



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Ing. Ľubica Šimoňáková

**VPLYV VÝŠKY PODPÄTKU NA LOKÁLNE
PLANTÁRNE TLAKY PRI CHÔDZI A
CELKOVÝ KOMFORT OBÚVANIA**

**THE INFLUENCE OF HIGH HEEL ON LOCAL
PLANTAR PRESSURE DURING WALKING AND
OVERALL COMFORT OF WEARING SHOES**

DIZERTAČNÁ PRÁCA

Program: P2808 Chemie a technologie materiáľů
Obor: 2808V006 Technologie makromolekulárních látek
Školiteľ: doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.

Zlín, August 2012

Motto:

„Naučte sa tomu, čo vie kúzelník a prestane to pre vás byť kúzlom.“

Richard Bach

Pod'akovanie:

Touto cestou by som rada poďakovala môjmu školiteľovi doc. Ing. Petrovi Hlaváčkovi, CSc. za jeho cenné rady, odborné vedenie, podporu, trpezlivosť a čas, ktorý mi venoval v priebehu celého doktorského štúdia.

Ďalej chcem poďakovať kolegyni Ing. Petre Sixtovej za pomoc a ochotu pri meraniach a ceste v priebehu štúdia.

Menovite by som rada poďakovala všetkým svojim kolegom, ktorí boli nápomocní pri prvých kôrkoch a rozhodnutiach v rámci doktorského štúdia, za ich vzácne pripomienky a rady, Ing. PhD. Jitka Baďurová, Ing. PhD. Martina Chmelařová, Ing. PhD. Martina Černeková, Ing. Radim Kourek.

Za pochopenie a podporu, povzbudenie a vieru patrí moje ďakujem všetkým mojím blízkym a mojej rodine.

ABSTRAKT

Dizertačná práca je zameraná na vplyv výšky podpätku na nohu pri chôdzi a státi. Chôdza bola uskutočnená po dráhe dlhej 20 m, ôsmych schodoch hore a dole a po naklonenej rovine. Pre experiment bola vyrobená obuv na mieru s odstupňovanou výškou podpätku: 30 mm, 40 mm, 55 mm, 65 mm a 75 mm. Pre kvázistatické meranie boli použité tri drevené formy, ktoré mali odstupňovanú výšku podpätku s piatimi rôznymi profilmi klenutia klenkovej časti. Pomocou pohybu nohy pri dotyku predonožia a päty na profil formy bolo zaznamenané zaťaženie na plantárnu časť nohy. Získané hodnoty boli vyhodnotené pomocou štatistickej analýzy. Experimentálne sa podarilo potvrdiť, že vysoký podpätok negatívne ovplyvňuje nárast tlakov v prednej časti nohy. V prípade kvázistatického zaťaženia nôh boli naopak zistené veľké rozptyly rozloženia tlaku, teda bolo obtiažne formulovať závery pre zlepšenie komfortu v obuvi s vysokým podpätkom. Nepodarilo sa nájsť takú líniu zakrivenia profilu klenku, ktorá by vyhovovala všetkým nositeľkám podpätkov a tým nie je možné považovať toto riešenie za štandardizovateľné.

Kľúčové slová: Podpätok, plantárny tlak, kvázistatické zaťaženie, dynamické zaťaženie, metatarzálna oblasť, Pedar, stielka.

ABSTRACT

This Ph.D. thesis is focused on the influence of high heels on the foot when walking and standing. The walking phase was researched over 20 m, followed by eight step up and down and then on an inclined plane – up and down. The shoes used for the experiment had graduated high heels i.e. 30 mm, 40 mm, 55 mm, 65 mm and 75 mm. Wood profiles with different heights of heel and arch shape were used for static experiment. The load of the plantar foot area was recorded by means of the simulation of steps. The experiment was evaluated using statistical Analysis. From the experiment evaluation, it is clear that high heels have a negative influence on pressure increase on the forward part of the foot. In the case of the static experiment, a wide pressure distribution dispersion was found, so it was difficult to formulate any conclusion for the improvement of high - heeled shoe comfort. No success in finding an arch profile shape which would be suitable for everyone means that it is not possible to take this solution as standard.

Keywords: The heel, heel area, plantar pressure, static load, dynamic load, metatarsal area, Pedar.

OBSAH

ÚVOD.....	10
TEORETICKÁ ČASŤ.....	11
1 SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY.....	12
1.1 ANATÓMIA NOHY	12
1.1.1 DYNAMICKÉ CHOVANIE NOHY	13
1.1.2 STATICKÉ CHOVANIE NOHY	14
1.1.3 NARUŠENIE STATICKEJ A DYNAMICKEJ FUNKCIE NOHY.....	15
2 PROBLEMATIKA OBÚVANIA	17
2.1 OBUV	17
2.2 PODPÄTKY.....	18
2.3 VPLYV PODPÄTKU.....	19
2.3.1 PREVENCIA POŠKODENIA NÔH PRI NADMERNE VYSOKÝCH PODPÄTKOCH	25
2.3.2 POROVNANIE OBUVI S VYSOKÝMI PODPÄTKAMI S OBUVOU BEZ PODPÄTKOV	25
2.4 ŠTÚDIE VPLYVU PODPÄTKU NA ORGANIZMUS	27
2.4.1 VPLYV VÝŠKY PODPÄTKU NAKLONENIA OBUVI PRI CHÔDZI.....	27
2.4.2 VPLYV VÝŠKY PODPÄTKU V PROCESE ODVÍJANIA NOHY A POHYBE PRI CHÔDZI	29
2.4.3 VPLYV OBUVI S VYSOKÝM PODPÄTKOM NA STEHENNÝ SVAL	32
2.4.4 VPLYV VNÚTORNEHO PRIESTORU U OBUVI S VYSOKÝM PODPÄTKOM PRI CHÔDZI	34
2.4.5 VÝŠKA PODPÄTKU A TLAK NA PREDNÚ ČASŤ NOHY U ZDRAVÝCH ŽIEN	34
2.4.6 POKUSY O RIEŠENIE TLAKOVÉHO DISKOMFORTU OBUVI S VYSOKÝM PODPÄTKOM.....	36
2.4.7 ZHODNOTENIE ŠTÚDII	38
PRAKTICKÁ ČASŤ	39
3 CIEĽ DIZERTAČENJ PRÁCE.....	40

4	EXPERIMENTÁLNA ČASŤ	41
4.1	KVÁZISTATICKÁ ČASŤ EXPERIMENTU	41
4.2	DYNAMICKÁ ČASŤ EXPERIMENTU.....	49
5	VYHODNOTENIE NAMERANÝCH VÝSLEDKOV.....	52
5.1	MERANIE DISTRIBÚCIE SÍL A TLAKOV MEDZI NOHOU A PROFILMI FORMY KVÁZISTATICKOU METÓDOU	52
5.1.1	ZMENY KONTAKTNEJ PLOCHY V ZÁVISLOSTI NA RÔZNE VÝŠKY PODPÄTKU A RÔZNE ZAKRIVENIA KLENKOVEJ ČASTI PROFILU FORMY PRI KVÁZISTATICKOM ZAŤAŽENÍ	53
5.1.2	ZMENY MAXIMÁLNEJ SILY V ZÁVISLOSTI NA RÔZNE VÝŠKY PODPÄTKU A RÔZNE ZAKRIVENIA KLENKOVEJ ČASTI PROFILU FORMY PRI KVÁZISTATICKOM ZAŤAŽENÍ	57
5.1.3	ZMENY MAXIMÁLNEHO TLAKU V ZÁVISLOSTI NA RÔZNE VÝŠKY PODPÄTKU A RÔZNE ZAKRIVENIA KLENKOVEJ ČASTI FORMY PRI KVÁZISTATICKOM ZAŤAŽENÍ	61
5.1.4	ZHRNUTIE VÝSLEDKOV MERANIA DISTRIBÚCIE SÍL A TLAKOV MEDZI NOHOU A PROFILMI FORMY KVÁZISTATICKOU METÓDOU	65
5.2	MERANIE DISTRIBÚCIE SÍL A TLAKOV MEDZI NOHOU A UZAVRETOU OBUVOU DYNAMICKOU METÓDOU	70
5.2.1	ZMENY KONTAKTNEJ PLOCHY V ZÁVISLOSTI NA RÔZNE VÝŠKY PODPÄTKU PRI DYNAMICKOM ZAŤAŽENÍ	70
5.2.2	ZMENY MAXIMÁLNEJ SILY V ZÁVISLOSTI NA RÔZNE VÝŠKY PODPÄTKU PRI DYNAMICKOM ZAŤAŽENÍ	75
5.2.3	ZMENY MAXIMÁLNEHO TLAKU V ZÁVISLOSTI NA RÔZNE VÝŠKY PODPÄTKU PRI DYNAMICKOM ZAŤAŽENÍ	81
5.3	MERANIE DISTRIBÚCIE TLAKOV V DÁMSKEJ UZATVORENEJ OBUVI S VYSOKÝM PODPÄTKOM SO ŠPECIÁLNOU STIELKOU INSOLIA	87

5.3.1 METODIKA MERANIA DISTRIBÚCIE TLAKOV U DÁMSKEJ UZATVORENEJ OBUVI S VYSOKÝM PODPÄTKOM.....	87
5.3.2 VÝSLEDKY A VYHODNOTENIA EXPERIMENTU V DÁMSKEJ UZAVRETEJ OBUVI S RÔZNOU VÝŠKOU PODPÄTKU SO STIELKOU INSOLIA	88
6 DISKUSIA VÝSLEDKOV PRE DYNAMICKÚ A KVÁZISTATICKÚ METÓDU MERANIA	93
6.1.1 DISKUSIA VÝSLEDKOV MERANIA DISTRIBÚCIE SÍL A TLAKOV MEDZI NOHOU A PROFILMI FORMY KVÁZISTATICKOU METÓDOU.....	94
6.1.2 DISKUSIA VÝSLEDKOV MERANIA DISTRIBÚCIE SÍL A TLAKOV MEDZI NOHOU A UZAVRETOU OBUVOU DYNAMICKOU METÓDOU	95
ZÁVER	97
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....	99
ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	108
ZOZNAM OBRÁZKOV	109
ZOZNAM TABULIEK	113
ZOZNAM PRÍLOH.....	116

ÚVOD

Jedna z mnohých definícií obuvi zdôrazňuje jej význam ako „sociálneho statusu“ iným slovom ako výrobok, ktorý veľmi účinne informuje okolie nositeľa o svojich cieľoch, prioritách, príslušnosti k spoločenským vrstvám a podobne. Preto je dámska obuv oveľa viac rozmanitejšia, častejšie podlieha móde, pričom dochádza k potlačovaniu prvkov komfortu a pohodlia. Je vnímaná ako prostriedok zdôrazňujúci atraktivitu majiteľky a uľahčujúci možnosť zaujať mužskú časť populácie. Jedným so špecifických prvkov je u tohto typu obuvi vysoký podpätok. Jeho počiatky siahajú do 16. storočia kde sa v dobe Ludvíka XV. rozšírila obuv s vysokým podpätkom, ako obuv tanečná. Bola používaná rovnako ženami ako aj mužmi. Vysoký podpätok sa však u mužov, v krátkej dobe stáva nemódnym a jeho nosenie sa stáva typické pre ženy.

