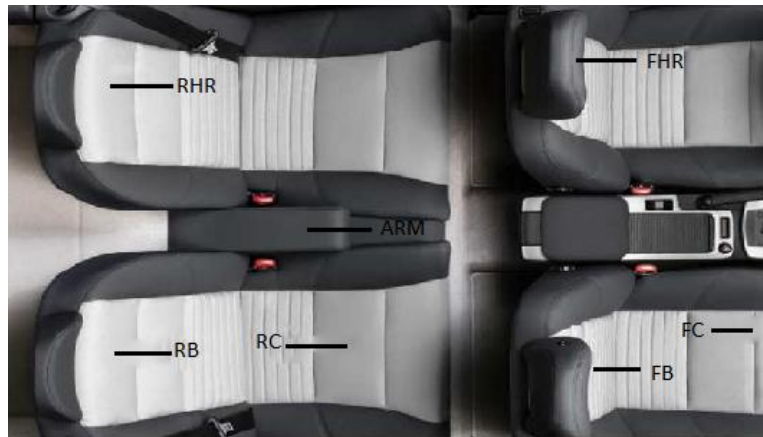
Čalounění by mělo být prodyšné (to zajišťuje výplňová pěna), omyvatelné a spíše s tužším a drsnějším povrchem, který umožní lepší stabilizaci sedícího, zabraňuje sklouzávání trupu a snižuje přenos vertikálních vibrací a nárazů. [16]

5. Rozdělení sedadel podle umístění ve vozidle

V osobních automobilech mají přední a zadní sedadla rozdílná čalounění. Přední sedadla bývají většinou samostatná. Každé z nich je možné snadno polohovat a nastavit jeho vzdálenost od pedálů. Zadní sedadla mohou mít spojená opěradla a sedadla do jednoho celku, nebo mohou být složena z několika volných sedadel postavených vedle sebe. U nich není možné v žádném případě nastavovat sklon opěradla ani vzdálenost od předních sedadel. Sedadla mají mít pružné a tuhé čalounění (velmi měkké není vhodné). [18]

Každé autosedaadlo ve vozidle má své specifické vlastnosti, tvar a konstrukci potahu. Výrobci proto rozdělují sedadla a jejich části (Obr. 11) podle umístění v autě:

- přední sedadla (sedadlo řidiče, sedadlo spolujezdce),
- zadní sedadlo, které má různé varianty dělení, podle daného typu auta



Obr. 11 Pojmenování jednotlivých částí autosedaček [19]

FB	<i>Front Back</i>	přední opěradlo
FC	<i>Front Cushion</i>	přední sedák
RB	<i>Rear Back</i>	zadní opěradlo
RC	<i>Rear Cushion</i>	zadní sedák
Arm	<i>Armrest</i>	opěradlo ruky
FHR	<i>Front Headrest</i>	přední hlavová opěrka
RHR	<i>Rear Headrest</i>	zadní hlavová opěrka [19]

6. Konstrukce automobilové sedačky

Sériově vyráběné automobilové sedačky (obr. 12), (bez nadstandardního vybavení), se skládají ze tří (čtyř) základních částí:

- Kovový (ocelový) rám sedačky
- Výplň sedačky
- Potah sedačky
- Opěrka hlavy



Obr. 12 Řez sedadlem [20]

Rám

Nosné rámy se vyrábějí především z kovu nebo plastu a jsou doplněné kovovými pružícími prvky na sedadle a opěradle. Pružící prvky se překrývají technickou textilií, vrstvou plsti a nebo gumožíně.

Základní kovové konstrukce mohou mít různý tvar a formu (Obr. 13). Železná konstrukce je pevně připevněna v interiéru automobilu. V kovovém rámu je několik míst, ve kterých se potah sedadla uchytlí. [20]



Obr. 13 Typ železná konstrukce[20]

Konstrukce automobilové sedačky se skládá ze:

- sedadla
- opěradla

V horní části opěradla je bederní podložka, jejíž polohy lze regulovat na boční straně sedadla. Může tak poskytnout dostatečné pohodlí a spolehlivou oporu těla v bederní části. [20]

Výplň sedačky

Pro výplň automobilové sedačky se používá z více než 90 % polyuretanová pěna. Ta má vynikající tepelně izolační vlastnosti, pohlcuje vibrace a hluk a tím zajišťuje lepší komfort cestování. Výhodou polyuretanové pěny je její flexibilita a spolehlivost, nevýhodou špatná vodivost vzduchu a vodních par. K zajištění optimálního stupně kvality je materiál podrobován zkouškám hořlavosti, tuhosti při vtlačování, zkouškám odolnosti proti trhání, pevnosti proti promáčknutí, tažnosti, stárnutí a únavovým zkouškám při kmitavém napětí.

Zkoušky jsou prováděny podle mezinárodních standardů, které charakterizují polymerní pružné buněčné materiály používané v automobilovém průmyslu, jako jsou:

- Stanovení deformace charakteristiky v tlaku (ISO 3386 / 1, 1986)
- Stanovení pevnosti v tahu a prodloužení při přetržení (ISO 1798, 1983)
- Stanovení komprese (ISO 1856, 2000)
- Stanovení hořlavosti materiálů použitých v interiéru (ISO 3795, 1989)

Klimatizační a ventilační systémy sedadel, které jsou umístěny v kanálech sedáku, zajišťují přívod a odvod vzduchu. [21, 22]

Polyuretanové pěny se vyrábějí ve 3 tvrdostních řádech:

- **pěny s normálním odporem proti stlačení (N)** - Pěna s vyrovnaným poměrem mezi objemovou hmotností a tuhostí (odpor proti vtlačování). U tohoto typu pěn nabízíme škálu v rozmezí 16 – 50 Kg / m³ a tuhostech 0,2 - 6,3 kPa. Použití pěn dle typu od olepové hrany, přes opěradla, až po pevné sedáky aj.
- **pěny se zvýšeným odporem proti stlačení (H)** - Pěna se zvýšenou tuhostí oproti objemové hmotnosti. U tohoto typu pěn nabízíme škálu v rozmezí 25 – 110 Kg/m³ a tuhost 4,6– 31,0 kPa. Použití pěn má uplatnění pro obalovou techniku, speciální zpevněné sedáky, tvrdé olepové hrany, obuvnické výplně, fixační vložky aj.

- **pěny se sníženým odporem proti stlačení (W)** - Pěna se sníženou tuhostí oproti objemové hmotnosti. Nabízíme škálu v rozmezí 21 – 40 Kg/m³ a tuhostech 1,9 – 3,0 kPa. Pěny jsou vhodné pro použití na olepy, měkké opěrky, změkčující přelepové vrstvy apod. [25]

Potah sedačky

Potah automobilové sedačky se skládá z vrstev, které se působením vysokého tlaku a teploty laminují:

1. vrstva tvořená tkaninou, pleteninou nebo usní
2. vrstva tvořená polyuretanovou pěnou
3. vrstva tvořená podšívkou

Potah automobilového sedadla se skládá z několika částí, které jsou sešity speciálními nitěmi, které musí splňvat vysoké pevnostní standardy, odolávat UV záření a zajistit stálobarevnost po celou dobu používání vozidla (Obr. 14). [23, 24]



Obr. 14 Potah sedačky [26]

Vrchní vrstva tvořená pleteninou

Autopotahy mohou být tvořené jak zátažnou pleteninou, tak osnovní. Nejčastěji je však pletenina využívána jako nosný materiál nebo podšívkový materiál chránící polyuretanovou pěnu autopotahu z rubové strany. Pletením se často vytvářejí autopotahy s vlasovým povrchem, buď se smyčkovým vlasem, nebo s vlasem o různých délkách, kterým se docílí vzorování. Značnou výhodou technologie pletení je snížení technologického odpadu. Tvarování jednotlivých stříhových dílů lze vytvářet přímo při výrobě plošné textilie, aniž by bylo nutné další stříhání materiálu.

V současné době se vyrábějí 3D pletené potahy bez použití pěnové výplně a podšívkové pleteniny. Pleteniny jsou nejčastěji vyráběné z polyesterových vláken pro lícni stranu autopotahu, ale i pro podšívku, kde je užíváno i polyamidových vláken s ohledem na jejich vlastnosti. [23]

Vrchní vrstva tvořená tkaninou

Tkaniny jsou nejčastějším užívaným textilním materiálem pro výrobu autopotahů. Uplatňují se u vozů střední a nižší cenové kategorie. Výroba tkaných potahů je méně nákladná a splňuje základní uživatelské požadavky. Využívají se vlákna polyesterová, protože splňují vlastnosti jako odolnost vůči otěru, stálobarevnost, vyšší odolnost vůči UV záření a další. Výjimečně je použito vlněných vláken ve směsi s polyesterovými pro získání lepších fyziologických vlastností. Autopotahy jsou nejčastěji vyráběné ve vazbách plátňových, keprových, atlasových a žakárových. [23]

Vrchní vrstva tvořená usní

Přírodní useň se získává zpracováním kůže obratlovců. V automobilovém průmyslu se používají tzv. autočalounické usně, které tvoří nebo jsou součástí sedadel vozidel luxusních provedení. Tyto usně mají krycí pigmentovou úpravu a následně jsou lakované polyuretanovým lakem. Komfort sezení na takovémto sedadle je zaplacen podstatně vyšší pořizovací cenou. Proto výrobci kombinují přírodní useň s umělou usní nebo textilním potahem.

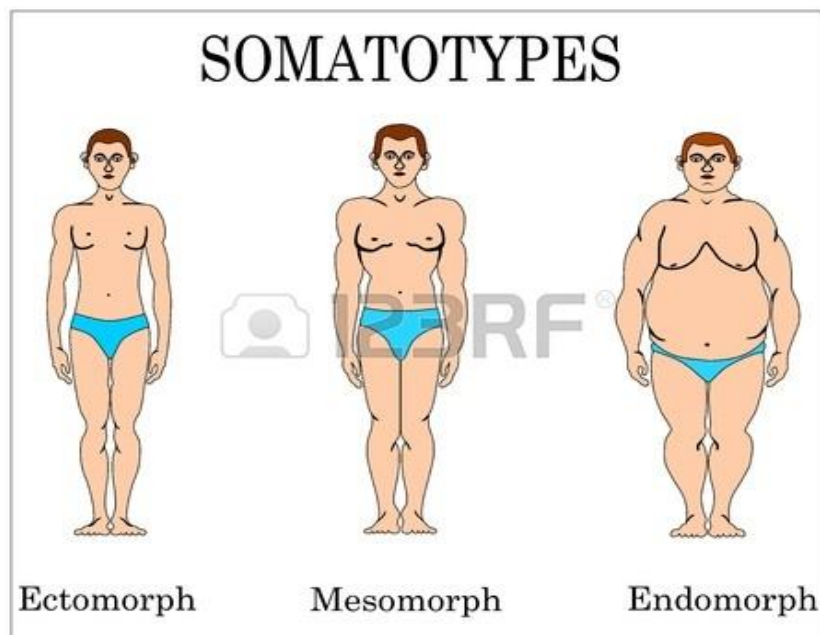
Umělá useň - Alcantara je uměle vytvořený materiál, který je složený z 68% PL a 32% PU. Její hmotnost oproti přírodní usni je o 30% - 50% nižší. Obsažený PL dává tomuto potahovému materiálu odolnost a trvanlivost a polyuretan zase jemnost. Alcantara je vyrobena z ultrajemných vláken, která jsou až 20x tenčí než lidský vlas. Povrch této potahové látky připomíná semišovou kůži. Oproti přírodní usni je její výhodou prodyšnost, vzdušnost a v testu oděruschopnosti vydrží až 35000 cyklů. Její nespornou výhodou je množství barevných odstínů. [23]

7. Rozměrové a hmotnostní charakteristiky probandů

Pro určení typu postav existuje několik postupů pro jejich zjištění a třídění do několika kategorií. Pro základní určení postavy je nejčastěji používán BMI a WHR index. Vliv na konstrukci a rozložení tlaku v sedací části má BMI a WHR, který nám slouží i pro určení rizika nadváhy.

Způsob určení Somatotypu

Již před půlstoletím rozpracoval americký psycholog William Sheldon (1898-1977) ve svých dílech *The Varieties of Human Physique* (1940) a *The Atlas of Men* (1954) systém dělení populace do různých tzv. somatotypů podle stavby těla (soma = řec. tělo), jak vidíme na obrázku 16. Na základě studia tělesné stavby u tisíců subjektů z celého světa vytvořil Sheldon stupnici od 1 do 7. Pomocí této stupnice zjišťoval u každého jedince vzájemný poměr tři základních tělesných typů: hubeného ektomorfního, svalnatého mezomorfního a obézního endomorfního.



Obr. 15 Typy somatotypů [27]

- **Ektomorf:** postava má lineární kontury, je štíhlá a hubená, má dlouhé končetiny, dlouhé prsty a ruce. Její svalstvo je slabě vyvinuté a také kostra je slabá. Povrch těla je relativně velký, má málo tukových buněk.
- **Mezomorf:** Tento svalnatý typ se vyznačuje silnou kostrou, širokými rameny a úzkými boky.

- **Endomorf:** Má podsaditý a oblý tvar těla, poměrně silné kosti, krátké končetiny a prsty, velkou hlavu, širokou tvář a je celkově rozložitý. [28]

Body mass index (BMI)

Abychom vypočítali BMI potřebujeme znát svou aktuální hmotnost a výšku. Je nutné také zadat pohlaví, protože správné poměry se liší pro muže i ženy.

Po zadání všech vstupních informací se na kalkulačce objeví váš BMI index. Jeho číselná hodnota se většinou pohybuje v rozmezí 20-40 bodů. Na dané stupnici zjistíte, zda máte normální hmotnost, podváhu, nadváhu nebo velmi silnou nadváhu.