Najskôr bol vysoký podpätok vyrábaný z plátkov spodkovej usne, neskôr zvládnutím technológie vstrekovania plastov, po druhej svetovej vojne bolo možné zaviesť nové tvary veľmi štíhlych vysokých podpätkov, ktoré sú súčasťou módnjej dámskej obuvi dodnes.

Problematika zdravotnej nezávadnosti obuvi s vysokým podpätkom nebola dlhú dobu riešená aj keď na ich nebezpečie upozorňoval už v 18. storočí Peter Camper. Aj po druhej svetovej vojne bolo považované konštrukčné riešenie špičky obuvi za omnoho nebezpečnejšie než presun záťaže z pätnjej časti nohy do oblasti prstových kĺbov. Zistenie závažnosti umožnili až prístroje schopné merať lokálne tlaky medzi nohou a stielkou obuvi. Napríklad štúdie zamerané na potreby diabetickej nohy odsudzujú vysoké podpätky a zakazujú ich nosiť ženám postihnutým diabetom.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

Problematika škodlivosti vysokých podpätkov je čím ďalej tým viac intenzívnejšie skúmaná. Aj cez varovné zistenia sa miera ich výskytu výraznejšie neznižuje a naopak je obuv s vysokým podpätkom vyžadovaná hlavne pri špecifických príležitostiach ako sú spoločenské udalosti, návštevy divadiel, koncertov, rôznych kultúrnych podujatí s tancom a podobne. Taktiež pri dôležitých pracovných schôdzkach alebo nariadená firemným dress - kódom, napríklad v bankách. Zvyšuje sa počet sťažností žien na obuv s vysokým podpätkom. Narastajúci výskyt tohto druhu obuvi možno prisúdiť pôsobeniu reklamy, zdôrazňovaniu dodržiavania spoločenských zvyklostí prípadne možného odsúdenia pri ich neakceptovaní. Pre pochopenie a vysvetlenie miery škodlivosti je potrebné pochopiť zákonitosti z rôznych oblastí vedy ako je anatómia nohy, biomechanika pohybu, vlastnosti materiálov, technologické a výrobné obmedzenia a podobne. [1]

1.1 Anatómia nohy

Kostra nohy sa skladá z 26 kostí, ktoré sú spojené väzmi, kĺbmi a svalmi. Zvláštnosť stavby nohy je daná tým, že os pätovej kosti je kolmá k rovine zatiaľ čo os prednej časti nohy je vodorovná s podložkou. Vďaka tomu je zabezpečená veľmi pevná a pružná vrtulovitá konštrukcia. Na vnútornú polovicu nohy sa rozkladá váha tela. Vonkajšia strana nohy zase udržuje stabilitu. [2]

Chodidlo človeka tvorí základ, o ktorý sa môže oprieť v stojí. Taktiež mení rozloženie záťaže celkovej hmotnosti organizmu pri pohybe. Nie je len orgánom pohybu (chôdza, beh), ale aj vnemovým snímačom, ktorý podáva mozgu svojimi kožnými, svalovými, kĺbovými a nervovými receptormi

informácie o prostredí, v ktorom sa momentálne nachádza. Napríklad o klzkosti, sklone, mäkkosti a teplote povrchu. [3]

Dolná končatina v podstate sama určuje prenos váhy tela na nohu. Z toho vyplýva, že je pri rôznych pohyboch (či už stoj, sed, beh alebo chôdza) vo všetkých svojich častiach odlišne zaťažovaná. Zmenou výšky podpätku alebo voľbou nesprávnej obuvi sa toto rozloženie zaťaženia mení a môže mať negatívny vplyv na celé ľudské telo. Noha je teda veľmi dôležitým orgánom pre človeka a podľa toho by aj k nej mal mať prístup. Veľmi často obuv podlieha móde a tým trpí aj noha a od nohy je už len krôčik k ostatným bolestiam či už pri chôdzi, stojí alebo behu. [3]

1.1.1 Dynamické chovanie nohy

Pohyb človeka z pohľadu zaťažovania nôh je daný dynamickým chovaním nohy. Pri pohybe rozlišujeme tri aktivity, podľa ktorých je možné toto zaťaženie určiť a to státie, beh a chôdza a posledný je skok. [4]

Pri státi, ktoré zvykne byť považované za bezproblémové, dochádza k záťaži nervového systému niekoľko násobne viac ako pri behu. [5]

Chôdza je pohyb automatický, pričom sa jedinec v každom okamžiku dotýka podložky. Noha sa v prvej fáze dotkne povrchu v päte – kontaktná fáza pohybu. V druhej fáze dochádza k presunu váhy z päty cez laterálnu oblasť až k metatarzom, takzvaná fáza odvalovania a končí sa fázou kroku kde nastáva odvíjanie prstov od malíčka k palci, ktorý sa ako posledný dotkne podložky, zatiaľ čo päta tej istej nohy je už vo vzduchu. Pokračuje sa prenosom váhy na druhú nohu, ktorá sa tak ako prvá noha dotkne podložky najskôr pätou. [6]

Beh má dve definície, jedna je športová, ktorá tvrdí, že pri behu dochádza k okamžiku kedy je telo mimo dotyku s povrchom. Druhá definícia je

biomechanická – pri behu sa noha vo fáze kontaktu nedotkne povrchu v pätnjej časti, ale v oblasti prstových kĺbov. [7]

Skok je rozoberaný hlavne z pohľadu tlmenia síl pri dopade a to ako svalov tak aj kĺbov. [2]

Príjemnú a pohodlnú dynamiku nohy zabezpečí len zdravo klenutá noha, ktorá je schopná správneho odvíjania. [8]

1.1.2 Statické chovanie nohy

Nosná funkcia nohy iným slovom statika nohy, slúži ako opora pre celý organizmus pri státi a tiež sa podieľa na udržaní tela v rovnováhe. [8]

Z plochy nohy sú vysielané reflexy, ktoré uvádzajú do činnosti svalstvo dolnej končatiny a trupu, tým zabezpečujú prenos telesnej hmotnosti pomocou nôh ako na rovný, tak aj na hrbol'atý či šikmý povrch. [9]

Zdravá noha pri státi sa opiera o podložku v troch bodoch a to na prvej a piatej metatarzálnej kosti a na kosti päty. Toto usporiadanie podpory ľudského tela v spojení s podložkou sa nazýva statický trojuholník. Tieto hlavné body opory sú spojené klenbami nohy, ktoré sú rozdelené na priečnu a pozdĺžnu klenbu nohy. [10]

Klenby nohy nie sú strnulé, ale väzy a šľachy, ktoré sa nachádzajú medzi kosťami nohy zabezpečujú odpruženie nárazov ako aj ľahšie rozloženie ťažiska pri státi a pohybe. [11]

Ako aj u dynamiky nohy, príjemný a pohodlný pohyb zabezpečí správne klenutá noha, tak isto aj u statiky nohy, má na starosti toto usporiadanie kostí, väzov a šliach. [8]

1.1.3 Narušenie statickej a dynamickej funkcie nohy

V dnešnej dobe vývoja moderny a pokročilého vývinu sa vyskytuje veľa ochorení nôh, ktoré spôsobujú narušenie statickej aj dynamickej funkcie. Veľká väčšina problémov vzniká zrútením niektorej z klenieb nohy alebo v dôsledku zmien, ktoré vznikajú v priebehu ich poklesu. Väzy udržiavajúce klenbu nohy sa postupne predlžia z mnohých príčin (príliš veľké zaťaženie končatín, oslabenie väzov, nadváha, nesprávna životospráva, hormonálne zmeny a iné). Preto klenba nakoniec poklesne a smer rozloženia sily sa zmení. Napríklad pri poklese pozdĺžnej klenby nohy sa posunie smer sily ako aj záťaž k jej vnútornej strane. Tento pokles môžu spôsobiť napríklad príliš vysoké podpätky. [12]

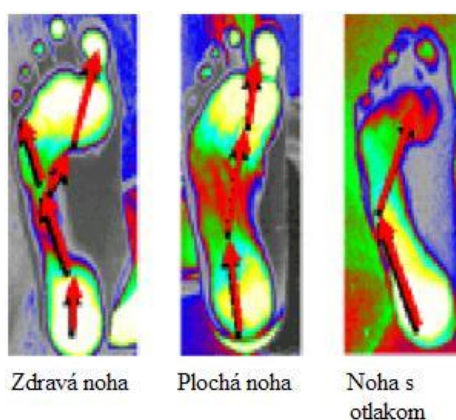
Taktiež príliš vysoké podpätky okrem iných už vyššie spomenutých príčin sú nepriateľom pre nohy. Spôsobujú zrútenie pozdĺžnej klenby nohy a bolesť chodidiel. Nesprávne postavené chodidlo, spôsobuje aj prehnane prehnutie v oblasti bedier a následne môže viesť k ich bolesti. [13]

Pri obuvi s nevhodne zvoleným podpätkom je predná časť chodidla nadmerne zaťažená na úkor pätovej časti. Veľké percento ťažiska tela je prenesené na prednú časť klenby čo spôsobuje vznik otlakov v prednej časti chodidla, chôdza býva bolestivá a nestabilná. Telesná hmotnosť sa pri pohybe prenáša cez lýtkový sval na ďalšie časti pohybového aparátu. [14]

Zmeny chôdze je možné diagnostikovať pomocou zmien v smere a dráhe priemetu ťažiska, ktoré sa mení v dôsledku narušeného rozloženia záťaže na dolné končatiny. Ťažisko je dané hmotnosťou človeka a svalovou záťažou. Smer posunu priemetu ťažiska je ovplyvňovaný radom lokomočných parametrov ako je typ chôdze, hmotnosť jedinca, rýchlosť pohybu a podobne. Z dráhy priemetu ťažiska je možné vyvodiť údaje charakterizujúce prirodzenosť pohybu, prípadne zdravotné postihnutie, pohybové

návyky a pod. Pri pohybe jedinca s rôznymi stupňami plochej nohy môžeme pozorovať posunutie dráhy ťažiska na vnútornú - mediálnu stranu chodidla. [15]

Firma PEDIKOM na svojich stránkach uvádza, že pri poklese priečnej klenby nohy je krivka dráhy ťažiska stočená smerom k druhému prstu. Pričom, ale je ďalej uvádzané, že správne zakončenie krivky priemetu ťažiska by malo byť smerom k palcu (Obr. 1). [15]



Obr. 1. Smer krivky dráhy ťažiska. [15]