- **Normální váha** – zde nehrozí zdravotní rizika. Tento typ evidentně dodržuje správnou životosprávu.
- **Podváha** – zde mohou nastat závažná zdravotní rizika, jelikož podváha může být důsledkem vážných onemocnění, případně vědomého odmítání jídla (známého jako anorexie a bulimie). V kritických případech může dojít k selhání orgánů, mentální nevyrovnanosti, vypadávání vlasů u žen i k neplodnosti.
- **Nadváha** – příčinou nadváhy může být jednak špatný životní styl (což můžeme ovlivnit), nebo genetické predispozice (nemůžeme ovlivnit). K udržení ideální váhy je nutné mít vyrovnaný příjem a výdej. Chceme-li zhubnout, musí být výdej větší než příjem, a proto je důležitá kvalitní strava a dostatek pohybu. Při nadváze nám hrozí riziko infarktu, mrtvice nebo dalších závažných onemocnění.
- **Velmi silná nadváha** – sem patří obezita I. II. a III. stupně. Nadváha má výrazný vliv na kvalitu (a hlavně délku) našeho života, neboť těm, kteří trpí extrémní nadváhou, hrozí některá z „civilizačních chorob“, jako je vysoký krevní tlak, infarkt, mrtvice, cukrovka, popřípadě rakovina. [29]

Waist to hip ratio index (WHR)

Úkolem WHR indexu je vyhodnotit poměr mezi obvodem pasu a obvodem boků. Na základě výsledků WHR indexu zjistíme, zda je naše postava riziková, zda trpíme zdravotně nebezpečnou nadváhou, nebo nám hrozí nějaké civilizační onemocnění. Existují dva důvody horšího výsledku WHR indexu: špatná životospráva a genetika, nebo jejich kombinace.

WHR index – výpočet a vzorec

Vydělením obvodu pasu obvodem boků získáme WHR index.

WHR vzorec: WHR index = obvod pasu / obvod boků

	Periferní	Vyrovnaná	Centrální	Riziková
ženy	Méně než 0,75	0,75 až 0,80	0,80 až 0,85	Více než 0,85
muži	Méně než 0,85	0,85 až 0,90	0,90 až 0,95	Více než 0,95

Typy postavy

- **Periferní typ postavy** – který je také nazýván typ hruška, protože má mnohem menší obvod pasu než boků, na kterých se mu hromadí tuk. Vznik tohoto typu postavy podle WHR index bývá genetický. Tvarování postavy, hubnutí boků a hýždí vyžaduje velikou trpělivost, protože bojovat proti genetice je zdoluhavé.
- **Vyrovnaný typ postavy** – znamená, že vaše postava má optimální tvar a tuk v těle se ukládá rovnoměrně. I lidé tohoto typu mohou mít nadváhu a čeká je hubnutí. Například žena, která má WHR index 0,76 může mít jak obvod pasu 76 cm a boků 100 cm, tak i obvod pasu 100 cm a obvod boků 131 cm.
- **Centrální typ postavy** – u tohoto typu se hromadí většinou na břicho o něco více tuku než by bylo vhodné a obvod pasu je o něco menší než obvod boků.
- **Rizikový typ postavy** – mají ti, jejichž WHR index je větší než 0,85 (ženy) a 0,95 (muži). U těchto lidí se na břicho hromadí nepřiměřené množství tuku a hrozí jim riziko onemocnění civilizačními chorobami. Příčinou rizikového WHR bývá hlavně špatná životospráva. [30]

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

V této části je stručně popsán postup experimentů, které byly prováděny v laboratoři na Katedře oděvnictví a Mechaniky, pružnosti a pevnosti.

Cílem prvního experimentu bylo měřit tlak u 8 mužů a 8 žen během krátkodobého sezení v automobilové sedačce. Při druhém experimentu byla jednomu muži a jedné ženě měřena teplota dolních končetin při dlouhodobém sezení v automobilové sedačce.

8. Popis materiálů používaných při experimentu

V této kapitole stručně popisují materiály používané při experimentu.

Tlaková podložka XSENSOR X3

Při experimentu byla použita tlaková podložka XSENSOR X3 vyrobená firmou XSENSOR Technology Corporation, které slouží ke sledování a znázornění tlaku působícího na podložku. Podložku tvoří tenká měřicí deka, která pomocí husté sítě senzorů snímá tlak vyvíjený na lidské tělo a získaná data přenáší do počítače, k němuž je připojena. V první části experimentu bylo sledováno působení typických kontaktních tlaků při krátkodobém zatížení materiálu sedačky, na které byla položena podložka XSENSOR X3, sedící osobou. Viz obr. č. 17



Obr. 16 XSENSOR X3

Povrch podložky tvoří čtvercová síť, ve které se nacházejí standardní senzory PX100: 48.48.02 (0,014-0,28 kg/cm² / 1,38-27,57 kPa) a plocha tlakové podložky je 60,9cm-60,9cm. Počet senzorů XSENSOR X3 je 2 304, každý z nich zaujímá plochu o rozměru 1,61 cm². Tyto senzory snímají tlak a přenášejí ho do počítače, kde se nám ukážou naměřené hodnoty. Měření si můžeme nahrát a jeho průběh sledovat na monitoru, kde se nám mění barevné zobrazení. Když měření ukončíme nebo ho přerušíme, můžeme si naměřenou tlakovou mapu zobrazovat v různých režimech, v 2D tak 3D nebo také jako grafy.

Vedle údajů o tlaku, poznámek, připojených obrázků nebo video snímků a souborů označovaných jako „sessions“, si všechny získané údaje o tlakovém poli systém XSENSOR X3 ukládá ve vlastním formátu. Jestliže označíme místo, které chceme spočítat, program Xsensor X3 nám umí sám spočítat plochu, ale zároveň nám vyhodnotí průměrnou naměřenou hodnotu tlaku v jednotkách, které jsme si předem nastavili. [31]

Bezdrátová monitorovací jednotka postavená na platformě FlexiGuard

Pohled na sadu 2 snímacích jednotek se senzorovými jednotkami pro snímání tepové frekvence tepoty.



Obr. 17 Bezdrátová monitorovací jednotka

Termokamera Flir P65

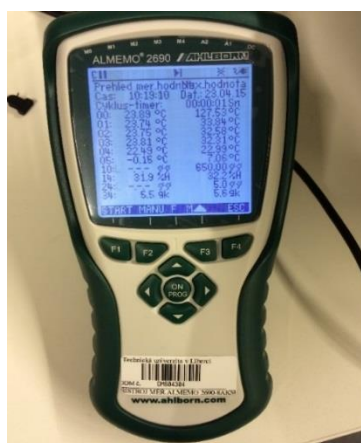
Kamera má vysokou teplotní citlivost (0,08 °C), vysokou kvalitu zobrazení (320 x 240), lze ji používat za jakéhokoli počasí pro snímání předmětů o teplotě od -40 do +2000 °C. [32]



Obr. 18 Termokamera Flir P65

Ahlborn

Při dlouhodobém měření byla použita technika AHLBORN, systému ALMEMO, která byla připojena na čidlo měřící teplotu dolních končetin. Na displeji bylo možné odečíst naměřené hodnoty a ty byly přeposlány do PC. [33]



Obr. 19 Ahlborn 2690

Autosedačka

Sedačka vznikla v rámci projektu „Nové technologie a speciální komponenty strojů“ v rámci operačního programu „Výzkum a vývoj pro inovace“, v sekci „Praktické uplatnění pneumického pružinového prvku“. Je výsledkem práce řešitelského týmu vedeného Ing. Davidem Cirklem, Ph.D.

System umožňuje kontinuální změnu tlakové špičky v rozmezí několika desítek procent. Elektropneumatický zpětnovazební obvod zajišťuje dostatečně rychlou odezvu na požadavky uživatele.

Sedadlo může být pohodlné při krátkých jízdách, při delší jízdě bychom však měli preferovat pevnější oporu sedáku. U experimentálního sedáku lze najít obojí. Jízdu lze započít s měkkým režimem sedáku a s narůstajícím časem dojde k jeho automatickému vytvrzení.

V principu sedák pracuje dvěma způsoby. Řídicí systém umožňuje nastavit jeho fixní tuhostní charakteristiku nebo se snaží udržet konstantní průměrný tlak v kontaktní ploše. System automaticky reaguje na změny polohy sedící osoby.



Obr. 20 Experimentální autosedačka

NTC-čidla teploty

Při experimentu byla použita NTC-čidla typu FN0001K, která vyhovují co se týče přesnosti. Mají rozsah $-20 + 100^{\circ}\text{C}$, rozlišení $0,01^{\circ}\text{C}$, přesnost $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ v rozsahu 0 až 70°C . Pro připojení k přístroji byl použit konektor ZA9030FS, ale bylo nutné jej přeprogramovat na rozsah NTC. K jednomu konektoru bylo možné připojit 2 NTC-čidla, která byla přilepena na kůži samolepicí páskou. [33]



Obr. 21 NTC-čidla teploty

9. Měření krátkodobého sezení

Teplota místnosti byla 21°C± 5°C vlhkost 50%. Pomocí počítače jsme nastavili sedačku na hodnotu tlaku Kp_0, proband se posadil, pak vstal a sedačka byla nastavena na Kp_25, proband se posadil a proběhlo měření. Opět jsme nastavili sedačku na Kt_0 a celý proces s měřením se opakoval. Potřetí se vše opakovalo s nastavením sedačky na Kt_25.

Charakteristika probanda

Na počátku experimentu byly změřeny a zaznamenány tělesné míry a váhy probandů (obvod pasu, obvod sedu, váha a výška), abychom mohli spočítat BMI a WHR index. Výsledná měření mužů jsou uvedena v tabulce 1 a žen v tabulce 2.

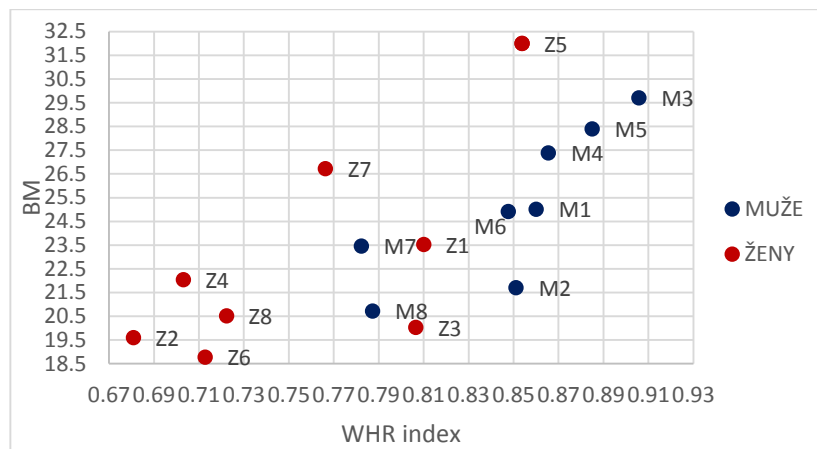
Tab. 1 Tělesné údaje mužů

MUŽI	Váha (kg)	Výška (m)	os (cm)	op (cm)	BMI	WHR index
M1	74	1,72	100	86	25	0,86
M2	62	1,69	94	80	21,7	0,85
M3	92	1,76	106	96	29,7	0,9
M4	81	1,72	104	90	27,3	0,86
M5	92	1,8	113	100	28,3	0,88
M6	89	1,89	105	89	24,9	0,84
M7	76	1,8	101	79	23,4	0,78
M8	62	1,73	94	74	20,7	0,78

Tab. 2 Tělesné údaje žen

ŽENY	Váha (kg)	Výška(m)	os (cm)	op (cm)	BMI	WHR index
Z1	58	1,57	100	81	23,5	0,81
Z2	54	1,66	94	64	19,5	0,68
Z3	50	1,58	93	75	20,1	0,81
Z4	60	1,65	101	71	22	0,7
Z5	85	1,63	123	105	31,9	0,85
Z6	53	1,68	94	67	18,7	0,71
Z7	65	1,56	107	82	26,7	0,76
Z8	60	1,71	90	65	20,5	0,72

Porovnání závislosti mezi BMI a WHR indexem. Na svislé ose jsou hodnoty BMI, na vodorovné ose údaje WHR indexu. Graf 1. Závislost BMI indexu na WHR indexu.



Obr. 22 Graf Závislost BMI indexu na WHR indexu.

Metodika měření

Na autosedačku byla položena podložka Xsensor X3, pomocí které byl měřen tlak, a ta byla připojena k počítači.

Sedačka byla seřízena, aby simulovala sezení v automobilu. Noha řidiče svírala při sezení v podkolení a v nártu 115° (viz kapitola „Zdravotní rizika při dlouhodobém sezení za volantem“).

Na autosedačce jsme nastavili maximální (25) tlak a minimální (0) tlak a maximální (25) tuhost a minimální (0) tuhost.

Každý proband se posadí postupně na všechny výplně tak, aby splňoval požadavky, které byly předem stanovené:

- hlava je rovně
- kolena jsou 25 cm od sebe
- Nohy svírají úhel 115°
- zadní opěradlo svírá se sedačkou 120°
- ruce jsou volně



Obr. 23 Proband

Výsledky

V následující tabulce vidíme výsledky měření krátkodobého sezení mužů a žen při Kp₀ a Kp₂₅. Byla měřena plocha pozadí probanda, průměrný tlak na podložku, síla a maximální tlak v měřené oblasti a vypočítány změny tlaku.

$$\Delta p = \frac{Kp_{25} - Kp_0}{Kp_0} * 100\% \qquad \Delta p = \frac{Kt_{25} - Kt_0}{Kt_0} * 100\% \qquad (1)$$

Tab. 3 Výsledky měření krátkodobého sezení mužů při rozdílném nastavení sedáku

M	Kp/Kt	Plocha (cm ²)	tlak (kPa)	Síla (N)	Max. tlak (kPa)	Δp %
M1	Kp0	1588,94	4,76	689,08	11,33	12,88
M1	Kp25	1578,78	4,98	696,82	12,79	
M1	Kt0	1615,08	4,6	684,65	10,02	0,09
M1	Kt25	1546,72	4,69	658,38	10,03	
M2	Kp0	1811,71	5,28	901,75	18,72	17,52
M2	Kp25	1824,43	5,71	946,37	22	
M2	Kt0	1819,91	5,14	876,77	14,23	28,88
M2	Kt25	1816,76	5,17	879,71	18,34	
M3	Kp0	1261,89	4,62	547,17	15,62	31,17
M3	Kp25	1268,63	4,86	574,75	20,49	
M3	Kt0	1274,36	4,86	580,51	19,86	43,95
M3	Kt25	1183,15	4,88	544,03	28,59	
M4	Kp0	1848,33	4,92	893,74	11,82	8,96
M4	Kp25	1847,7	5	905,1	12,88	
M4	Kt0	1760,26	4,69	789,39	11,07	9,48
M4	Kt25	1818,05	5,06	907,82	12,12	
M5	Kp0	1769,21	5,47	965,38	21,61	29,5
M5	Kp25	1755,6	5,93	1036,28	28	
M5	Kt0	1785,94	5,22	921,47	22,03	-1,08
M5	Kt25	1711,3	5,66	984,56	21,79	

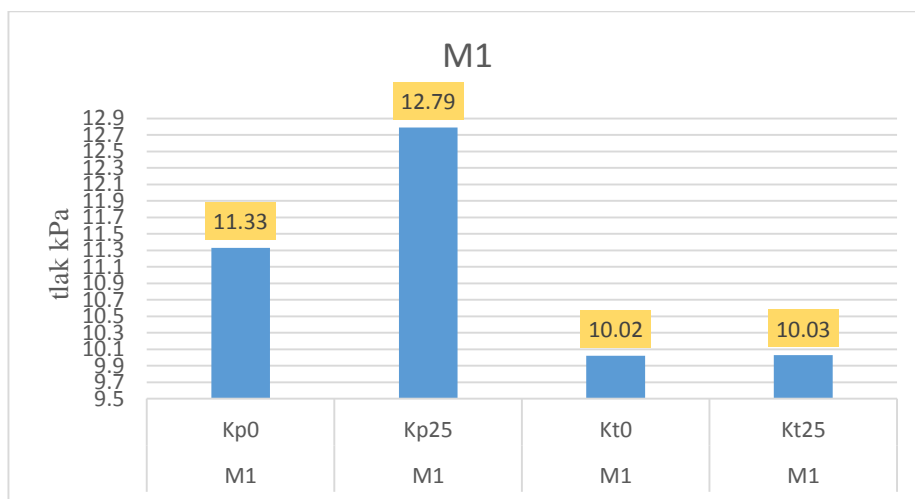
M6	Kp0	1363,24	5,1	721,9	13,67	22,97
M6	Kp25	1355,76	5,28	734,21	16,81	
M6	Kt0	1417,27	5,23	764,71	15,92	8,1
M6	Kt25	1327,16	5	688,35	17,21	
M7	Kp0	1396,53	5,03	662,73	13,54	5,83
M7	Kp25	1402,05	5,14	685,25	14,33	
M7	Kt0	1407,03	4,88	638,76	13,43	0,67
M7	Kt25	1391,3	4,98	656,72	13,52	
M8	Kp0	1294,31	4,56	555,24	29,2	0,27
M8	Kp25	1323,53	4,72	595,18	29,28	
M8	Kt0	1294,96	4,37	533,44	12,85	17,78
M8	Kt25	1253,12	4,54	542,04	29,27	

Tab. 4 Výsledky měření krátkodobého sezení žen při rozdílném nastavení sedáku

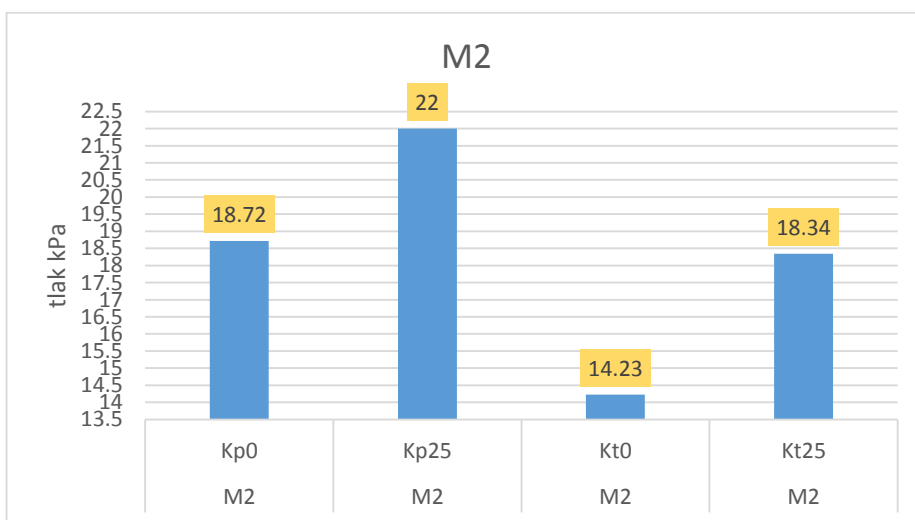
Z1	Kp0	1061,89	4,9	476,59	10,57	2,64
Z1	Kp25	1064,86	5,04	494,99	10,85	
Z1	Kt0	1074,29	4,83	495,54	11,75	-4,51
Z1	Kt25	1046,63	4,98	473,2	11,22	
Z2	Kp0	1116,11	4,99	543,95	10,67	2,43
Z2	Kp25	1110,7	5,15	529,5	10,93	
Z2	Kt0	1066,79	4,83	477,98	10,13	5,33
Z2	Kt25	1065,31	4,7	489,21	10,67	
Z3	Kp0	985,23	5,15	506,41	16,58	10,91
Z3	Kp25	976,9	5,26	527,07	18,39	
Z3	Kt0	898,49	4,87	439,53	14,82	17,61
Z3	Kt25	907,39	4,64	437,68	17,43	
Z4	Kp0	1102,85	4,97	543,75	12,25	7,75
Z4	Kp25	1098,26	5,03	516,88	13,2	
Z4	Kt0	1246,84	4,86	592,18	10,28	19,55
Z4	Kt25	1126,48	5,1	538,09	12,29	
Z5	Kp0	1999,27	5,04	1007,47	14,84	29,04
Z5	Kp25	1996,68	5,04	1006,46	19,15	
Z5	Kt0	1902,07	4,91	933,34	11,75	33,27
Z5	Kt25	1910,43	5,07	973,74	15,66	
Z6	Kp0	1522,57	5,17	787,07	12,27	-2,2
Z6	Kp25	1601,94	4,97	796,05	12	
Z6	Kt0	1589,83	4,48	712,04	11,73	-4,51
Z6	Kt25	1053,17	4,62	488,45	11,2	
Z7	Kp0	1522,57	5,17	787,07	18,13	16,16
Z7	Kp25	1601,94	4,97	796,05	21,06	
Z7	Kt0	1589,83	4,48	712,04	15,47	34,45
Z7	Kt25	1715,37	4,5	772,48	20,8	
Z8	Kp0	1190,78	5,32	633,44	12	-2,2
Z8	Kp25	1186,83	5,5	652,39	11,73	

Z8	Kt0	1230,55	5,5	676,82	11,2	-4,51
Z8	Kt25	1156,02	5,32	614,43	11,2	

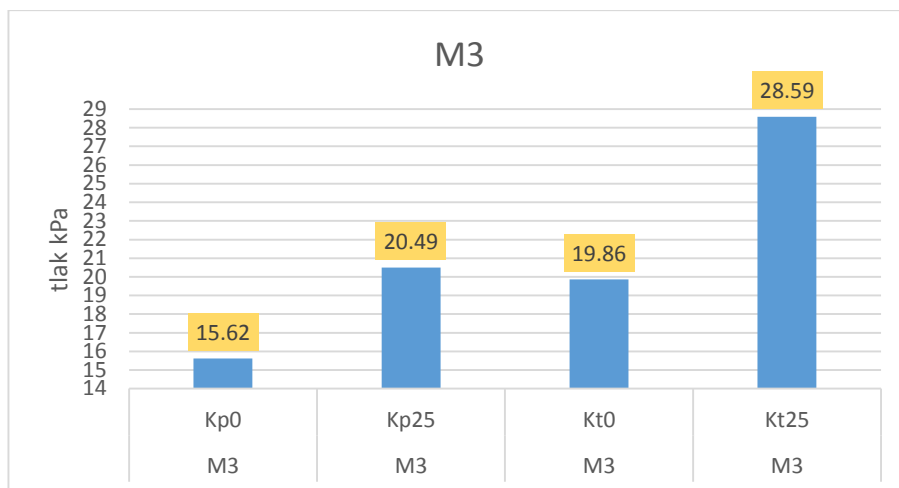
Graf byl sestaven podle dat, která byla získána v experimentu krátkodobého sezení všech probandů při maximálním tlaku na podložku.