Preto je statická a dynamická funkcia nohy pre pohyb človeka mimoriadne dôležitá. Tieto funkcie zabezpečujú rovnováhu ľudského tela. Pri ich poruchách sa znižuje pohyblivosť a veľmi často je tento jav sprevádzaný i bolesťami, zvýšenou neistotou a psychickými problémami. Ďalej sa môžu odzrkadliť nie len na celkovom postoji, ale aj bolesťami v organizme, ktoré s problémami úzko súvisia. Preto dbať na správne obutie a vhodne zvolený tvar obuvi je viac než prvoradá. [15]

2 PROBLEMATIKA OBÚVANIA

V súčasnej dobe je používanie obuvi nutnosťou alebo podmienkou pre ochranu nôh. Vo väčšine času je človek obutý. Obuv má veľký vplyv na zdravotné problémy ľudského tela. Problematikou obúvania sa zaoberajú nie len vedci, ale aj široká verejnosť. Čím ďalej tým viac je dôraz kladený na kvalitu, pohodlnosť a komfortnosť obuvi, v neposlednom rade aj na jej módnosť a funkčnosť. Obuv by sa mala prispôbiť nohe a nie noha obuvi. [16]

2.1 Obuv

Medzi hlavné funkcie obuvi patrí funkcia ochranná, má nohu chrániť pred úrazom, vlhkom, nárazmi a poveternostnými podmienkami. Správne skonštruovaná a vhodne zvolená obuv má uľahčovať chôdzu po tvrdej podložke a pomáhať v správnom odvalovaní. Obuv patrí taktiež medzi doplnky obliekania, tým podlieha a vždy bude podliehať módnym vplyvom. Teda má aj estetickú funkciu. [17]

Sú na ňu kladené minimálne lekárske požiadavky ako dostatočný priestor v prstovej časti, ktorý je daný tvarom kopyta a zvršku. Dostatočná flexibilita obuvi v oblasti prstových kĺbov. Pevný a primerane dlhý opätok, ktorý zabezpečuje stabilitu pätnjej časti nohy tak, aby noha mala varózne alebo kolmé postavenie. Anatomicky správne modelovaný zvršok má zabezpečovať komfortný priestor nohe. [17]

Pri bolestiach v oblasti päty alebo prednožia je práve dostatočný priestor a komfortne klenutá stielka na mieru, veľmi dôležitá. U plochých nôh môže vhodne zvolená obuv odľahčiť bolesti v postihnutých miestach nohy a tým dôjde k podpore pri chôdzi. [18]

Treba dodržať správny výber použitých materiálov z hygienicky – zdravotného hľadiska. Tým je možné zabezpečiť aj primeranú hmotnosť obuvi a taktiež tlmenie nárazov. Veľmi dôležité je aj dbať na vhodnú výšku podpätku ako aj jeho tvar, veľkosť nášľapnej plochy, umiestnenie, tvrdosť, stabilitu a tlmiace vlastnosti vrátane pätníka. [17]

2.2 Podpätky

Podpätok obuvi je charakterizovaný ako spodkový dielec, ktorý by mal uľahčovať chôdzu a zmiernovať nárazy, pokiaľ je vhodne zvolený. Už do Antiky siahajú počiatky vzniku podpätku, kde sa používal napríklad v divadlách na rozlíšenie hlavného hrdinu. Alebo bol zozáčiarku používaný v Anglicku a Japonsku ako pomocný nadstavec aby si ľudia nezašpinili nohy od blata. Najviac sa začal používať v druhej polovici minulého tisícročia. Dnes trh ponúka veľký výber obuvi. Od nízkej obuvi, cez poltopánky, obuv s vyšším podpätkom až po obuv s vysokým podpätkom – takzvaným ihličkovým. [19]

ŘÍHOVSKÝ uvádza, že za ideálnu výšku podpätku sa považuje podpätok rovnajúci sa $1/14$ dĺžky nohy. Výška podpätku u najmenších detí by nemala byť vyššia ako 5 mm, u pánskej obuvi by mala mať výšku do 25 mm a dámska obuv pri celodennom nosení by mala mať výšku podpätku najviac 30 mm. Neexistuje, ale biologický dôvod prečo by mali mať ženy rozdielnu výšku podpätku ako muži. [20]

Podpätky sú rôznych tvarov a veľkostí. Ako najmenej pohodlné sú podpätky s tenkým a malým pätníkom a výškou viac ako 55 mm, u ktorých je väčšia pravdepodobnosť vzniku úrazu. [20]

2.3 Vplyv podpätku

Vplyv podpätku na chôdzu môže byť ako u skoro každého módného produktu pre užívateľa buď prínosný, alebo nepriaznivý. Správne zvolená výška podpätku má dobrý vplyv na zlepšenie funkcie nohy a to po statickej, aj dynamickej stránke. Dochádza k tlmeniu nášľapných síl a ochrane pri chôdzi. Nesprávne zvolená obuv s vysokým podpätkom okrem iného, aj obmedzuje činnosť svalov lýtka, ktoré by sa mohli pri dlhodobom používaní obuvi s príliš vysokým podpätkom skracovať. [21]

Zvyšuje sa námaha svalov a tlaková záťaž je rozložená viac v predonoží. [22]

Tkanivá predonožia sú vystavené príliš vysokej námahe. Neúmerne vysoký podpätok mení významne spôsob chôdze, noha dopadá na podložku celou nášľapnou plochou podošvy v prednej časti obuvi. [23, 24]

Namáhanie predonožia a špicatá obuv vedie k deformácií vbočeného palca. U pacientov trpiacich týmto druhom deformácie, môže dôjsť k jej zhoršeniu nosením vysokých podpätkov vplyvom vyvinutej záťaže na metatarzálnu oblasť a prsty. [25, 26]

Pri dlhodobom a neustálom nosení obuvi s vysokými podpätkami dochádza k žilnej hypertenzii v dolných končatinách čo môže mať za následok vznik faktorov, príznakov žilových ochorení. [27]

Svaly chrbta pri dnešnom sedavom zamestnaní tuhnú. Je potrebné dbať, nie len na správny postoj, ale aj vybrať dobre padnúcu obuv. Topánky s príliš vysokým podpätkom majú práve škodlivý vplyv na držanie tela, ktoré vedie k bolestiam chrbtice. Hlavne u starších žien nosiacich obuv s vysokým podpätkom, je zvýšená pravdepodobnosť namáhania tkaniva v okolí chrbtice. [28]

Taktiež krčná chrbtica je viac zaťažovaná pri chôdzi v obuvi s vysokým podpätkom. Dochádza k zvýšenej aktivite krčných svalov a tým nosenie obuvi s vysokým podpätkom, najmä u starších žien, môže viesť k bolestiam až chronickej svalovej únave v tejto oblasti. [29]

Dnešným trendom je, ale žiadanosť práve vysokých podpätkov, ktoré sú módne, populárne a sexy. [30]

Ale práve obuv s vysokým podpätkom a samotná nesprávna poloha nohy v tomto type topánok môže zvýšiť okrem iného, aj možnosť vyvrtnutia členku. [31]

Pri chôdzi po schodoch by malo dochádzať ku kontaktu obuvi s povrchom celou nášľapnou časťou, teda aj podpätkom. Ináč je chôdza veľmi namáhavá a nestabilná. [32]

ROSSI uvádza, že nadmerne vysoké podpätky majú za následok, že váha ľudského tela je prenášaná na metatarzálnu oblasť nohy. Pri porovnaní obuvi s primeranou výškou podpätku, u ktorej je rozloženie telesnej hmotnosti na oblasť päty a metatarsu v pomere 50:50, s obuvou s nadmerne vysokým podpätkom, je toto rozloženie hmotnosti ľudského tela v pomere 10% v päte a 90% v prednej časti nohy. Tento nepomer spôsobuje klesnutie priečnej nožnej klenby a vznik plochej nohy v priečnom smere. [33]

Štúdiou ROSSI zistil, že pri každom zvýšení podpätku o 10 mm je navýšený tlak v oblasti prstových kĺbov a to o 15% v porovnaní s päťou. U podpätku s výškou 20 mm sa ľudské telo nakláňa dopredu, uhol sklonu je o 20° nižší ako u obuvi bez podpätku. Teda z pôvodných 90° prejde na 70°. Zatiaľ čo u podpätku výšky 30 mm nastane naklonenie z 90° na 50°. Dr. Rossi uvádza, že ak človek stojí naboso, panvový predný uhol je dvadsať stupňov. U podpätkov výšky 10 mm je tento uhol zvýšený na tridsať stupňov a u výšky 30 mm až na šesťdesiat. [33]

Bohužiaľ nositeľky tejto síce krásne vyzerajúcej obuvi no nepohodlnej a nekomfortnej, vyzerajú pre svoje okolie veľmi príťažlivo a tak volia práve variantu nepriaznivého vplyvu obuvi na organizmus. Ale ako bolo spomenuté vyššie, ich ťažisko je posunuté smerom dopredu a chôdza nevyzerá prirodzene. [34]

Dochádza k zmene chôdze, frekvencia krokov sa zvyšuje a kroky sa skracujú. Noha dopadá na celú základňu podošvy a zadná hrana podpätku má len pridruženú úlohu. ROSSI ďalej uvádza, že pri chôdzi na boso po mäkkom povrchu ako aj v zdravotne bezchybnej obuvi sa noha pri odvalovaní dotýka podložky v pätnjej oblasti, z ktorej pokračuje cez klenkovú časť k metatarzálnym vankúšom až končí pri palci. Zatiaľ čo v obuvi s nadmerne vysokým podpätkom palec s prstami a klenkovou časťou nie sú vôbec používané. To znamená, že metatarzálna časť je veľmi zaťažovaná celou telesnou hmotnosťou a hlavičky priehlavkových kostí s prstami sú násilne držané dorzálnou flexiou. [34]

Podľa výskumov ŠŤASTNEJ, päta slúži len ako podpora, čím nositeľka takejto obuvi trpí veľkou bolesťou až pichľavým štipaním práve v prednej časti nohy. Predná časť nohy je tým preťažovaná, dochádza k povoleniu väziva a noha sa „rozíde“ čo má za následok, priečne plochú nohu. S narastajúcou výškou podpätku taktiež výrazne klesá prirodzený tlmiaci a flexibilný efekt nožnej klenby. Funkcia pätnjej kosti je presunutá na vedľajšiu koľaj, nie je dostatočne zaťažovaná. Ale fyziologicky bola prispôbena práve na prenášanie záťaže pri došľape. [2]

Rossiho štúdie ako aj výskum Šťastnej boli uskutočnené ešte v období, kedy neboli technicky dokonalé prístroje a zariadenia.

Medzi ďalšie nepriaznivé vplyvy príliš vysokých podpätkov patrí aj skrátenie trojhlavého lýtkového svalu a následný vznik zvislej nohy. Majiteľka

takejto získanej deformácie nemôže došľapnúť na päťovú časť pri chôdzi na boso ako aj v obuvi s nízkym, alebo žiadnym podpätkom a chôdza bez podpätku jej spôsobuje bolesti. V podstate je odkázaná na nosenie obuvi s vysokým podpätkom. Podpätok sa tým stáva určitým druhom ortézy, ktorá znižuje bolesť a nepríjemné pocity spojené s naťahovaním skrátených lýtkových svalov uvádza ŠŤASTNÁ. [2]

Nie je to, ale len výška podpätku, ktoré môže viesť k poškodeniu nohy. V roku 1991 bola vo fakultnej nemocnici v New Yorku uskutočnená štúdia, ktorá zistila, že väčšina žien si kupuje a nosí obuv, ktorá je o číslo až dve menšia akú v skutočnosti potrebujú, čím sa stáva príliš úzkou. [35]

Celosvetový boom zaznamenali práve ženskejšie, špicatejšie, vyššie a tým aj menej pohodlné topánky. Kvôli čomu si niektoré ženy, posadnuté módnymi značkami nechávajú chirurgicky zmenšiť a skrátiť chodidlá. Všetky tieto faninky svetových značiek návrhárov obuvi, sa chcú zmestiť do vyhlásených modelov, ktoré sú ale bohužiaľ príliš úzke s veľmi vysokými podpätkami, čím sa stávajú takmer nenositel'né pre väčšinu žien. [35]

Výsledkom týchto zlepšovacích zákrokov sú infekcie, podliatiny, opuchy, bolesti ale aj strata stability pri chôdzi ako uvádza doktor R. Positano, riaditeľ Hospital for Social Surgery v Manhattane. [35]

Ďalším z výskumov, ktoré urobil Podiatric Medical Association v Januári 2009 bolo zistené, že 72% amerických žien nosí obuv s vysokými podpätkami, z toho 39% nosí obuv veľmi často a 33% nosí obuv menej než často. [36]

Vďaka tomuto prieskumu bolo práve u pravidelných nositeľiek zaznamenané, že topánky s príliš vysokými podpätkami pri častom nosení negatívne pôsobia na kolenný kĺb, čo vedie až k jeho patologickej zmene. [37]

Vznik osteoartritídy okrem iných vplyvov má za následok aj práve vysoký podpätko a to hlavne v oblasti kolien, kde spôsobuje pretiahnutie kolenného kĺbu. Prevenciu pred touto chorobou je vyvarovať sa noseniu obuvi s príliš vysokým podpätkom. Príčina nie je ale presne známa, no štúdie naznačili, že spolu s nevhodne volenou obuvou sú aj ďalšie faktory, ktoré prispievajú k jej vzniku. [37]

Tím vedcov z univerzity v Copenhagene zisťoval vplyv vysokého podpätku na možnosť kontroly nestabilnej chôdze v obuvi s vysokým podpätkom. Štúdie sa zúčastnilo 11 zdravých mladých žien, ktoré chodili naboso a v obuvi s vysokým podpätkom. Z výsledkov vyplýva, že aj keď probandky boli mladé, zdravé a zvyknuté chodiť v obuvi s vysokým podpätkom aj napriek tomu by mali chôdzu v tomto type topánok viac kontrolovať a odlišne k nej pristupovať v porovnaní pri chôdzi na boso, kde netreba dávať pozor na došľap. [38]

Rozdiely medzi vekom, výškou podpätku a možnosťou pohyblivosti v obuvi s podpätkom sú významné. Ženy v zrelšom veku by mali dbať zvýšenej opatrnosti pri chôdzi v obuvi s vysokým podpätkom. [39]

Medzi ďalšie faktory, ktoré sú omnoho závažnejšie než vysoké ihličkové podpätky patrí práve typ zamestnania, nadváha, vek a fajčenie. Nakoniec tím vedcov z Warwické univerzity, ktorý skúmal 111 žien, ktoré pravidelne nosili vysoké podpätky, prišiel k záveru, že podpätko nie je hlavným zdrojom vzniku artritídy kolena. Výsledkom bolo, že v skupine žien, ktoré nosili podpätky sa artritída vôbec nepreukázala. Rizikovou skupinou boli hlavne ženy v domácnosti a s nadváhou, pretože väčšina žien, ktoré mali na sebe práve ihličkové lodičky pracovala v administratívnom odvetví. [40]

Iná štúdia poukázala na vyšší možný vznik osteoartrózy práve vplyvom vysokých podpätkov. Z výsledkov možno potvrdiť, že obuv s vysokým podpätkom negatívne vplyva na záťaž kolien a bedrových kĺbov. Vzniká väčšie nebezpečenstvo nárastu degenerácie kolenného kĺbu. [41,42]

Okrem artritídy a osteoartritídy, bolo v oblasti kolien skúmané na Kalifornskej univerzite aj spojenie medzi jabĺčkom a stehennou kosťou (patellofemoral joint). V práci bol zisťovaný vplyv narastajúcej výšky podpätku na spojenie jabĺčka a stehennej kosti pri chôdzi. Zo záverov je evidentné, že s narastajúcou výškou podpätku dochádza k zvýšenej aktivite v tomto spojení, ktorá je daná neprirodzeným uhlom ohnutia kolena. [43]

U obuvi s vysokým podpätkom dochádza k zdvojnásobenému ohybu kolenného naťahovača v prvej polovici stojnej fázy. Taktiež pri chôdzi v tomto type obuvi uhol kolenného kĺbu u všetkých probandiek bol výrazne viac ohnutý. Tieto výsledky ukazujú na veľký nárast aktivity naťahovača v kolennom kĺbnom spojení a tým obuv s vysokým podpätkom môže viesť k vyššiemu nárastu vzniku osteoartrózy častejšie ako u mužov. Skúmaných bolo 14 žien, ktoré stáli a chodili na boso a v obuvi s výškou podpätku 90 mm. Tento výskum bol uskutočnený tímom z univerzity v Copenhagene. [44]

V liečbe s ochorením nôh pomáha ortopéd. Odporúča pohyb, špeciálne cvičenie, zvýšenú starostlivosť o nohy ako aj pedikúru, ďalej kvalitnú a pohodlnú obuv či správne a podporné vložky do topánok. [45]

Obuvnícky priemysel by mal vziať do úvahy možné riziká, ktoré obuv s vysokým podpätkom prináša. Je potrebné sa zamerať na vplyv vysokého podpätku a dodať obuvi také parametre aby robila chôdzu pohodlnejšou. [46]

2.3.1 Prevencia poškodenia nôh pri nadmerne vysokých podpätkoch

Ak už sa ktokoľvek rozhodne pre obuv s podpätkom mal by si aspoň túto ako aj každú inú topánku poriadne vyskúšať. Mal by postupovať podľa určitých pravidiel a mal by dbať na pohodlnosť a komfort. Prsty v prednej časti obuvi, či už by sa jednalo o zaguľatenú alebo špicatú špičku, by mali mať dostatočný priestor. Ďalej by nemali byť príliš blízko seba a obuv by nositeľku nemala výrazne tlačiť. [47]

Celodenné nosenie obuvi s vysokým podpätkom v prvom rade nie je vhodné pre tehotné ženy. V tehotenstve by mali ženy voliť veľmi pohodlnú obuv, pretože dochádza k opuchom kotníkov a nôh a následne k bolestiam klenby nohy a päty. Ďalej nie je vhodné nosiť obuv s príliš vysokým podpätkom pre užívateľky po nejakom vážnom úraze ako aj pre ľudí s už aj tak deformovanou chrbticou. Je vhodné v situácii, kde je treba zvoliť obuv na podpätku, použiť túto obuv len v nevyhnuté dlhý čas. [48]

Problémom a deformitám ako aj bolestiam možno predchádzať zakúpením pohodlnej obuvi, zdravým životným štýlom, dostatkom pohybu, hygieny a pedikérskej starostlivosti. Je potrebné dbať na dostatočnú starostlivosť. [45]

2.3.2 Porovnanie obuvi s vysokými podpätkami s obuvou bez podpätkov

V predchádzajúcej kapitole bolo veľmi veľa informácií o vplyve podpätku na ľudský organizmus, ale nie je dostatočne jasné, či voliť obuv s vysokým podpätkom alebo obuv bez podpätku. Niektoré ženy sa boja práve kvôli rôznym informáciám, ktoré opisujú problémy s vysokými podpätkami, takúto obuv nosiť. To má za následok druhý extrém a to nosenie úplne nízkej obuvi bez podpätku. Aj tento typ obuvi s veľmi nízkou

podošvou a bez podpätku predstavuje určité zdravotné riziko, pretože ne-
tlmí nárazy a nechráni nohy pred tvrdými povrchmi. Pre ženy, ktoré majú
deformatívne zmeny na nohách, nie je vhodný práve takýto typ topánok
pre celodenné nosenie. Taktiež táto obuv má relatívne úzky tvar aby dobre
držala nohu. Rovnako ako obuv na vysokom podpätku s úzkou špičkou
aj obuv s nízkym podpätkom a úzkou špičkou ovplyvňuje negatívne ulo-
ženie prstov. [49]

Z toho vyplýva, že každá jedna obuv, pokiaľ je nevhodne zvolená je zdra-
viu škodlivá. Ak podpätky spĺňajú kritériá, ktorými sú: výška, tvar, veľ-
kosť nášľapnej plochy, umiestnenie podpätku na obuvi, tvrdosť, stabilita
a tlmiace účinky ako aj vhodný výber pätníku s protišmykovými vlastnos-
ťami, môžu byť vyhovujúce ba dokonca zdraviu prospešné. Tým uľahčujú
chôdzu po tvrdom betóne, robia ju pružnejšiu a menej únavnú. Existujú
ženy, ktoré hodnotia chôdzu vo vysokých podpätkoch ako pohodlnú
a komfortnú. Ich subjektívny pocit môže byť ovplyvnený práve vyššie
uvedenou stabilitou a tvrdosťou podpätku. [2]

V jednej zo štúdií sa tvrdí, že podošva, ak je vyvýšená v pätovej časti
o 1 mm, znižuje namáhanie Achillovej šľachy o 8%. Čo má pre vrcholov-
ých športovcov priaznivý výsledok, vzhľadom k danému druhu
športu. [2]

Na druhej strane nové štúdie uvádzajú že práve vďaka námahe, ktorú musí
nositeľka vykonať pri udržaní sa v obuvi na vysokých podpätkoch dochá-
dza k podpore panvových svalov a zlepšenie pri poruchách inkontinencie
ako aj sexuálneho života. Experiment uskutočnila M.A. Cerrutová, ktorá
skúmala 66 žien vo veku do päťdesiat rokov, ktoré nosili permanentne
obuv s výškou podpätku okolo 70 mm, takže ich noha zvierala so zemou
uhol 15°. Táto štúdia ponúka zaujímavé závery, že ženy, ktoré nosili obuv

bez podpätku mali také isté držanie tela ako ženy, ktoré nosia obuv s podpätkom. Ďalej bola zameraná malá elektrická aktivita vo svaloch panvového dna. Panvové svaly sú súčasťou každej ženy, pretože udržujú v kondícii panvové orgány, ako sú črevá, močový mechúr a maternicu, ktoré starnutím či neprecvičovaním môžu byť ochabnuté. [50]

Obuv a podpätkov pôsobí veľmi významne na subjektívne pocity a môže ovplyvňovať zdravie a pri nevhodnom zvolení a použití môže prispieť k vzniku závažných chorôb. [33]

2.4 Štúdie vplyvu podpätku na organizmus

Už od čias kedy vznikla prvá obuv spolu s jej vývojom či už po konštrukčnej stránke, alebo módnom vzhľade si každý jeden užívateľ, skôr či neskôr položí otázku o vplyve obuvi na jeho nohy. Nie každý druh obuvi je vhodný pre každého a nie každá topánka, ktorá je v danom čase trendom, je pohodlná a komfortná. Preto sa ľudia v momente veľkého rozmachu a nových technológií zaoberajú hlavne vplyvom módnych výrobkov na organizmus. Nie je v úzadí ani otázka zdravotne bezchybného obutia. Na svete existuje veľa teórií o škodlivosti či prosperite obuvi s podpätkami, ale len málo z nich bolo potvrdených výskumom. Pár zaujímavých výsledkov ale stojí za zmienku.