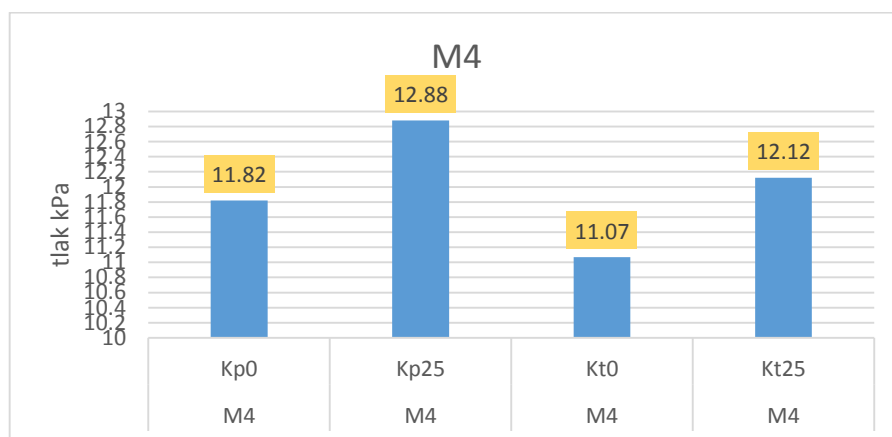
Obr. 24 Graf měření M1 při max. tlaku



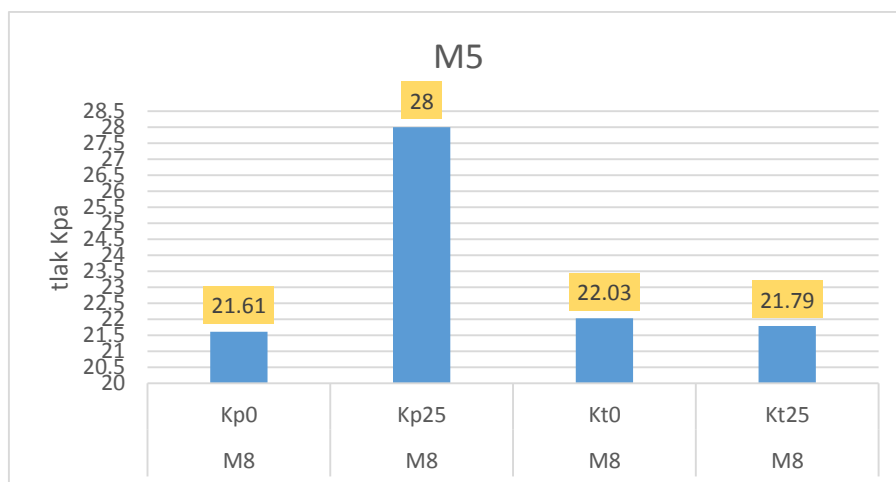
Obr. 25 Graf měření M2 při max. tlaku



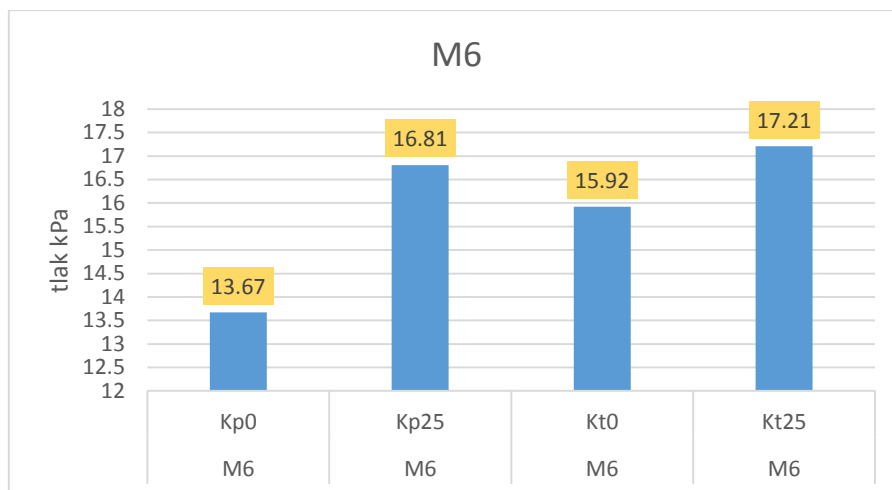
Obr. 26 Graf měření M3 při max. tlaku



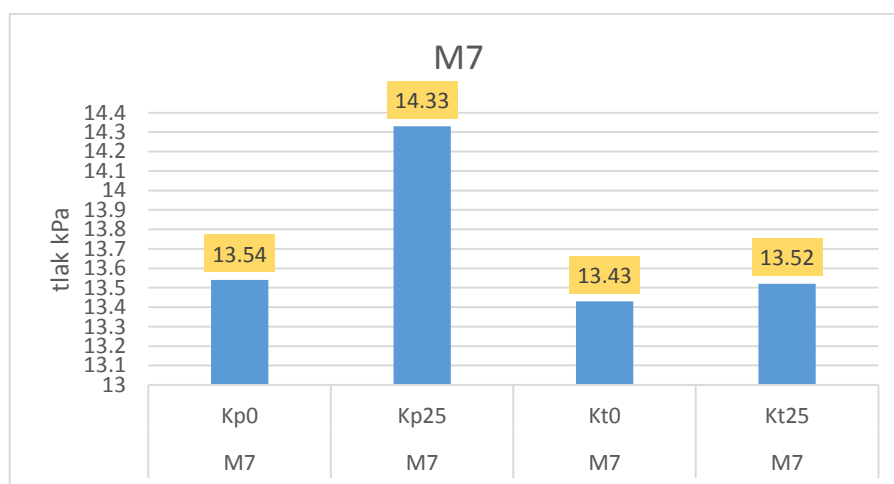
Obr. 27 Graf měření M4 při max. tlaku



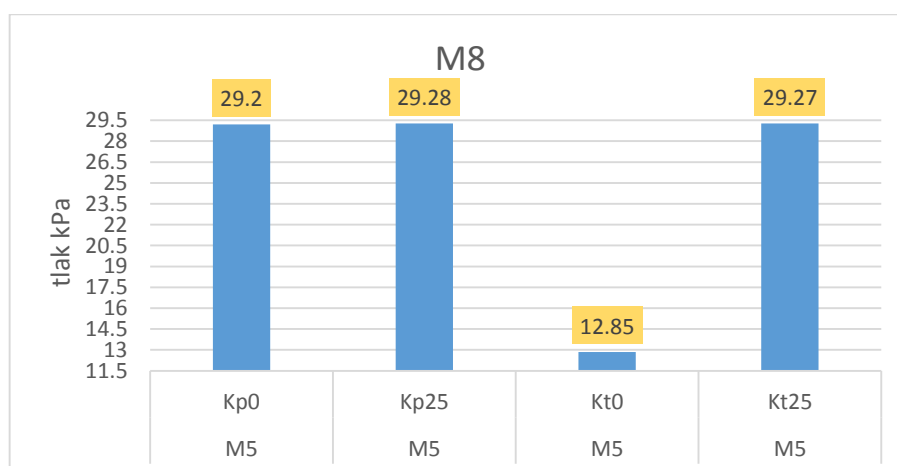
Obr. 28 Graf měření M5 při max. tlaku



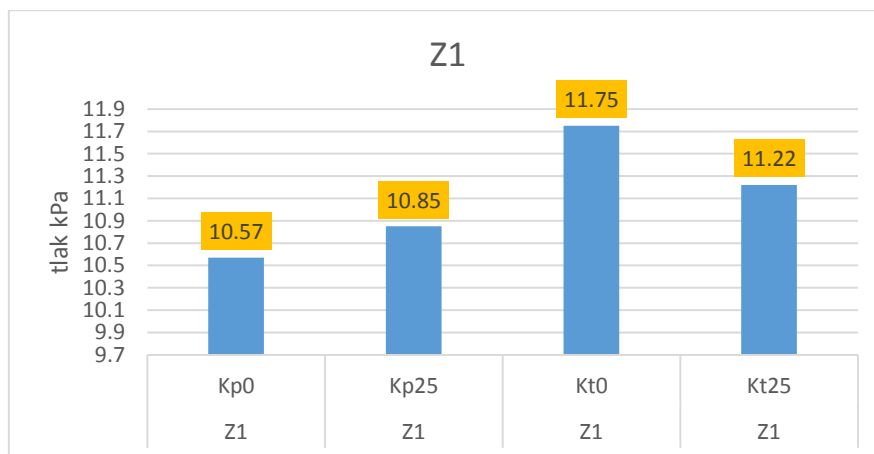
Obr. 29 Graf měření M6 při max. tlaku



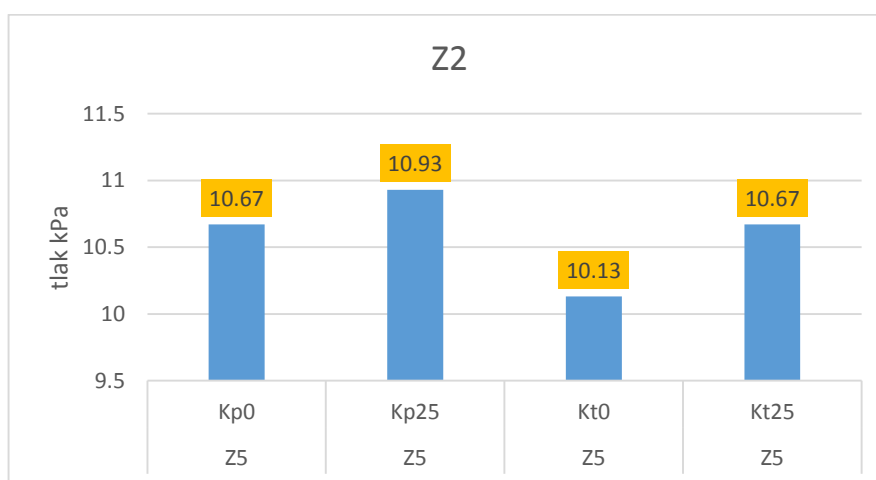
Obr. 30 Graf měření M7 při max. tlaku



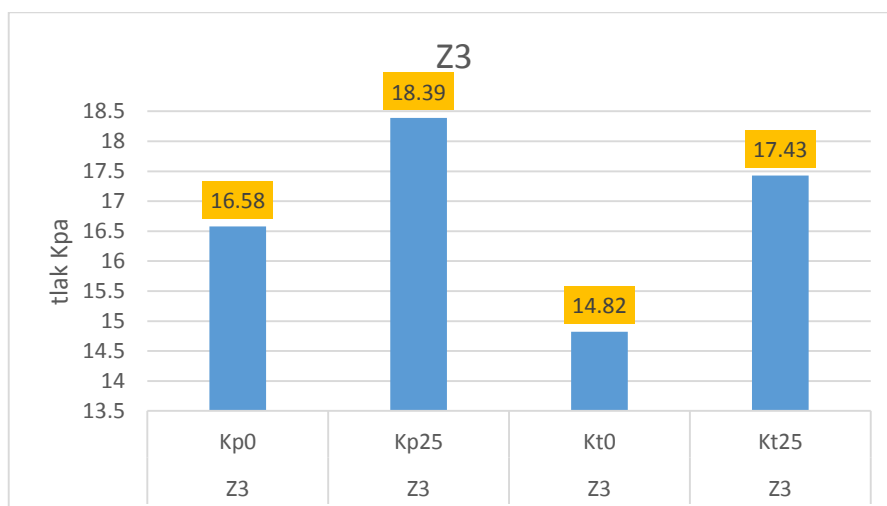
Obr. 31 Graf měření M8 při max. tlaku



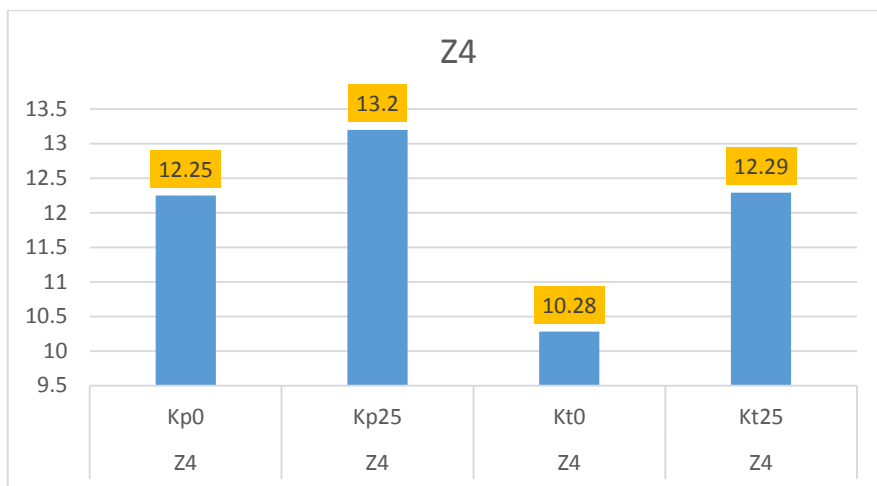
Obr. 32 Graf měření Z1 při max. tlaku



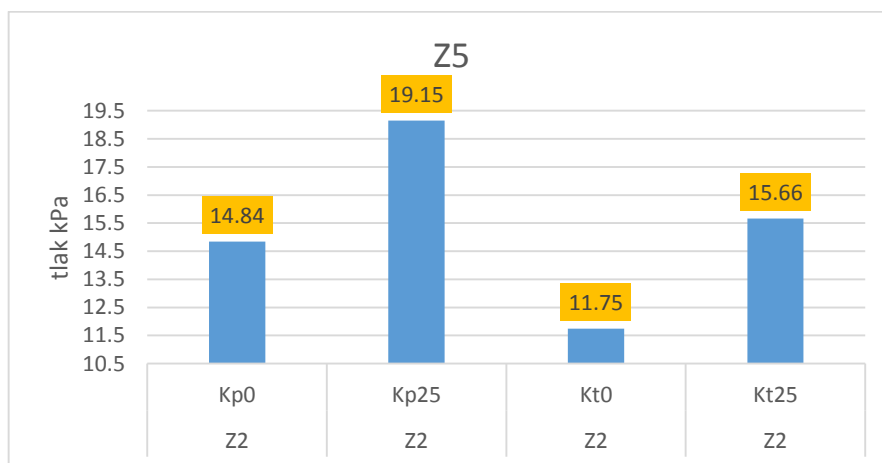
Obr. 33 Graf měření Z2 při max. tlaku



Obr. 34 Graf měření Z3 při max. tlaku



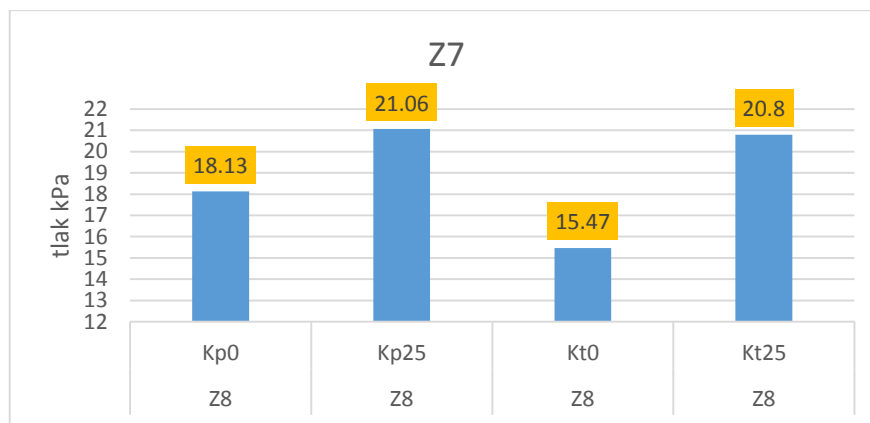
Obr. 35 Graf měření Z4 při max. tlaku



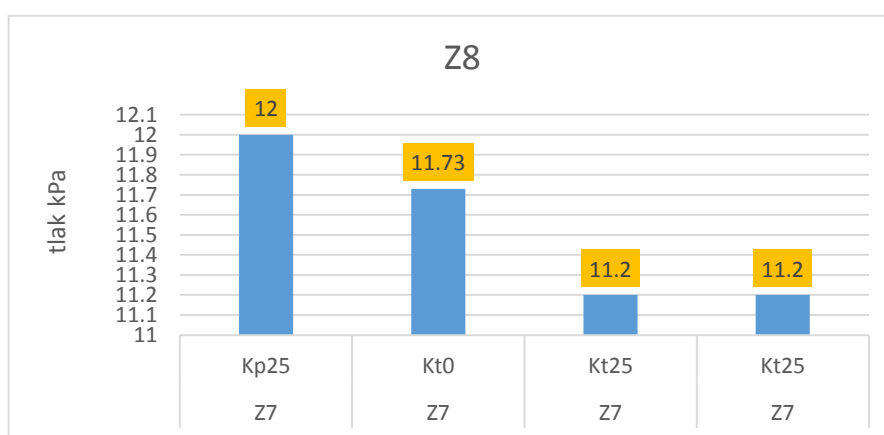
Obr. 36 Graf měření Z5 při max. tlaku



Obr. 37 Graf měření Z6 při max. tlaku



Obr. 38 Graf měření Z7 při max. tlaku

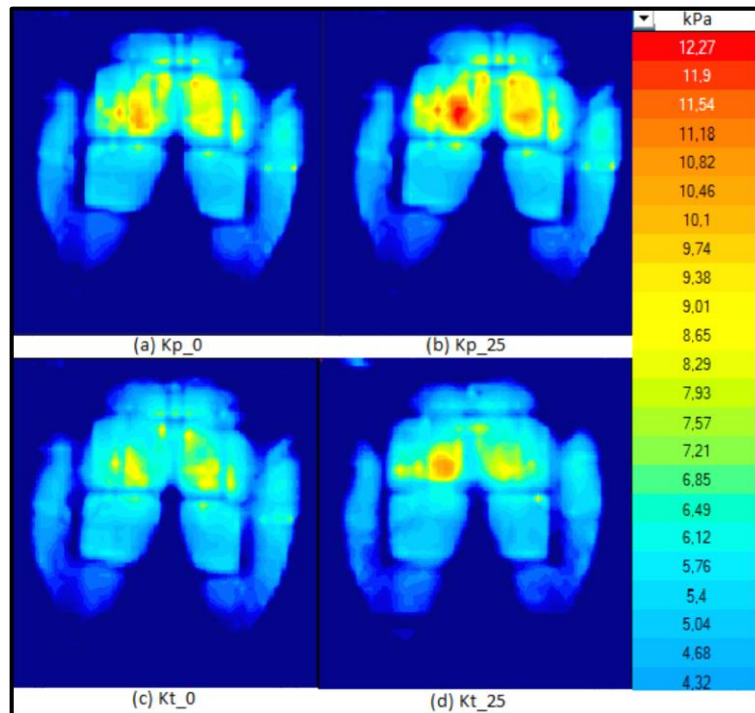


Obr. 39 Graf měření Z8 při max. tlaku

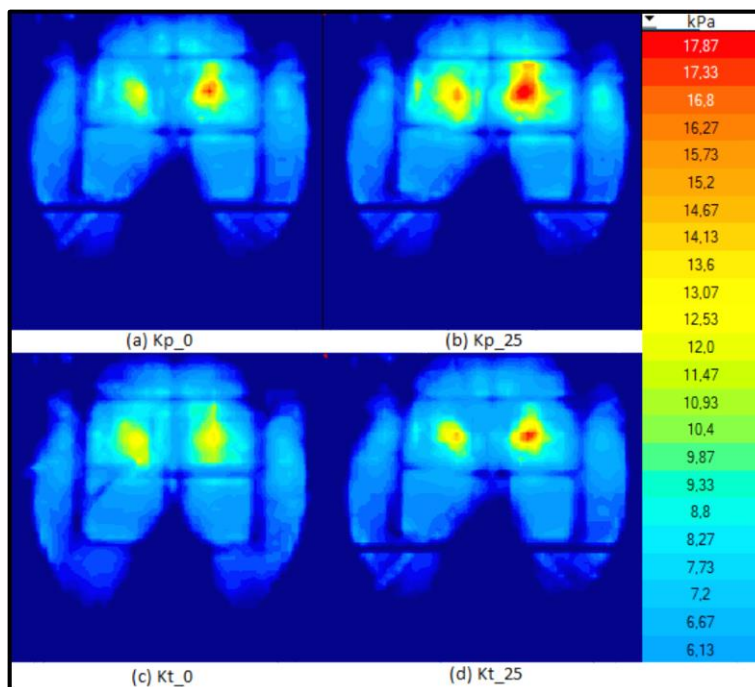
Podle těchto výsledků byl nakreslen graf v 2D.