2.4.1 Vplyv výšky podpätku naklonenia obuvi pri chôdzi

Vplyvom výšky naklonenia obuvi pri chôdzi sa zaoberal tím športových vedcov v Číne v roku 1998. Výskum bol uskutočnený pomocou špeciálnej obuvi, ktorá mala upravený sklon platformy. [51]

Pre experiment bolo vybratých 13. mužov s priemerným vekom 23,08 rokov. Ich priemerná telesná výška bola 1,63 m a priemerná telesná hmotnosť bola 50,18 kg. Probandi mali veľmi dobrý zdravotný stav. Aby boli

zabezpečené rovnaké podmienky experimentu, muži chodili v dvoch pároch obuvi, ktorá bola vyhotovená rovnakou konštrukčnou metódou a z rovnakého materiálu. Veľkostné číslo obuvi bolo 37 a rozdiel medzi dvomi párami obuvi bola ich výška podpätku. Jeden pár obuvi mal sklon podošvy smerom dopredu, čím bola výška päty oproti prstom o 2 cm vyššie (obuv č.1) a druhý pár obuvi (obuv č.2) mal sklon podošvy smerom dozadu, tým boli prsty o 2 cm vyššie než päta (Obr. 2). [51]



Obr. 2. Vzor testovanej obuvi. [51]

Pre získanie a vyhodnotenie údajov boli pripevnené pred každým meraním snímače na pravú stranu. Chôdza bola uskutočnená na bežeckom páse s konštantnou rýchlosťou 1,33 m/s v priebehu šiestich minút. Každý proband šiel v oboch pároch obuvi dráhu dlhú 5 m. Pohyb bol zaznamenaný pomocou videokamery. Aby muži nemohli subjektívne ovplyvňovať experiment neboli dopredu informovaní kedy sa ich chôdza začala zaznamenávať. Pohyb bol vyhodnocovaný pomocou analytického systému APAS v šiestich bodoch a to v oblasti prstov, päty, kotníku, kolena, bokov a ramena. [51]

Údaje ukázali signifikantné zmeny v čase, v tempe, v dĺžke kroku a niektoré zmeny boli zaznamenané aj v maximálnom ohybe a uhle kroku. U obuvi č.1 bola vyhodnotená zmena v dĺžke kroku a orientácie dolných

končatín a u obuvi č.2 prišlo k zmene v maximálnom pohybe dolnej končatiny. [51]

2.4.2 Vplyv výšky podpätku v procese odvíjania nohy a pohybe pri chôdzi

Výskum vplyvu výšky podpätku na vlastnosti biologického odvaľovania pri chôdzi bol uskutočnení HANSENOM z Northwesternské University. Tento výskum bol zameraný na zlepšenie protéz aj pri chôdzi v obuvi s podpätkom. Štúdia skúmala účinky vysokého podpätku na biomechaniku chôdze medzi nohou, kotníkom a kolenom. [52]

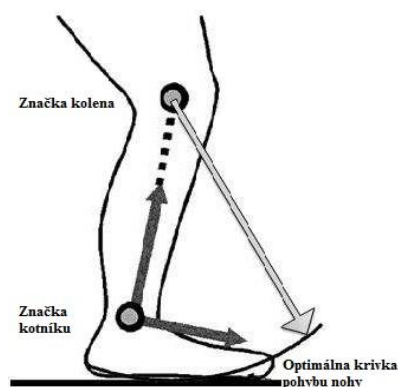
Desať zdravých žien sa zúčastnilo experimentu. Priemerný vek probandiek bol 25 rokov, priemerná telesná výška bola 166 cm a priemerná telesná hmotnosť bola 65 kg. [52]

Chodili v troch pároch obuvi, po troch opakovaníach v troch rôznych rýchlostiach. Obuv mala odstupňovanú výšku podpätku a to obuv bez podpätku, s výškou 37 mm a nakoniec 71 mm vysokým podpätkom (Obr. 3). Prvý typ obuvi bol športového typu na šnurovanie. Druhý typ obuvi bola dámska uzavretá poltopánka a posledný typ obuvi bola dámska sandálová obuv. [52]



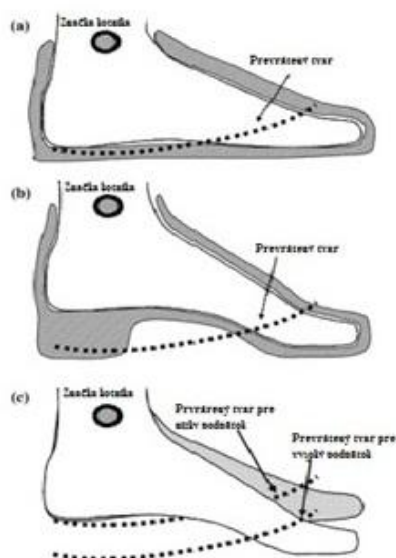
*Obr. 3. Príklad HANSENUM
skúmanej obuvi. [52]*

Prvá zvolená obuv bola obuv bez podpätku, potom s vyššou výškou a nakoniec s najvyšším podpätkom. Najskôr ženy chodili pomaly, potom vlastnou chôdzou a nakoniec rýchlo. Pozorovaná bola hlavne dráha pohybu nohy od kolena smerom dole, krivka, ktorú vykoná každý človek pri chôdzi spolu s pohybom kotníku, vzhľadom k meniacej sa výške podpätku (Obr. 4). Ďalej bolo pozorované držanie tela, kinematika a kinetika chôdze, tlak pôsobiaci na plantárnu plochu nohy a energetická náročnosť. [52]



*Obr. 4. Charakteristická krivka
odvaľovania pri chôdzi. [52]*

Výsledkom štúdie bolo zistenie, že dochádza k neprispôsobivosti uloženia kotníku a nohy pri pohybe vo vyšších podpätkoch. Tým môže dôjsť k problémom s chrbticou a kolenami. U nižších podpätkov použitie protéz bolo možné, ale u vyšších podpätkov nastávali zmeny v držaní tela, kinematiky chôdze ako aj nárast tlakov. Experiment bol zameraný na vývoj lepších protéz pre obuv s vysokým podpätkom. U nižšieho podpätku s protézami nebol žiaden väčší problém, ale u vyššieho podpätku dochádzalo ku komplikáciám. Väčšina osôb automaticky prispôsobuje pohyb kotníku daným zmenám do výšky podpätku 50-60 mm. Pre budúcnosť je možné tieto výsledky využiť pri navrhovaní protéz a to mechaniku odvíjania nohy od podložky, ktorá v porovnaní so zdravou nohou je rozdielna (Obr. 5). [52]



Obr. 5. Dráha pohybu kotníku pri chôdzi. [52]

Keďže pre experiment bola použitá obuv z rozdielneho materiálu, rozdielnej konštrukcie a typu obuvi, výsledky mohli byť mierne skreslené. No

napriek týmto skutočnostiam, štúdia prispela novými použiteľnými poznatkami. [52]

2.4.3 Vplyv obuvi s vysokým podpätkom na stehenný sval

Orientačne viac než polovica žien nosí počas dňa obuv s podpätkom. Obuv s vysokým podpätkom pri dlhodobom nosení je príčinou rôznych nežiaducich účinkov. Jedným z nich je vplyv na svalovú činnosť. Jedná sa hlavne o svalovú aktivitu kolenného kĺbu, ktorej zaťaženie môže viesť k patologickým zmenám kolena. Napríklad artritíde kolien. Sval kolenného kĺbu je spojený so stehennou svalovou činnosťou. Táto štúdia sa zaoberá výskumom zameraným na porovnanie svalovej činnosti pri nosení obuvi s vysokým podpätkom pri sedení, státi a posadení sa. [53]

Pre experiment boli použité drevené klíny, ktoré boli vyrobené špeciálne pre meranie a boli navrhnuté tak aby simulovali výšku podpätku 10 mm, 30 mm a 50 mm (Obr. 6). [53]



Obr. 6. Príklad dreveného klinu. [53]

Tým mohlo byť pre experiment vybratých viac probandiek s väčším rozptylom priamej dĺžky chodidla. Probandky boli bez patologických zmien kolena a zdravé. Na meranie bol použitý elektromagnetický prístroj, ktorého elektródy mali probandi umiestnené na dominantnejšej nohe v smere

svalového vlákna. Na začiatku merania sedeli na klasickej stoličke o výške 47 cm, ktorá bola pohodlná a komfortná. Nohy museli byť udržané počas celého merania v jednej pozícii. Probandky boli naboso. Korkový klin bol umiestnený pod pätnú časť pri sedení, potom došlo k postaveniu, kde každá probandka ostala v stoji 30 sekúnd a znova si sadla. Tento cyklus bol opakovaný pre každú výškou klinu tri krát. [53]

Keďže celé meranie prebiehalo pod kontrolou ako probandiek tak aj samotného výskumníka, nebola nutná dodatočná kontrola. Všetky namerané hodnoty teda boli zaznamenané a spracované. [53]

Výsledok tejto štúdie ukázal, že s narastajúcou výškou podpätku narastá aj aktivita mediálneho aj laterálneho stehenného svalu. 10 mm vysoký podpätko nevyvolá významný nárast elektromiografickej intenzity v porovnaní s obuvou bez podpätku, v testovaných svaloch. U výšky podpätku 30 mm a 50 mm bol zaznamenaný nárast svalovej aktivity v laterálnom stehennom svale. U mediálneho stehenného svalu boli významné štatistické hodnoty viditeľné až u podpätku s výškou 50 mm. V porovnaní oboch svalov sa nejavila ich aktivita ako signifikantná pri narastajúcej výške podpätku. [53]