V programu Xsencer X3 byl nastaven každý snímek na škálu, kde jsou hodnoty síly v kPa. Stupnice je společná pro všechny snímky. Porovnávány byly Kp_0 a Kp_25, Kt_0 a Kt_25. Postup byl stejný pro muže i ženy. Následující grafy zobrazují naměřená tlaková pole všech probandů.

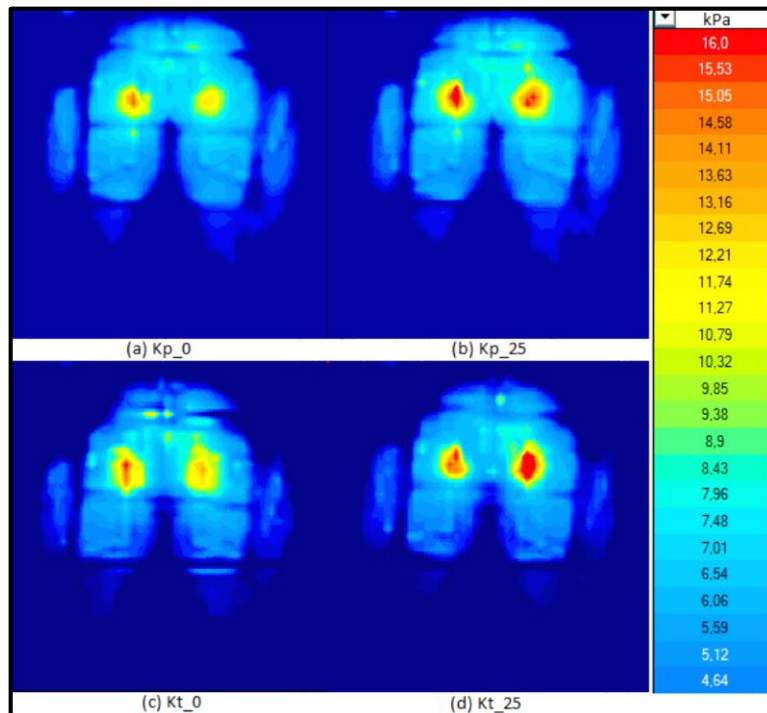
Tlakové pole pro muže



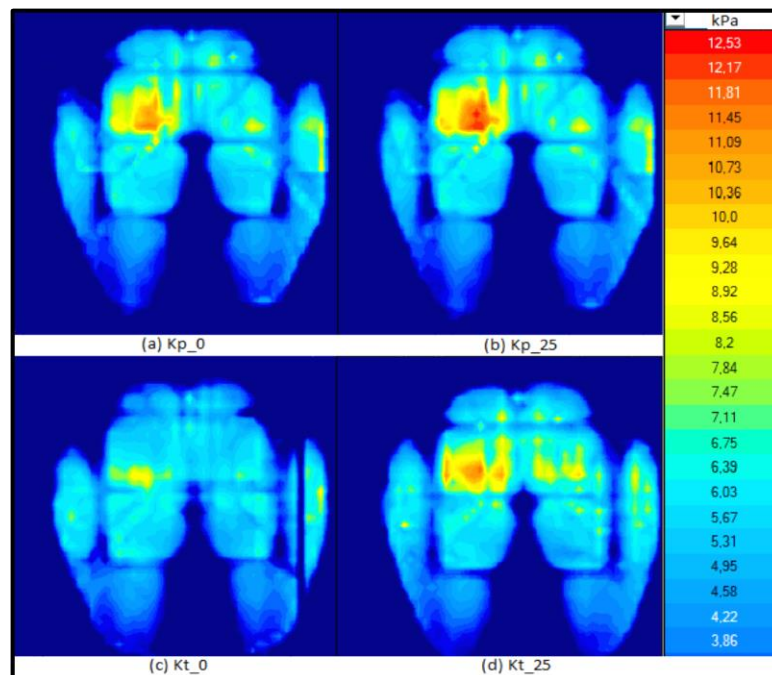
Obr. 40 Tlakové pole M1



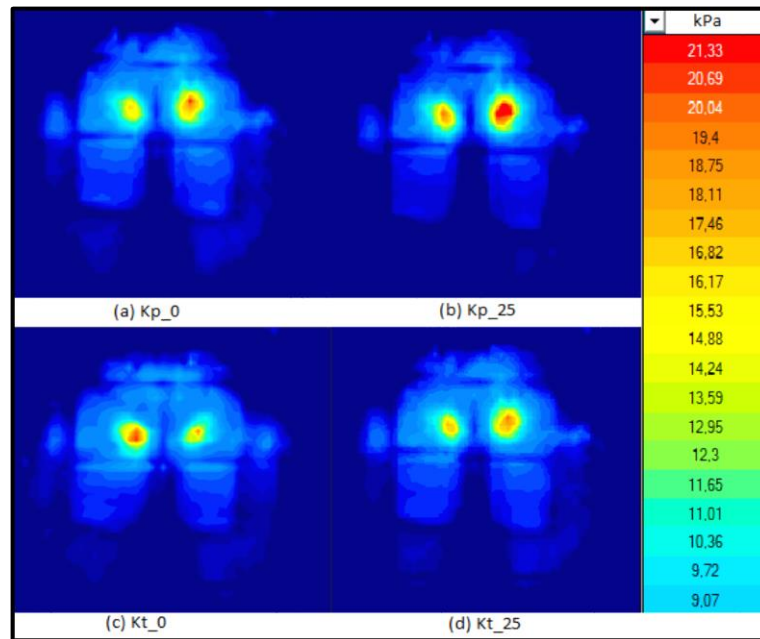
Obr. 41 Tlakové pole M2



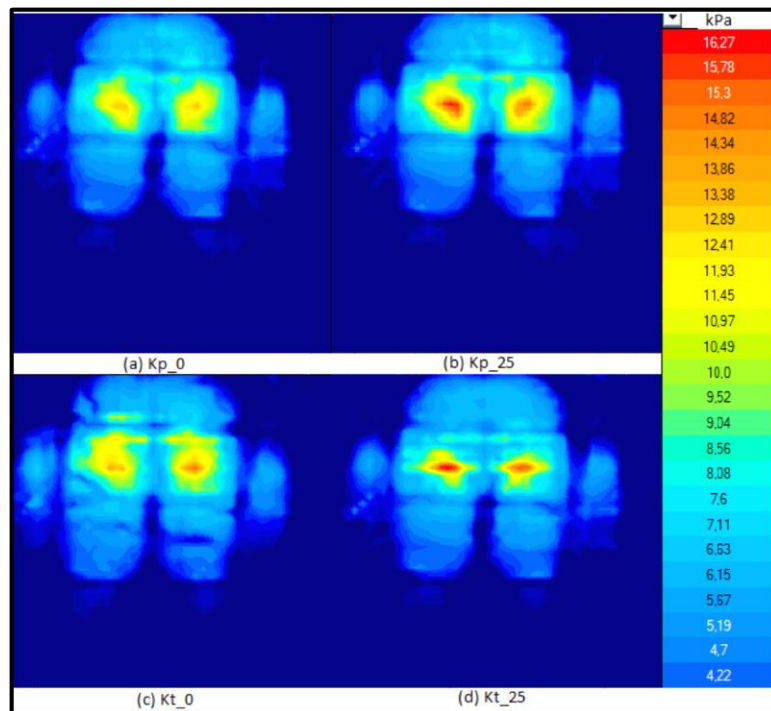
Obr. 42 Tlakové pole M3



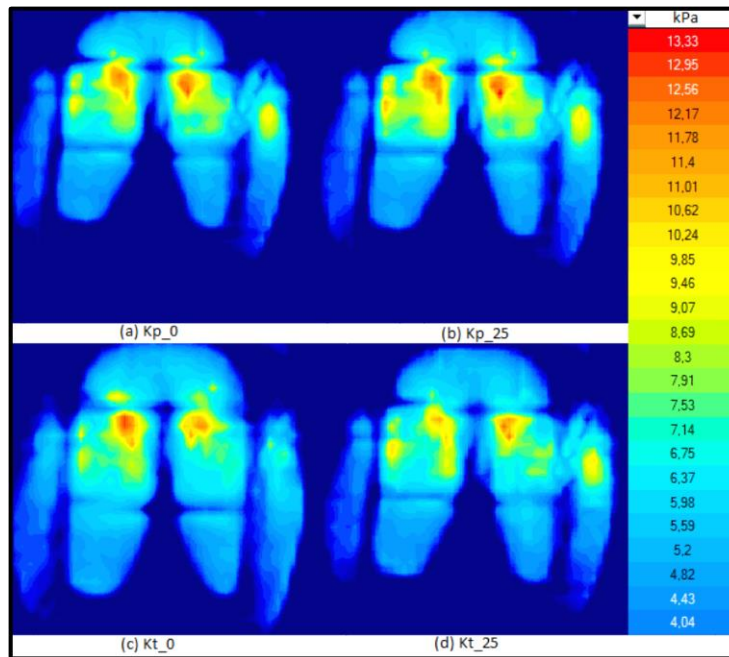
Obr. 43 Tlakové pole M4



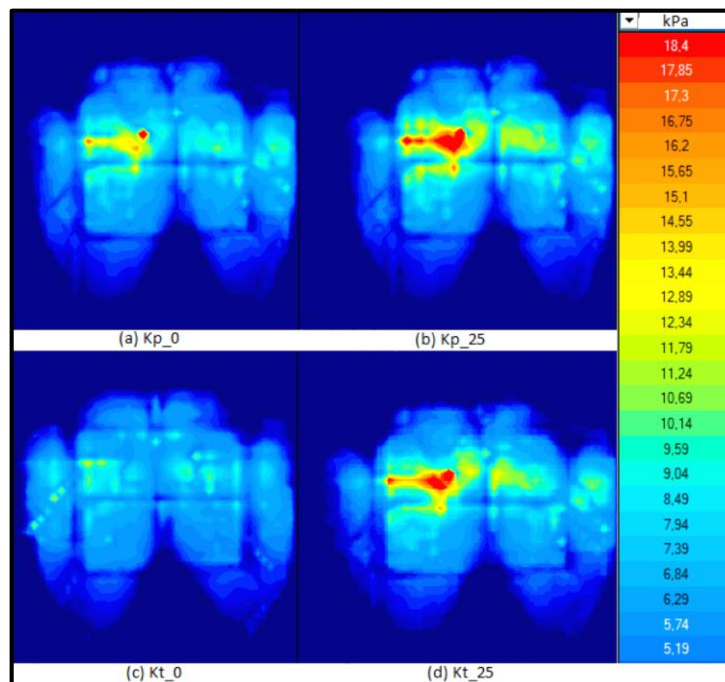
Obr. 44 Tlakové pole M5



Obr. 45 Tlakové pole M6

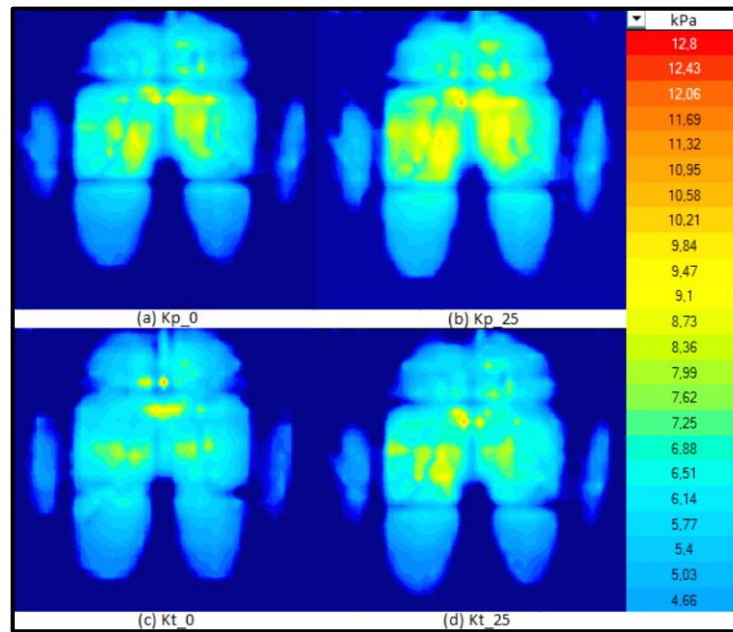


Obr. 46 Tlakové pole M7

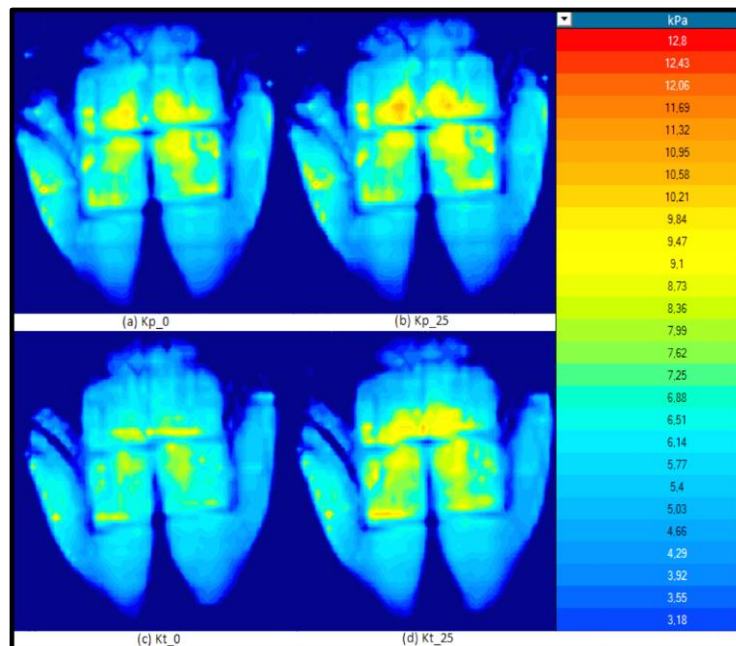


Obr. 47 Tlakové pole M8

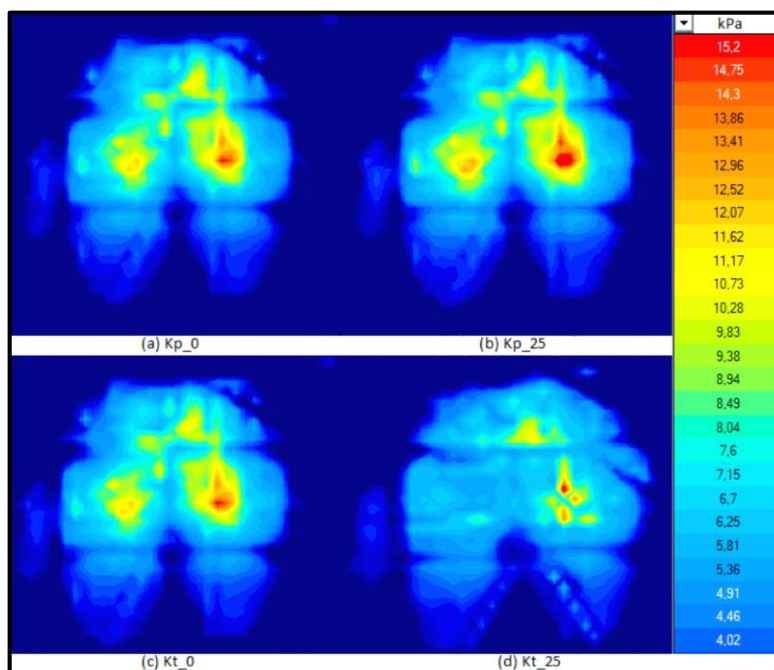
Tlakové pole pro ženy



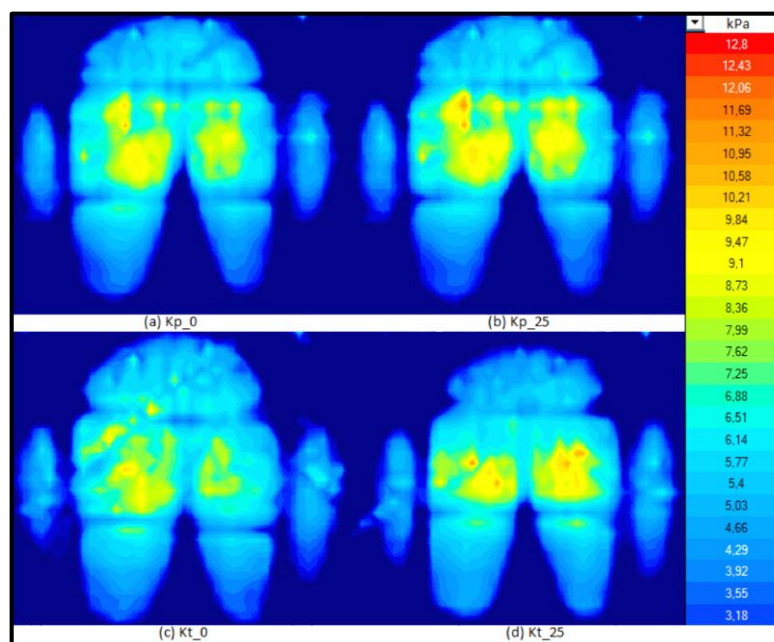
Obr. 48 Tlakové pole Z1



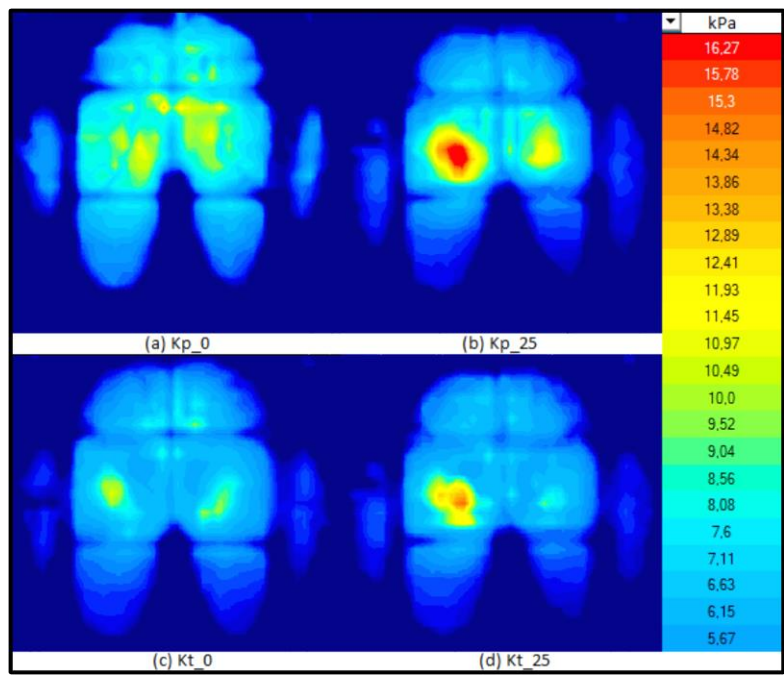
Obr. 49 Tlakové pole Z2



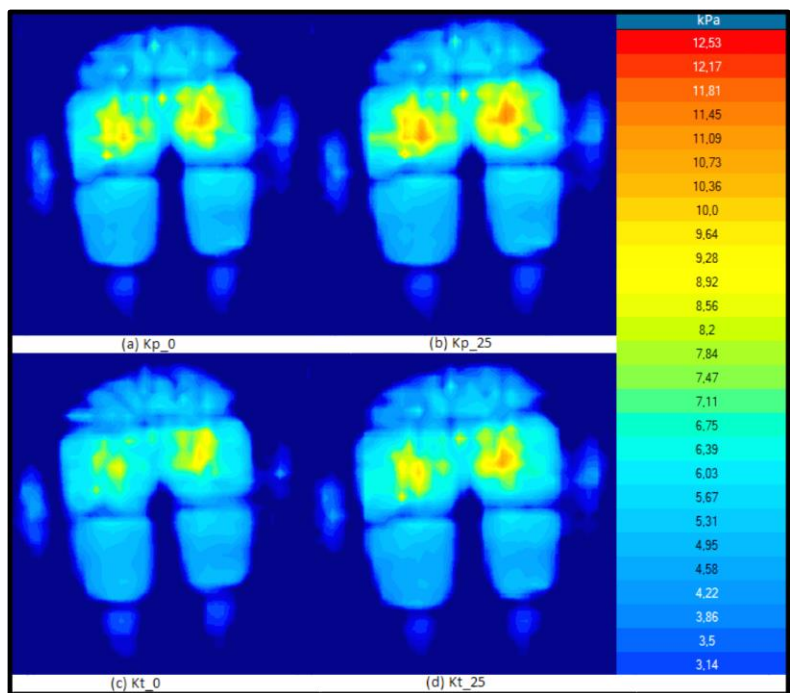
Obr. 50 Tlakové pole Z3



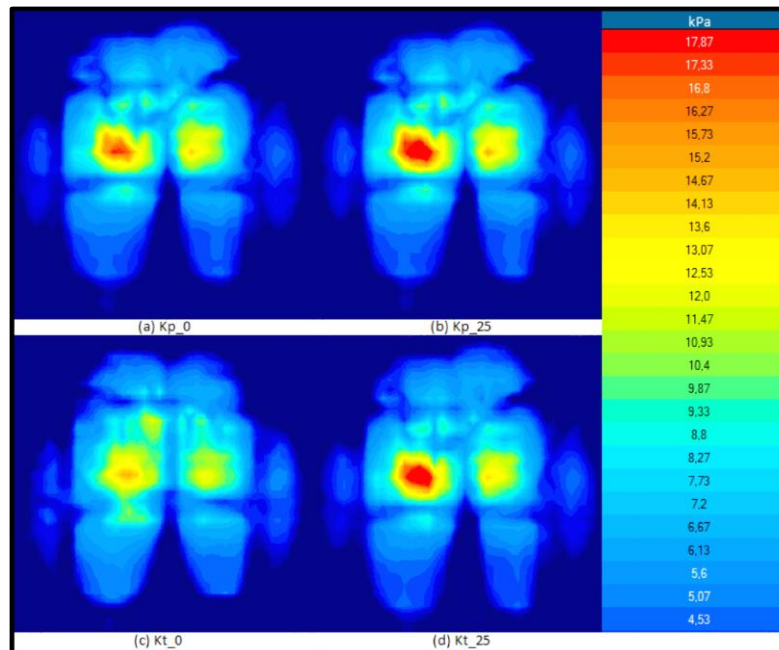
Obr. 51 Tlakové pole Z4



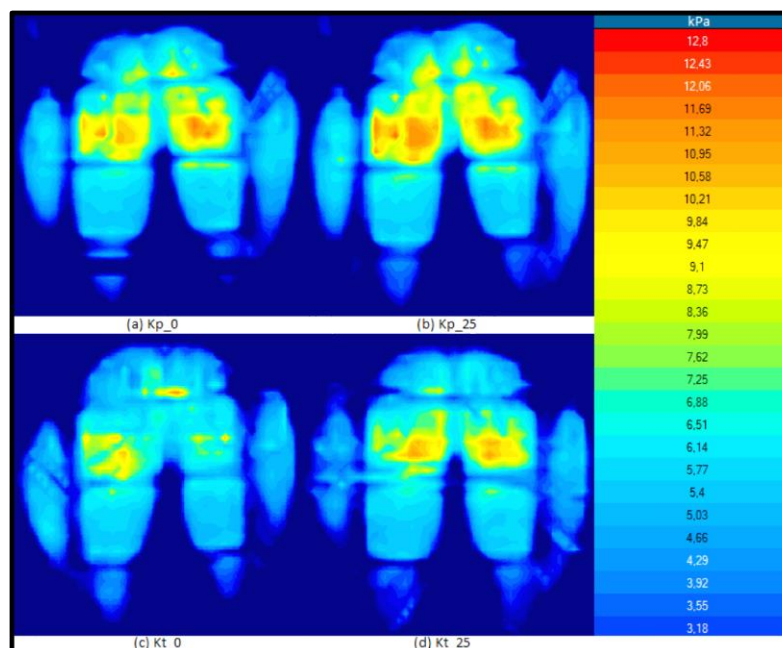
Obr. 52 Tlakové pole Z5



Obr. 53 Tlakové pole Z6



Obr. 54 Tlakové pole Z7



Obr. 55 Tlakové pole Z8

Shrnutí dosazených výsledků z krátkodobého měření

Na obrázku 40-55 jsou zobrazeny z analýzy snímky rozložení tlaků při sezení na automobilové sedačce, které byly pořízeny pomocí XSENZORU X3. Při různém nastavení sedačky je měřený tlak zobrazen na společné stupnici. Z analýzy tlakového pole muže a ženy je zřejmé, že výsledky se od sebe nepatrně liší. Tato skutečnost je dána zejména tělesnými proporcemi jednotlivých probandů. U mužů M3 a M5 je

z obrázků 42 a 44 zřejmé, že tlak na podložku je největší. U žen je největší tlak na podložku u Z5 a Z7, jak je vidět z obrázků 52 a 54.

U 16 probandů byly vyhodnoceny změny tlaku při Kp_0 a Kp_25, Kt_0 a Kt_25. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 3 a 4. U všech probandů byla vypočtena maximální změna tlaku a lze konstatovat následující:

- vyšší hodnoty změny tlaku jsou u muže M3 a M5 u ženy Z5 a Z7,
- tito probandi mají také max. index BMI a WHR.

Měřením pomocí tlakové podložky se potvrdilo, že rozložení tlaku závisí nejen na tělesných proporcích, jak by se dalo předpokládat, ale důležitý je také tvar sedadla a výška, ve které je sedadlo umístěno. Průběh tlakových map může být také ovlivněn dalším faktorem, a tím je způsob, jakým osoby sedí na testovaném sedadle.

10. Měření dlouhodobého sezení

Ve druhé části experimentu byla měřena teplota dolních končetin při dlouhodobém sezení.

Tab. 5 Seznam testů, použité vybavení, režim sedáku

Test	Termokamera	Teploměr NTC – čidla	Režim sedáku
1	X	X	Standartní tuhost sedáku
2	X	X	Dynamická změna tuhosti sedáku
3		X	Standartní tuhost sedáku
4		X	Dynamická změna tuhosti sedáku
5		X	Standartní tuhost sedáku
6		X	Dynamická změna tuhosti sedáku

Vyhodnocení termogramu

Pro test 1 a 2 byla použita termokamera pro sledování teplotního pole v průběhu experimentu. Pro test 1 a 2 byla připravena kamera, připojeny termočlánky k měřicí ústředně Alhborn a ta byla spojena s počítačem. Když bylo vše připraveno, na tělo probanda bylo přilepeno 6 teploměrů: na každou nohu 2, na sedací část těla 1 a do podpaží také 1. Druhé konce termočlánků byly připojeny k záznamovému zařízení Alhborn. Proband seděl na sedačce celkem 3 hodiny.

Snímky z dlouhodobého měření dolních končetin digitální kamerou byly zařazeny do programu „ThermaCAM Researcher Professional“. Měření probíhalo tři hodiny a každé dvě minuty vznikl snímek. Vybrány byly pouze tři: ze začátku měření, uprostřed a na konci. Na obrázcích 56-58 je test 1, na 59-61 test 2.

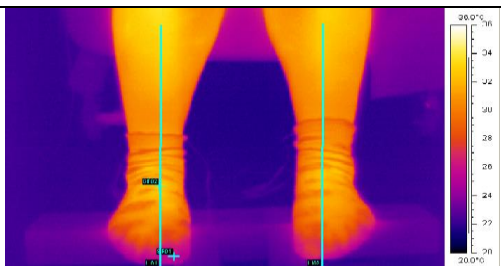
Na každém obrázku vede středem nohy kolmice a na ní jsou označeny dva body: SP1 (nejmenší teplota sledovaného objektu) a SP2 (nejvyšší teplota sledovaného objektu).

Podle těchto obrázků byl nakreslen graf. Z programu „ThermaCAM Researcher Professional“ byla přenesena data do excelu, spočítán průměr těchto dat a sestaven graf.