Záverom tejto štúdie je, že nastáva nárast aktivity svalov pri nosení obuvi s vysokým podpätkom pri sedení, státi a postavení sa, ale len od výšky podpätku 30 mm a 50 mm pre vonkajší stehenný sval (*vastus lateralis* – najdlhší stehenný sval nachádzajúci sa na vonkajšej strane stehna) a výške 50 mm pre vnútorný stehenný sval (*vastus medialis* – umiestnený na prednej časti vnútorného stehna). V porovnaní oboch svalov nie je zistená významná zmena aktivity, oba svaly sa zapájali do procesu takmer rovnako. Tieto svaly, ale veľmi ovplyvňujú stabilitu kolenného kĺbu ako aj jeho možné poškodenia a preto je dôležité ďalej skúmať vplyv výšky podpätku

na vnútorný a vonkajší stehenný sval. Je to zvlášť dôležité pre ženy, ktoré nosia pravidelne obuv s vyšším podpätkom než 50 mm. [53]

2.4.4 Vplyv vnútorného priestoru u obuvi s vysokým podpätkom pri chôdzi

Jedným z posledných uvedených experimentov v práci je experiment zaoberajúci sa nájdením vhodnej výplne vnútorného priestoru obuvi s vysokým podpätkom. Táto stielka by mala napomôcť k vyrovnaniu tlakov pri chôdzi. Výskum bol uskutočnený v národnej Taiwanskej výskumno technologickej univerzite v roku 2004. Pre štúdiu boli použité 3 páry obuvi s výškou podpätku 10 mm, 51 mm a 76 mm a štyri rôzne vkladacie stielky. Na experimente bolo zúčastnených desať žien. Probandky chodili po pohyblivom páse dobu 5 minút rýchlosťou 130 cm/s a prístroj PEDAR zaznamenával priebeh tlakov. Meranie bolo opakované trikrát a vyhodnotené boli údaje len z druhého cyklu. [54]

Z výsledkov vyplýva, že najvhodnejšia vkladacia stielka bola celková vkladacia stielka, ktorá zredukovala silu nárazu a tlaku a tým podporila komfort obutia v topánkach na vysokom podpätku. Podmienky experimentu boli však len laboratórneho charakteru. [54]

2.4.5 Výška podpätku a tlak na prednú časť nohy u zdravých žien

Viac ako 83% problémov nôh u starších žien (50 - 70 rokov) sú spôsobené nosením vysokých topánok. Je známe, že vysoké podpätky posúvajú váhu tela dopredu a dochádza k deformačným zmenám na nohách. [55]

Experimentu sa zúčastnilo desať zdravých žien. Ako merací prístroj bol použitý PEDAR systém, ktorého senzorické stielky boli vložené do meranej obuvi. Probandky si doniesli pre experiment svoju vlastnú obuv, na ktorú boli zvyknuté a ktorá mala rôznu výšku podpätku. V obuvi chodili

pred začatím experimentu pár minút. Výška podpätku bola v rozmedzí u nižšieho podpätku okolo 1,95 cm a u vysokého podpätku bola okolo 5,91 cm. Probandky mali obuté polyamidové ponožky (silonky). Počas merania bol zaznamenávaný čas a počet krokov. Probandky chodili vlastným tempom po dráhe dlhej 15 metrov a to päť krát v každej obuvi. Hodnoty boli zaznamenané päť krát pre každú nohu zvlášť. Vo výsledku bolo vyhodnotených 25 krokov pre oba páry obuvi. Pre presnejšiu analýzu bola plantárna plocha rozdelená do siedmych regiónov a to nasledovne: 1. päta, 2. klenková časť, 3. prvý metatarz, 4. druhý až štvrtý metatarz, 5. piaty metatarz, 6. palec, 7. druhý až piaty prst. [55]

V každej oblasti bola vyhodnocovaná kontaktná plocha a čas, maximálny tlak a sily, silový časový integrál, tlakový časový integrál. Údaje boli vyhodnotené pomocou štatistického programu SPSS a rozdiely medzi pravou a ľavou nohou a obuvou s nižším podpätkom a vyšším podpätkom boli vyhodnotené pomocou T testu. [55]

Rozdiely vo fázy státia medzi ľavou a pravou nohou sú evidované. Rozdiely sú viditeľné v oblastiach druhého až štvrtého a piateho metatarzu, palca a prstov pri nízkom podpätku a u vysokého podpätku v oblastiach palca a prstov. Rozdiely medzi pravou a ľavou nohou je možné vysvetliť fyzikálnou stavbou človeka. Pre ďalšiu analýzu bola vybraná len ľavá noha. [55]

Základné parametre ukázali závislosť zmien v obuvi s vysokým podpätkom v porovnaní s nízkym podpätkom. Nárast kontaktného času bol v metatarzálnej oblasti. Maximálna sila poklesla v päte a prvom a piatom metatarze, ale vzrástla u 2.-4. metatarzu a palca. Maximálny tlak narástol v 2. až 5. metatarze a palci. Rozdiely výšky podpätkov medzi nízkym podpätkom a vysokým boli významné v zaťažení u každého probanda, ale subjektívne. [55]

Štúdiá ukázala nárast maximálneho tlaku v 2. až 4. metatarze a palci pri nosení vysokých podpätkov. Všetky parametre rástli alebo klesali významne v porovnaní medzi obuvou s nízkym podpätkom a obuvou s vysokým podpätkom. Môžeme to vysvetliť prenosom záťaže do prednej časti nohy pri obuvi s vysokým podpätkom. Vo vysokých podpätkoch je stredná časť chodidla držaná nad zemou a tým vzniká vyšší tlak v prednej časti nohy. Probandi chodili svojou vlastnou tendenciou a rýchlosťou po linoleu a podmienky experimentu boli čo najviac prispôsobené bežnej chôdzi subjektov. Každé meranie bolo opakované 5 krát. Nosili svoju vlastnú obuv, čo bolo pre probandky komfortnejšie, ale zase rozdielna obuv mohla meranie mierne skresliť. Materiál, z ktorej bola vyrobené každá obuv bol rozdielny a tieto rozdiely mohli spôsobiť odlišnosti pri meraní. Taktiež typy nôh mali vplyv na výsledok tlakov. [55]

Aj napriek tomu experimentom bolo zistené, že záťaženie sa presúva z päty na prednú časť nohy – metatarzálnu oblasť. Nárast tlaku je o 40% vyšší od bežného v prednej časti nohy. Z toho vyplýva, že každý kto nosí obuv s vysokým podpätkom sa vystavuje väčšiemu riziku vzniku nebezpečenstva. [55]

2.4.6 Pokusy o riešenie tlakového diskomfortu obuvi s vysokým podpätkom

Problematike vysokých podpätkov a vplyvu profilov stielok nebola doposiaľ venovaná patričná pozornosť a toho využívajú rôzni výrobcovia pri propagácií tohto druhu obuvi. Okolo roku 2006 sa objavili prvé zmienky o tenkých, pružných a vleповacích stielkach, ktoré mali byť schopné odstrániť nežiaduci diskomfort. [56]

Mali napomáhať zmene rozloženia tlakov u obuvi s vysokým podpätkom, kde takto riešená stielka posúva záťaženie z metatarzálny oblasti smerom

do klenkovej časti a päty. Stielka by podľa týchto materiálov mala kopírovať vnútorný tvar obuvi, nenarušať dizajnovú stránku a zabezpečovať príjemnejšie nosenie obuvi s vysokým podpätkom. [57]

Mala byť vyvinutá na základe lekárskej vedy a techniky a mala by zlepšovať komfort a starostlivosť obávania pri nosení obuvi s vysokým podpätkom. Výrobcovia tejto špeciálnej stielky Insolia (Obr. 7), ale uvádzajú, že nie sú vhodné štandardizované gélové alebo penové vložky do topánok jednej veľkosti, kde nie je zabezpečený komfort jedinca. Bežne dostupné vkladacie stielky podľa spomínaného materiálu zaberajú v obuvi miesto a tým chôdzu robia diskomfortnú po všetkých stránkach. Zavádzajú nohe v obuvi, namiesto aby uľahčovali a tlmili nárazy. Insolia produkty pre obuv s vysokými podpätkami sú vyrobené zo špeciálne navrhnutého materiálu. Jej výrobcovia tvrdia, že vyvinutý materiál „zodpovedá vlastnostiam v spodnej časti nohy“. Stielka má vytvárať rovnaký pocit rovnováhy, ako v obuvi bez vysokého podpätku. [57]

Princíp efektu vysvetľuje výrobca slovami „vrchol stielky pre obuv s vysokým podpätkom je umiestnený smerom k pätovej kosti a tým vzniká opačný efekt a to dorzálna flexia a potlačovaný je pohyb nohy smerom k plante. Tým dochádza k vyváženiu rovnováhy - presunu váhy z prednej časti nohy smerom do pätovej oblasti, vďaka čomu je chôdza stabilnejšia“ (Obr. 7). [57]



Obr. 7. Stielka Insolia [57].

2.4.7 Zhodnotenie štúdií

Vďaka pokroku technológie a propagácie zdravého životného štýlu sa populácia zameriava viac na komfort, kvalitu a výskum. V poslednej dobe narastá počet štúdií zameraných na vplyv obuvi na nohy, chôdzu a celkovo na organizmus. Experimenty sú prevažne zamerané na cievny, žilný a svalový systém, niektoré už riešia problematiku lokálnych tlakov. Bohužiaľ, vzhľadom k tomu, že výroba obuvi sa presunula na Ďaleký Východ, väčšina týchto výsledkov nie je prakticky realizovaná.

Ako bolo v závere spomenuté, materiál a technológia materiálu použitého na skúmanú obuv sú rozdielne. Podobne boli uskutočňované aj experimenty, takže bolo obtiažne ich navzájom porovnávať, prípadne na takto prezentovaných výsledkoch založiť ďalší experiment.

Pre úplnosť je treba dodať, že vysoký podpätok je stále väčšinou populácie považovaný za atraktívny, v určitých spoločenských situáciách nutný druh obuvi. Z týchto dôvodov nemajú výrobcovia a predajcovia obuvi záujem o prezentáciu štúdií poukazujúcich na ich škodlivosť, diskomfort a obmedzujúce podmienky použitia.

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

3 CIEĽ DIZERTAČENJ PRÁCE

V predchádzajúcej kapitole je poukázané na zložitý vplyv vysokého podpätku na ľudský organizmus. Poznanie možno zhrnúť do tvrdenia, že u nesprávne zvolenej obuvi s nevhodným podpätkom, dochádza k významnému presunu váhy smerom dopredu. Tým sú vysvetľované bolesti v rôznych častiach tela. Bezpochyby podpätko súvisí so vznikom deformít nôh ako aj s narastajúcim zaťažením v metatarzálnnej oblasti nôh. Tým je ohrozená nie len noha, ale aj ľudské telo nositeľa takéhoto druhu obuvi.

V minulosti boli uskutočnené rôzne odhady, testy a experimenty na zistenie vplyvu výšky podpätku na odvíjanie nohy od podložky a tlakové zmeny s tým súvisiace. Ale zatiaľ neboli presne stanovené a dokázané zmeny, ku ktorým skutočne dochádza. Preto je veľmi dôležité upraviť podmienky experimentu čo najviac prirodzenému prostrediu a povrchom, po ktorých chodia ženy každý deň ako aj vhodne zvoliť meracie zariadenia a pomôcky. Na základe uvedeného zhrnutia možno cieľ práce formulovať nasledovne:

1. Pripraviť obuv s rovnakého materiálu a strihu, ktorá bude mať postupne odstupňovanú výšku podpätku.
2. Navrhnuť experiment, ktorého cieľom je overiť vplyv konštrukčného riešenia obuvi s vysokým podpätkom na distribúciu lokálnych tlakov medzi nohou a stielkou.
3. Overiť, či použitie tenkých vkladacích stielok môže ovplyvniť distribúciu plantárnych tlakov.

Na základe získaného množstva údajov vyvodit' závery o vplyve výšky podpätku a navrhnúť zlepšenie pre celkový komfort dámskeho obutia.

4 EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

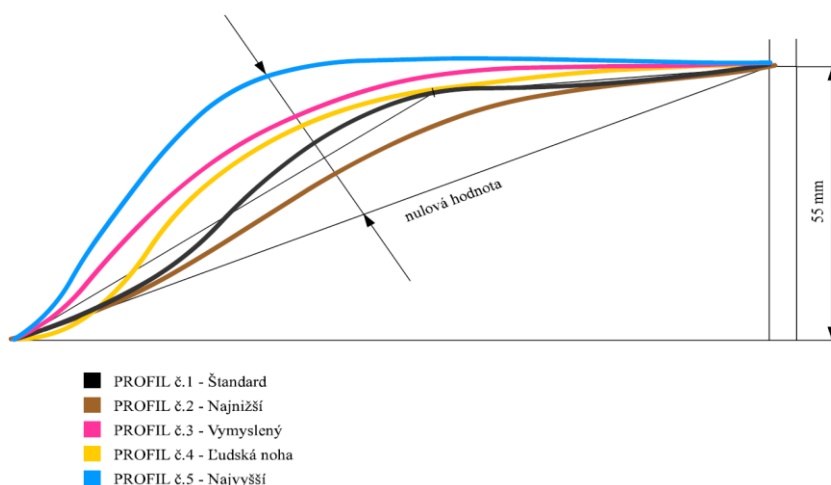
Experimentálna časť štúdie je rozdelená do dvoch meraní. Prvá časť experimentu je kvázistatická, ktorej cieľom bolo zistiť či profil pätnjej časti napínacej stielky u obvi opatrenej vysokým podpätkom môže ovplyvňovať rozloženie lokálnych tlakov. Druhá metóda bola dynamická s využitím prístroja PEDAR, ktorý bol použitý aj u prvej metódy. Na rozdiel od predchádzajúceho experimentu bola použitá reálna obuv s rôznymi výškami podpätku a snímané boli tlaky medzi stielkou obuvi a nohou pri chôdzi, v laboratórnych podmienkach.

4.1 Kvázistatická časť experimentu

Najskôr boli navrhnuté a vyrobené z dreva profily formy s tromi rôznymi výškami podpätku a s piatimi rôznymi zakriveniami v klenkovej časti (Obr. 8). Výška pätnjej časti bola 35 mm, 55 mm a 75 mm. Pozdĺžne profily klenku boli spracované pomocou výkresu a to jeden bol štandardný podľa presného postupu vypracovania klenkovej časti – profil č. 1. Ďalšie dva boli extrémny od štandardného profilu a to jeden veľmi nízky – profil č.2, a druhý veľmi vysoký – profil č.5. Profil č. 4 bol podľa obkreslenia ľudskej nohy a profil č. 3 bol vymyslený (Obr. 9).



Obr. 8. Profily formy z dreva pre výšku podpätku 55 mm.



Obr. 9. Príklad profilov zakrivenia klenkovej časti pre výšku podpätku 55 mm.

Na zistenie rozloženia tlakov a lokálneho zaťaženia nohy v obuvi bol použitý prístroj PEDAR® od firmy Novel GmbH Mníchov. Skladá sa z meracích stielok, zo zariadenia pre prenos informácií do počítača a softwaru. Tieto stielky sú vybavené maticou meracích tlakových senzorov (maximálne 256 senzorov na jednej stielke - záleží na veľkosti stielky). Hrúbka stielok je 2,6 mm a pri meraní ich možno stlačiť na 1 mm. Snímanie tlaku prebieha s frekvenciou 10 tisíc impulzov za sekundu. Pri meraní nášľapného tlaku je meracia stielka umiestnená v obuvi a je v priamom kontakte s nohou. Týmto meraním môžeme získať informácie z niekoľkonásobného kroku. [58]

Ďalej na zaznamenanie merania a presun údajov do počítača slúži samotný Bluetooth ako aj krabička, ktorá je umiestnená na páse probanda (Obr. 10).

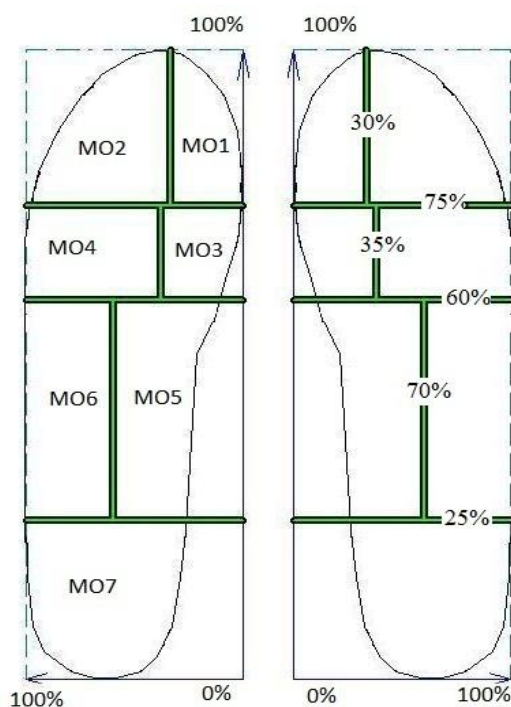


*Obr. 10. Stielky prístroja pe-
dar a profily formy.*

Pri pripojení je možné sledovať priamo počas merania priebeh tlakov pomocou špeciálneho softwera a programu *novel database medical*. Táto databáza musela byť vytvorené pred začatím experimentu a do nej boli vpísané údaje o probandkách ako je meno, dátum narodenia, telesná výška a váha. Po zmeraní všetkých veličín pri chôdzi alebo statickom zaťažení bola pre lepšie vyhodnotenie navrhnutá takzvaná maska v programe *Creation of any mask*. Toto rozdelenie nášľapnej plochy stielky v počítači bolo na sedem častí a to nasledovne: oblasť päty (MO7), ktorá mala percentuálne zastúpenie zo spodnej časti smerom hore 25%. Potom bola mediálna (MO5) a laterálna časť (MO6) klenku, ktoré mali percentuálne rozdelenie od 25% do 60% v smere kolmom a v smere horizontálnom mala mediálna oblasť od 0% do 70% a laterálna oblasť od 70% do 100%. Oblasť metatarzov bola rozdelená na dve časti a to 1. metatarz (MO3), ktorý mal percentuálne zastúpenie vo vertikálnom smere od 60% do 75% a v horizontálnom smere od 0% do 35%. 2. – 5. metatarz (MO4) pokrýval percentuálnu časť vo vertikálnom smere rovnakú ako 1. Metatarz, ale v horizontálnom

položení zastupoval oblasť od 35% do 100%. Palec a ostatné prsty tvorili zostávajúcu plochu masky teda zdola na hor od 75% do 100% a v smere horizontálnom palec (MO1) pokrýval plochu od 0% do 30% a ostatné prsty (MO2) od 30% do 100% (Obr. 11).

Vďaka tomuto rozdeleniu mohli byť dôležité údaje vyhodnotené pre každú oblasť zvlášť. Medzi sledovanými veličinami bol kontaktná plocha [mm], maximálna sila [N] a maximálny tlak [kPa].



Obr. 11. Maska.

Experimentu sa zúčastnilo 60 zdravých žien, ktoré boli vybraté podľa veľkosti priamej dĺžky chodidla. Pred samotným meraním boli zaznamenané antropometrické údaje probandiek, ktoré boli vložené do nasledujúcej tabuľky (Tab. 1 časť I. a Tab. 2 časť II.).

Po preskúmaní všetkých veličín a kvôli organizačným dôvodom bolo pre vyhodnotenie vybratých 54 probandiek z celkového počtu.

Tab. 1. Antropometrické údaje probandiek časť I.

Poradové číslo probanda	Vek	Telesná výška [cm]	Telesná váha [kg]	BMI [kg/m ²]	PDCH L [mm]	PDCH R [mm]	PDCH [mm]
1	18	165	64	23,51	254	253	253,5
2	26	162	65	24,77	246	248	247,0
3	28	174	59	19,49	244	250	246,0
4	26	172	60	20,28	250	245	247,5
5	28	168	55	19,49	254	253	253,5
6	26	167	54	19,36	249	250	249,5
7	27	180	68	20,99	253	254	253,5
8	20	167	66	23,67	245	248	246,5
9	18	166	60	21,77	248	247	247,5
10	18	172	73	24,68	246	249	247,5
11	19	171	60	20,52	254	253	253,5
12	18	170	62	21,45	249	246	247,5
13	18	175	61	19,92	251	249	250,0
14	18	168	63	22,32	255	255	255,0
15	20	169	56	19,61	249	251	250,0
16	20	165	55	20,20	245	248	246,6
17	19	164	63	23,42	250	249	249,6
18	19	165	62	22,77	245	247	245,8
19	21	171	65	22,23	249	249	248,9
20	20	169	58	20,31	249	250	249,3
21	25	154	57	24,03	247	246	246,6
22	30	176	76	24,54	249	251	249,9
23	22	175	61	19,92	245	249	247,0
24	30	170	65	22,49	255	255	255,0
25	26	170	65	22,49	244	249	246,3
26	20	173	60	20,05	254	251	252,3
27	26	169	63	22,06	249	248	248,5
28	28	175	60	19,59	253	255	254,0
29	21	165	53	19,47	247	244	245,2
30	22	173	59	19,71	247	248	247,2

Tab. 2. Antropometrické údaje probandiek časť II.

Poradové číslo probanda	Vek	Telesná výška [cm]	Telesná váha [kg]	BMI [kg/m ²]	PDCH L [mm]	PDCH R [mm]	PDCH [mm]
31	29	175	63	20,57	248	250	248,9
32	23	168	67	23,74	245	248	246,6
33	30	158	62	24,84	244	247	245,3
34	23	174	68	22,46	252	250	251,0
35	25	164	60	22,31	245	245	245,0
36	24	171	59	20,18	245	246	245,5
37	30	162	62	23,62	247	245	246,0
38	26	166	66	23,95	250	251	250,5
39	28	164	56	20,82	246	246	246,0
40	24	170	65	22,49	245	246	245,5
41	24	178	62	19,57	254	255	254,5
42	24	170	70	24,22	248	255	251,5
43	26	172	70	23,66	249	248	248,5
44	24	170	64	22,15	248	253	250,5
45	30	162	63	24,01	245	246	245,5
46	26	159	51	20,17	246	247	246,5
47	24	168	55	19,49	247	248	247,5
48	28	172	59	19,94	250	247	248,5
49	27	168	55	19,49	254	252	253,0
50	29	168	70	24,80	247	249	248,0
51	26	168	61	21,61	246	246	246,0
52	19	165	53	19,47	248	249	248,5
53	18	164	60	22,31	245	246	245,5
54	18	168	60	21,26	253	251	252,0

Tabuľka antropometrických údajov bola vyhodnotená pomocou štatistickej analýzy a hodnoty sú uvedené v tabuľke nižšie (Tab. 3).