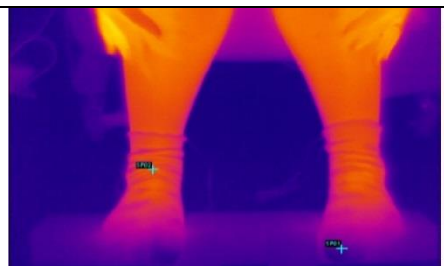
Na grafu č. 18 (T1) – sezení na sedáku se standartní tuhostí - vidíme, že teplota dolních končetin od začátku až do konce měření postupně klesala. Dokazují to snímky pořízené termokamerou číslo 56 a 58. Ze všech snímků pořízených termokamerou je vidět, že min. teplota dolních končetin byla 20⁰C a max. 36⁰C.

Na grafu č. 19 (T2) – sezení na sedáku s dynamickou změnou tuhosti –výsledky jsou podobné, teplota dolních končetin klesá od začátku až do konce měření. Viz snímky 59 a 61.

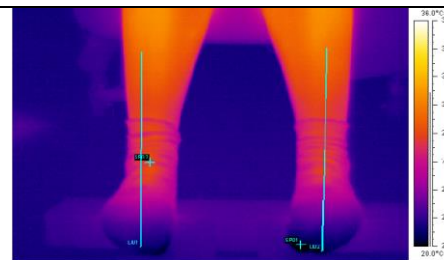
Výsledky z termokamery



Obr. 56 Termosnímek začátek

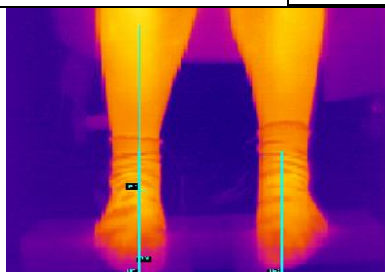


Obr. 57 Termosnímek uprostřed

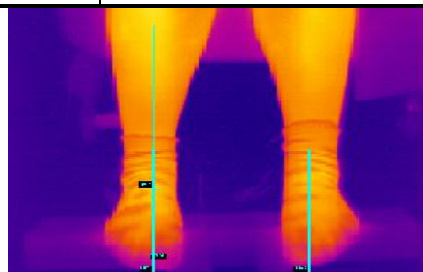


Obr. 58 Termosnímek konec

	0 min.	80min.	160min.
SP1	=25,7	=21,6	= 21,2
SP2	=33,0	=29,6	= 27,9



Obr. 59 Termosnímek začátek

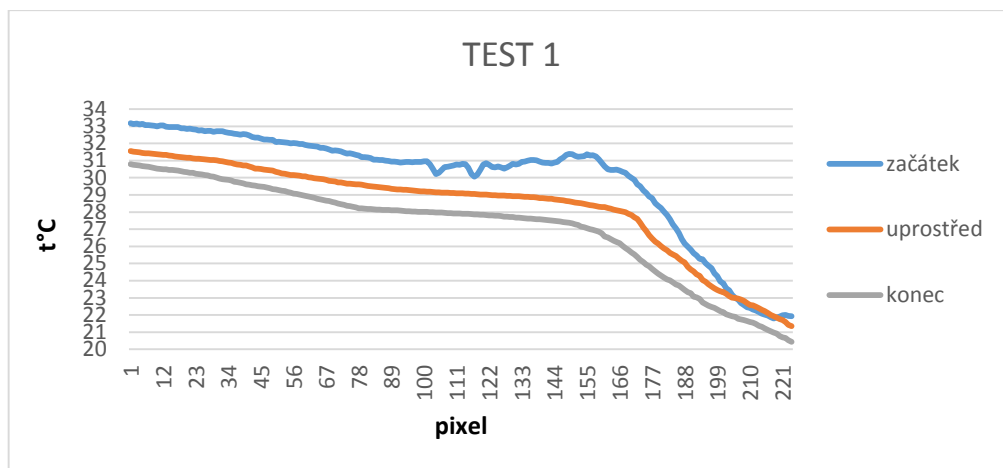


Obr. 60 Termosnímek uprostřed

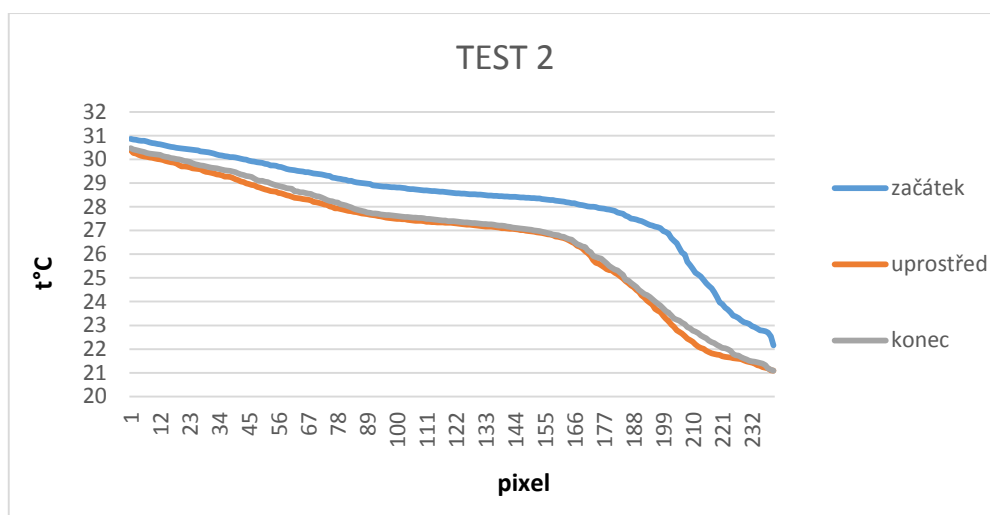


Obr. 61 Termosnímek konec

	0 min.	80min.	160min.
SP1	=22,2	=22,6	=20,2
SP2	=32,4	=29,0	=27,6



Obr. 62 Graf Test 1



Obr. 63 Graf Test 2

Vyhodnocení dotazníků

Pro test 3-6 probíhalo měření pomocí termočlánků, ale bez kamery. Jakmile začalo měření pro testy 3 až 6, byly rozdány probandům dotazníky, ve kterých měli doplnit, jak se cítí.

Dotazník obsahoval: datum, čas startu a konce experimentu, škálu hodnocení diskomfortu, dále diskomfort (bolest, chlad, teplo, atd), místo jeho působení, popis a intenzitu. Test podstoupili dva lidé – jedna žena dvakrát a muž také dvakrát.

Na vnitřní stranu nohou, na kotník, byly přilepeny vždy dva teploměry (místo přilepení je označeno na obr. tečkami).



Obr. 64 Oběhová soustava nohou, umístění NTC-čidel

Tab. 6 Výsledky dotazníků

Č. Testů	ŽENY
3	Probandka během druhého a třetího sezení pociťovala slabý chlad nohou a po druhé hodině sezení cítila ještě slabou bolest v zádech. Na konci experimentu byly tyto pocity stejné.
4	Od začátku pokusu pociťuje slabý chlad a po hodině sezení ji začínají slabě bolet záda. Tato bolest se až do konce experimentu stupňuje do hodnoty 3.
Č. Testů	MUŽI
5	Probanda s číslem testu 5 začaly bolet po třech hodinách sezení hýždě.
6	U probanda s číslem testu 6 začala po dvou hodinách sezení otékat pravá noha a začala ho slabě bolet pravá půlka zadku.

Vyhodnocení NTC čidla

Test 3 a 4 – byla měřena teplota dolních končetin u žen bez termokamery pomocí NTC-čidla. Výsledky jsou uvedeny na grafu 20 a 21. Na grafu 20 je sezení při standardní tuhosti sedáku a 21 při dynamické změně tuhosti sedáku.

Test 5 a 6 – byla měřena teplota dolních končetin u mužů bez termokamery pomocí NTC-čidla. Výsledky jsou uvedeny na grafu 22 a 23. Na grafu 22 je sezení při standardní tuhosti sedáku a 23 při dynamické změně tuhosti sedáku.

U testu 1 a 2 bylo měřením termokamerou při dlouhodobém sezení zjištěno, že teplota dolních končetin klesala.

Testy 3 a 5 – měření při standartní tuhosti sedáku a testy 4 a 6 při dynamické změně tuhosti sedáku.

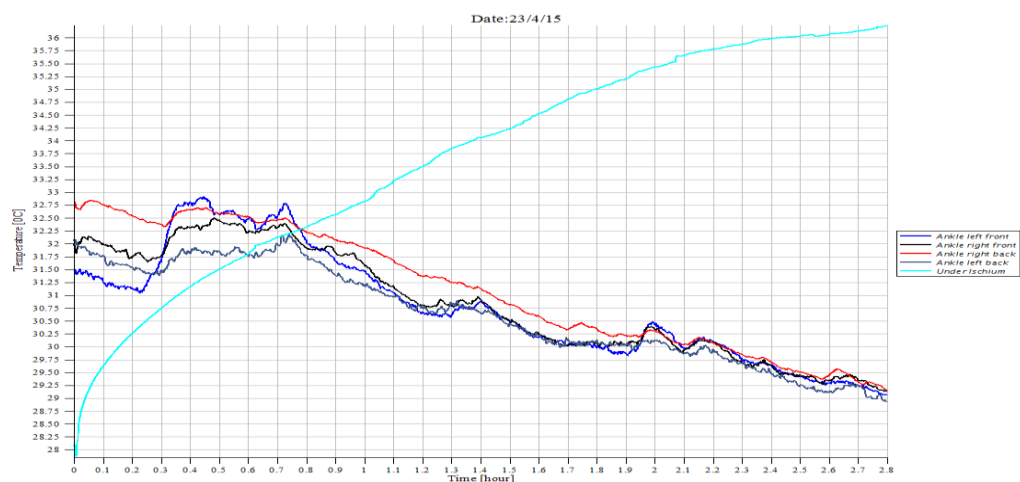
U testu 3 a 4 teplota dolních končetin žen také klesla a teplota zadní části těla stoupala. Z dotazníků, který vyplňovali probandi během měření, je zřejmé, že fyziologický komfort probanda se snížil.

Test 5 a 6 při měření teploty na vnitřním kotníku probanda jsme vycházeli z předpokladu, že snížení teploty představuje i snížení prokrvení a že dynamický režim aktivního sedáku bude přispívat ke zlepšení prokrvení dolních kočetin. Souvislost mezi periodickou změnou tlaku a omezením nebo zastavením chladnutí dolních končetin se jednoznačně neprokázala.

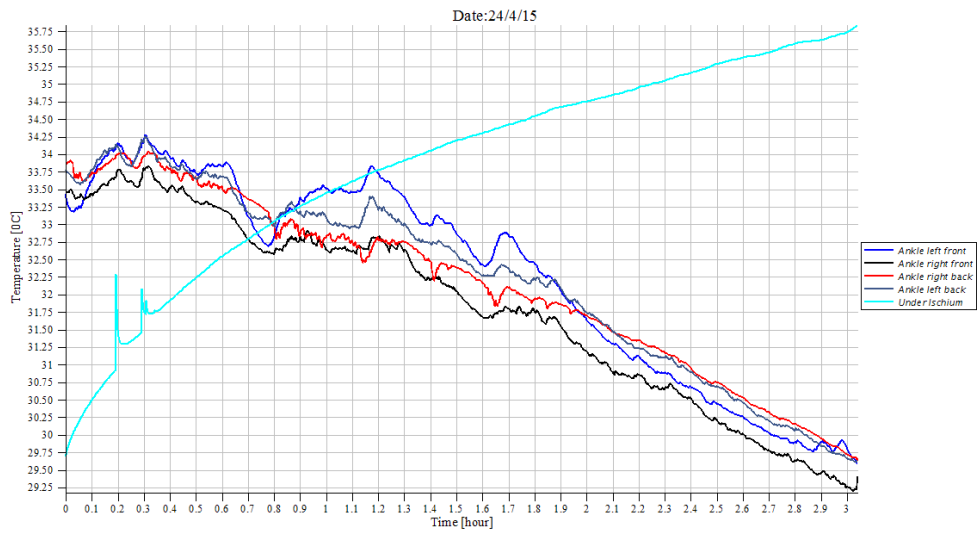
Jestliže experiment trvá déle než tři hodiny, teplota dolních končetin klesá.

Dosažené výsledky spíše vybízejí k revizi použité metodiky měření a k další diskusi s odbornými lékaři.

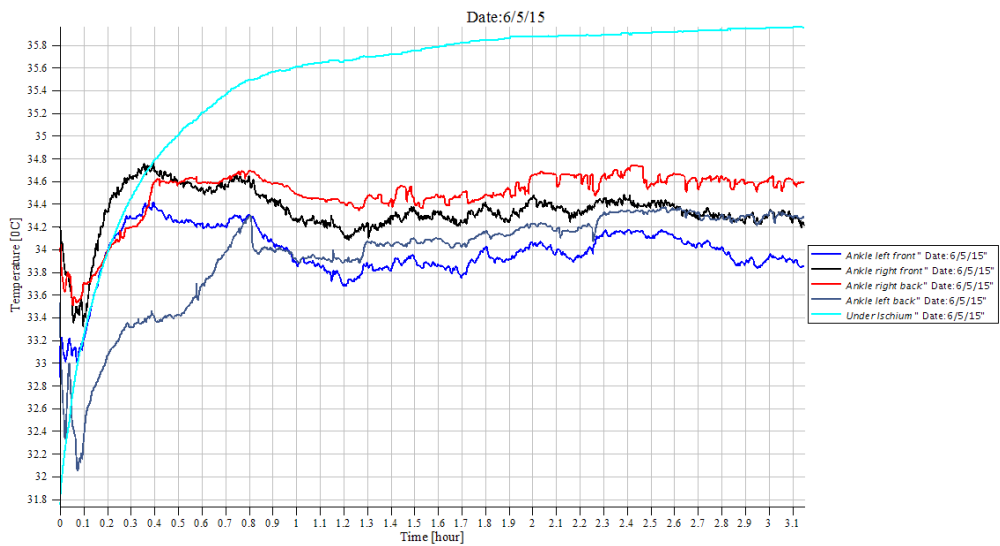
Výsledky NTC čidla



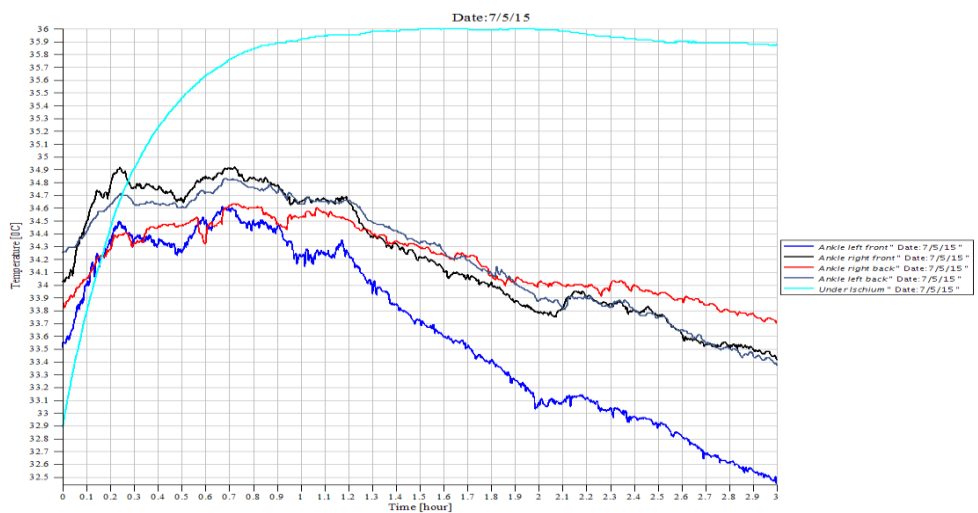
Obr. 65 Graf test 3 s teploměrem, který ukazuje teplotu dolních končetin žen



Obr. 66 Graf test 4 s teploměrem, který ukazuje teplotu dolních končetin žen



Obr. 67 Graf test 5 s teploměrem, který ukazuje teplotu dolních končetin mužů



Obr. 68 Graf test 6 s teploměrem, který ukazuje teplotu dolních končetin mužů

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce je pomocí tlakové podložky Xsensor sledovat rozložení tlakového pole při rozdílném nastavení sedáku, navrhnout metody hodnocení a testování komfortu sedaček a sledovat zdravotní rizika při dlouhodobém sezení u funkčního vzorku automobilových sedaček.

V první teoretické části práce jsou rozebírány různé typy sedaček a jejich konstrukcí a je uveden popis jednotlivých částí autosedačky. Dále se práce zabývá komfortem sezení a zejména požadavky, které jsou kladeny na sedadlo řidiče, a riziky vznikajícími při dlouhodobém sezení. V souvislosti s tím jsou popisovány druhy somatotypů, BMI a WHR index.

V experimentální části byl testován funkční vzorek automobilové sedačky s proměnným tlakovým profilem. Uvedený statický test sleduje rozložení tlakového pole v kontaktní zóně sedáku při různém nastavení tuhosti a tlaku v sedací oblasti. Sedačka byla nastavena v režimu konstantního tlaku, nebo konstantní tuhosti sedáku. Případová studie pak sleduje působení sedáku na omezení krevního oběhu dolních končetin řidiče při dlouhodobém sezení a jeho možné zmírnění změnou nastavení sedáku. Sleduje se interakce automobilové sedačky na probandech.

U 16 probandů byly vyhodnoceny změny tlaku, výsledky jsou uvedeny v tabulce. U všech probandů byla vypočtena maximální změna tlaku a lze konstatovat, že vyšší hodnoty změny tlaku u mužů i žen měli ti probandi, kteří měli max. index BMI a WHR. Maximální tlak na podložku byl naměřen u mužů M3 a M5 a u žen Z5 a Z7.

Měřením pomocí tlakové podložky se potvrdilo, že rozložení tlaku závisí nejen na tělesných proporcích, jak by se dalo předpokládat, ale důležitý je také tvar sedadla a výška, ve které je sedadlo umístěno. Průběh tlakových map může být také ovlivněn dalším faktorem, a tím je způsob, jakým osoby sedí na testovaném sedadle.

Při dalším měření pomocí termokamery a NTC – čidel bylo zjištěno, že teplota dolních končetin při dlouhodobém sezení, které trvá déle než tři hodiny, klesá a proband cítí diskomfort.

Věřím, že tato práce by mohla pomoci těm, kteří se budou touto problematikou podrobněji zabývat. Bylo by prospěšné pracovat s větším počtem probandů a měření dlouhodobého sezení provádět větší počet hodin.

Dosažené výsledky spíše vybízejí k revizi použité metodiky měření a k další diskusi s odbornými lékaři.

Použitá literatura

- [1] ŽIJEME NAPLNO .CZ. *Co je to ergonomie?* [online]. [cit. 2015-07-13].
Dostupné z: <http://www.zijemenaplno.cz/Clanky/a186-Co-je-to-ergonomie.aspx>
- [2] CANADIAN CENTRE FOR OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY. *Driving and Ergonomics* [online]. [cit. 2015-07-11] Dostupné z:
http://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/driving.html#_1_1
- [3] STŘEDNÍ ŠKOLA TECHNIKY A SLUŽEB KARVINÁ. *Intranet – Elektrotechnika* [online]. [cit. 2015-07-15]. Dostupné z:
<http://intranet.ssinte-karvina.cz/moodle/course/view.php?id=9>
- [4] Cengiz, T., Babalik, F., C.: An on-the-road experiment into the thermal comfort of car seats. *Applied Ergonomics*, 4:337-347, 2007
- [5] Schiller F.: The relation between long-term rating comfort and driver movement, 2007
- [6] Komfort sezení v automobilu [online], [cit. 2015-07-15]. Dostupné z WWW:
<http://www.carmotor.cz/magazin/pages/Komfort-sezeni-v-automobilech,857.html>
- [7] Grim M., Duga R.: *Základy anatomie – 1.obecná anatomie a pohybový systém*; Praha, Galen a Karolinum, 2006, ISBN 80-7262-111
- [8] История автомобильных сидений [online], [cit. 2015-07-13]. Dostupné z
<http://zabarankoi.ru/node/10250>
- [9] LUBOŠ, JANHUBA. BAKALÁŘSKÁ PRÁCE: Kabiny pro cestující dopravních letadel. Brno 2008
- [10] <http://ru-aviation.livejournal.com/3122138.html>. Vyhledáno dne [cit. 2015-07-10]
- [11] <http://www.pomuckyzdravotnicke.cz/pujcovna.html> Vyhledáno dne [cit. 2015-07-10]
- [12] <http://www.mt-nabytek.cz/368-kancelarske-zidle-a-kresla/?refkat=1290> Vyhledáno dne [cit. 2015-07-10]
- [13] *Typy automobilových sedadel: Produkty* [online]. [1998], [cit. 2015-07-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.recaro.com/index.php?id=5575®ion=0&L=0>>.
- [14] MAŠEK, Jaroslav. *Navrhování sedadel a lehatek*. Praha : Nákladem vlastním , 1937. 43 s.
- [15] VLK, F.: *Karosérie motorových vozidel*. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2000

- [16] GAŠPAR, D.: *Kondiční a ovládací bezpečnost*. Brno, 2009
- [17] GIBELBERTOVÁ, S. MATOUŠEK, O.: *Ergonomie - Optimalizace lidské činnosti*. Praha: Graga Publishing a.s., 2002. ISBN 80-86022-45-5
- [18] *Přednášky k předmětu čalounictví: Vrstvy a materiály* [online]. TUL Liberec, [cit. 2008-04-06]. Dostupný z WWW:
http://www.kht.tul.cz/index.php?page=inc/items/items_details&item=53
- [19] Poznatky a interné informace poskytnuté společností Johnson Controls Automobilové Součástky, k.s. Stráž pod Ralskem
- [20] ŠKODA AUTO: *Samostudijní materiál – Pasivní bezpečnost*, interní školící dokument (2009), 36 stran [cit. 2015-07-14]
- [21] Webové stránky *Cartrim* [online] dostupné na: < <http://www.cartrim.cz> > [cit. 2015-07-10]
- [22] *Comparat ve Study of the Abrasion Resistance of Automobile Seat Covers* [online] dostupné na: < [www.fibtex.lodz.pl/file-Fibtex_\(83m9kk2czipntyp4\).pdf-FTEE_69_57.pdf](http://www.fibtex.lodz.pl/file-Fibtex_(83m9kk2czipntyp4).pdf-FTEE_69_57.pdf) > [cit. 2015-07-30]
- [23] Pokorný O.: *Textilie v interiéru osobních automobile z hlediska akustických vlastností*, [Bakalářská práce] TUL, Liberec 2010,
- [24] Webové stránky *Dürkopp Adler* [online] dostupné na:
< <http://www.duerkopp-adler.com> > [cit. 2011-03-10]
- [25] H. Pařilová, H. Štočková, *Textilní zbožíznalství – bytové textilie*, Technická univerzita v Liberci, 2005, 101s.
- [26] *Produkty firmy Keiper* [online]. [1998] , 28. dubna 2009 [cit. 2007-12-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.keiper.com/kei/produkte/pkw/komponenten/index.html>>.
- [27] Grasgruber Pavel, Jan Cacek. *Sportovní Geny*, Brno 2008.
- [28] <http://www.hubnibezhladu.cz/bmi-co-znamena-a-k-cemu-slouzi/> Vyhledáno dne [cit. 2015-07-10]
- [29] <http://hubnuti.peknetelo.eu/whr-index.html> Vyhledáno dne [cit. 2015-07-10]
- [30] Firemní literatura: Manuál XSENSOR X3
- [31] <http://www.americaninfrared.com/ProductDetail.asp?ID=58> Vyhledáno dne [cit. 2015-07-10]
- [32] Firemní literatira: Manuál Ahlborn

Seznam obrázků

Obr. 1 Plně nastavitelná sedačka [3].....	10
Obr. 2 Optimální nastavení sedadla [5]	11
Obr. 3 Projev kyfózy – A, projev lordózy – B. [7].....	13
<i>Obr. 4 Autobus [8].....</i>	14
<i>Obr. 5 Turistický autobus [8]</i>	14
Obr. 6 Vojenské sedadlo [8]	15
Obr. 7 Sedačky v civilních letadlech. [10].....	15
Obr. 8 Vozík: invalidní – A, sportovní – B. [11].....	16
Obr. 9 Kancelářská židle [12].....	16
Obr. 10 Závodní sedačka – A, sportovní - B, klasická – C[14].....	17
Obr. 11 Pojmenování jednotlivých částí autosedaček [19].....	19
<i>Obr. 12 Řez sedadlem [20]</i>	20
Obr. 13 Typ železné konstrukce[20].....	20
Obr. 14 Potah sedačky [26].....	22
Obr. 15 Typy somatotypů [27]	24
Obr. 16 XSENZOR X3.....	27
Obr. 17 Bezdrátová monitorovací jednotka.....	28
Obr. 18 Termokamera Flir P65.....	29
Obr. 19 Ahlborn 2690.....	29
Obr. 20 Experimentální autosedačka.....	30
Obr. 21 NTC-čidla teploty.....	30
Obr. 22 Graf Závislost BM indexu na WHR indexu.	32
Obr. 23 Proband.....	33
Obr. 24 Graf měření M1 při max. tlaku.....	35
Obr. 25 Graf měření M2 při max. tlaku.....	35
Obr. 26 Graf měření M3 při max. tlaku.....	36
Obr. 27 Graf měření M4 při max. tlaku.....	36
Obr. 28 Graf měření M5 při max. tlaku.....	36
Obr. 29 Graf měření M6 při max. tlaku.....	37
Obr. 30 Graf měření M7 při max. tlaku.....	37
Obr. 31 Graf měření M8 při max. tlaku.....	37
Obr. 32 Graf měření Z1 při max. tlaku.....	38
Obr. 33 Graf měření Z2 při max. tlaku.....	38
Obr. 34 Graf měření Z3 při max. tlaku.....	38
Obr. 35 Graf měření Z4 při max. tlaku.....	39
Obr. 36 Graf měření Z5 při max. tlaku.....	39
Obr. 37 Graf měření Z6 při max. tlaku.....	39

Obr. 38 Graf měření Z7 při max. tlaku	40
Obr. 39 Graf měření Z8 při max. tlaku	40
Obr. 40 Tlakové pole M1	41
Obr. 41 Tlakové pole M2	41
Obr. 42 Tlakové pole M3	42
Obr. 43 Tlakové pole M4	42
Obr. 44 Tlakové pole M5	43
Obr. 45 Tlakové pole M6	43
Obr. 46 Tlakové pole M7	44
Obr. 47 Tlakové pole M8	44
Obr. 48 Tlakové pole Z1	45
Obr. 49 Tlakové pole Z2	45
Obr. 50 Tlakové pole Z3	46
Obr. 51 Tlakové pole Z4	46
Obr. 52 Tlakové pole Z5	47
Obr. 53 Tlakové pole Z6	47
Obr. 54 Tlakové pole Z7	48
Obr. 55 Tlakové pole Z8	48
Obr. 56 Termosnímek začátek	51
Obr. 57 Termosnímek uprostřed	51
Obr. 58 Termosnímek konec	51
Obr. 59 Termosnímek začátek	51
Obr. 60 Termosnímek uprostřed	51
Obr. 61 Termosnímek konec	51
Obr. 62 Graf Test 1	52
Obr. 63 Graf Test 2	52
Obr. 64 Oběhová soustava nohou, umístění NTC-čidel	53
Obr. 65 Graf test 3 s teploměrem, který ukazuje teplotu dolních končetin žen.....	54
Obr. 66 Graf test 4 s teploměrem, který ukazuje teplotu dolních končetin žen.....	55
Obr. 67 Graf test 5 s teploměrem, který ukazuje teplotu dolních končetin mužů	55
Obr. 68 Graf test 6 s teploměrem, který ukazuje teplotu dolních končetin mužů	55

Seznam tabulek

Tab. 1 Tělesné údaje mužů	31
Tab. 2 Tělesné údaje žen.....	31
Tab. 3 Výsledky měření krátkodobého sezení mužů při rozdílném nastavení sedáku ...	33
Tab. 4 Výsledky měření krátkodobého sezení žen při rozdílném nastavení sedáku	34
Tab. 5 Seznam testů, použité vybavení, režim sedáku	49
Tab. 6 Výsledky dotazníků	53