Tab. 3. Popisná štatistika nameraných veličín probandiek.

	Vek	Telesná výška [cm]	Telesná hmotnosť [kg]	BMI [kg/m ²]	PDCH L [mm]	PDCH R [mm]	PDCH [mm]
Minimum	18	154	51	19,4	245	245	245
Maximum	30	180	76	24,8	255	255	255

Uvedená štúdiá bola uskutočnená v rokoch 2007 – 2009. Jedná sa o prvú svojho druhu, ktorá je inšpirovaná poznatkami o vplyve podpätku na ľudský organizmus. Experiment bol zameraný na ženské pohlavie vzhľadom k danému druhu obuvi a veľkostnému číslu, ktoré boli skúmané. Ženy boli vo veku od 18 do 30 rokov. Meraniu predchádzalo hlavne zistenie priamej dĺžky chodidla, potom vek, telesná hmotnosť a výška ako aj meno a dátum narodenia. Priama dĺžka chodidla musela byť stanovená ešte pred začatím samotného experimentu, pretože bola rozhodujúcou veličinou vzhľadom k veľkostnému číslu obuvi. Stanovovala sa pomocou posuvného meradla, ktorým sa meria priama dĺžka chodidla. Do merania boli zahrnuté probandky s dĺžkou chodidla v rozmedzí 244 až 255 mm, ktorá zodpovedá veľkostnému číslu 39. Ďalej pre zistenie plochonožia boli urobené oblačky a obrisy nohy pomocou plantografu (Obr. 12).



Obr. 12. Plantograf.

Telesná hmotnosť a výška bola ďalším dôležitým ukazateľom. Bola stanovená pomocou tenzometrickej mostovej váhy. Pred samotným meraním sa váha automaticky vykalibrovala. Váha po ustálení zobrazila na displeji telesnú hmotnosť a prepnutím gombíka bola zobrazená telesná výška (Obr. 13).



*Obr. 13. Tenzo-
metrická mosto-
vá váha.*

Z týchto hodnôt bol vypočítaný index telesnej hmotnosti takzvané BMI (Tab. 4) podľa vzorca:

$$BMI = \frac{h [kg]}{v^2 [m^2]} \text{ kg/m}^2 \quad (3.1)$$

Kde h je telesná hmotnosť [kg] a v je telesná výška [m]. [59]

Tab. 4 Klasifikácia BMI. [59]

BMI [kg/m²]	Klasifikácia
< 18,5	podváha
18,5 -24,99	optimálna váha
25 -29,99	nadváha
30 -34,99	obezita 1. stupňa
35 -39,99	obezita 2. stupňa

Pri kvázistatickom meraní boli najskôr umiestnené profily formy na podložku vo vzdialenosti bedrových kĺbov každej probandky, tak aby keď sa probandka na dané formy postavila mohla zaujať stabilizovanú polohu

a podľa subjektívneho pocitu sa jej stálo pohodlne. Na formy boli umiestnené meracie stielky Pedar systému a na ne sa probandka postavila s nohou, ktorú mala obutú v polyamidovej (silonkovej) ponožke. Po zžití sa s postavením na formách z dreva a uskutočnením pár pokusov kroku na mieste - pohybu nohy na špičku a späť, bolo začaté samotné meranie. Formy boli usporiadané od najnižšieho podpätku (35 mm) až po najvyšší (75 mm) a od najnižšieho profilu zakrivenia klenkovej časti až po najvyšší. Systém novel database medical bol spustený a všetky potrebné hodnoty boli zaznamenané. Pre každú výšku podpätku a každý profil bolo urobené opakovanie trikrát na pravú a trikrát na ľavú nohu. Celý tento experiment trval okolo pól hodiny.

4.2 Dynamická časť experimentu

Pre dynamickú časť experimentu bola špeciálne vyrobená obuv. Výrobe obuvi predchádzalo zhotovenie kopýt, ktoré boli navrhnuté podľa nákresu obuvi. Obuv mala rovnaké konštrukčné riešenie, bola dámskeho lodičkového strihu so zapínacím pásikom cez priehlavok. Tento pásik slúžil na lepšie udržanie obuvi na nohe všetkým probandkám. Materiál použitý na obuv bola bravčová useň (Obr. 14). Špička obuvi bola zvolená mierne oblého tvaru a vnútorný priestor obuvi bol o 2 mm širší a vyšší aby mohla byť vložená meracia stielka Pedar systému a pritom bolo zachované veľkostné číslo a dostatočný vnútorný komfort obuvi.



Obr. 14. Obuv vyrobená pre experiment, pohľad zhora.

Rozdielna bola výška podpätku u všetkých piatich pároch obuvi, ktorá bola odstupňovaná nasledovne 30 mm, 40 mm, 55 mm, 65 mm a 75 mm (Obr. 15). Veľkostné číslo obuvi bolo 39. Podpätok bol drevený, potiahnutý usňou a vyrobený na mieru.



Obr. 15. Obuv vyrobená pre experiment - výška podpätkov [mm].

Pred samotný meraním boli do obuvi vložené stielky Pedar systému, probandky mali opäť na nohách obuté polyamidové ponožky (známe ako silonky), tak ako už sa spomínalo v kvázistatickej časti experimentu. Keď probandky urobili pár prvých krokov a mali podľa subjektívneho pocitu obuv dobrú obutú, bol zapnutý program v počítači na nahrávanie údajov (Obr. 16). Meranie sa začalo najskôr od páru obuvi s najnižšou výškou

podpätku a pokračovalo sa k najvyššej výške. Ako prvá bola zvolená chôdza po rovine dlhej 20 m. Potom nasledovala chôdza na schody a zo schodov, ktorých počet bol 8. Výška jedného schodu bola 14 cm a šírka 31,5 cm. Ako posledná bola chôdza po naklonenej rovine. U naklonenej roviny sa jednalo o časť chodby, ktorá spĺňala laboratórne podmienky v dĺžke 8,33 m a zo sklonom stúpania 10° . Všetky dráhy boli opakované tri krát kvôli väčšiemu zberu údajov a presnejšiemu vyhodnoteniu. Pred každým povrchom probandky najskôr nanečisto vyskúšali chôdzu v každom páre obuvi. Všetky údaje boli zaznamenané do počítača a pomocou štatistických metód vyhodnotenú a spracovanú do grafov.



Obr. 16. Dynamické meranie pri chôdzi zo schodov.

Ako u kvázistatickej časti experimentu tak aj pre dynamické meranie boli uskutočnené všetky dôležité metódy záznamu informácií o probandkách. Z tohto dôvodu nie sú znova v tejto kapitole uvedené.

5 VYHODNOTENIE NAMERANÝCH VÝSLEDKOV

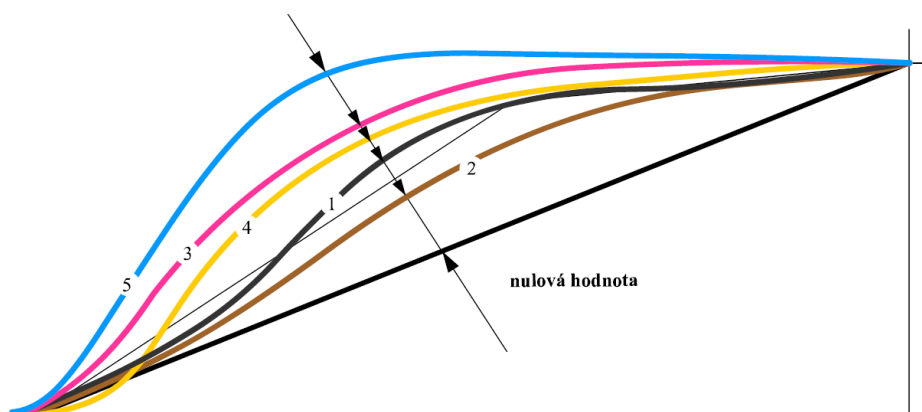
Všetky namerané veličiny boli uložené do pomocnej riadiacej pamäte počítača a následne boli exportované do Excelu kde boli štatistickou analýzou vyhodnotené. Výsledky boli spracované z hľadiska zlepšenia zrozumiteľnosti do grafov a tabuliek. Samotné vyhodnocovanie tak ako meranie bolo rozdelené na dve časti a to na dynamickú časť a kvázistatickú časť.

5.1 Meranie distribúcie síl a tlakov medzi nohou a profilmi formy kvázistatickou metódou

Kvázistatická časť experimentu pozostávala z merania nášľapných tlakov pomocou stielky PEDAR, ktorá zaznamenávala hodnoty kontaktnej plochy, maximálnej sily a maximálneho tlaku senzoricou plochou. Stielka bola umiestnená na profily foriem, ktoré boli nehybne položené na podložke. V priebehu merania bola chôdza imitovaná zdvíhaním päty do výšky cca 3 cm a následne jej poklesu späť, ktorý prešiel do celkového zaťaženia. Frekvencia medzi zdvihom päty a dosadnutím sa približovala bežnej chôdzi. Vďaka tejto simulácie chôdze na drevených formách, na ktorých bola umiestnená daná stielka boli namerané hodnoty tlakov medzi nohou a dreveným profilom. Probandky stúpali na 15. rôznych formách s odstupňovanou výškou podpätku a s piatimi rôznymi profilmi klenkovej časti. Každé meranie bolo opakované tri krát. Hodnoty pre ľavú nohu boli zaznamenané pomocou programu Novel a následne vyhodnotené. Výsledky boli znázornené do grafov a tabuliek (Obr. 18 - 26), (Tab. 6 - 14).

5.1.1 Zmeny kontaktnej plochy v závislosti na rôzne výšky podpätku a rôzne zakrivenia klenkovej časti profilu formy pri kvázistatickom zaťažení

Namerané priemerné hodnoty kontaktnej plochy boli odčítané z oblastí jednotlivých masiek a boli vložené do tabuliek (Tab. 6 - 8) a grafov (Obr. 18 - 20). Pre vyhodnotenie bola použitá metóda vzdialenosti krivky profilu od zvolenej nulovej hodnoty, profil č. 1 – štandardný, profil č. 2 – veľmi nízky, profil č. 3 – vymyslený, profil č. 4 – podľa ľudskej nohy a profil č.5 – veľmi vysoký (Obr. 17) a (Tab. 5).



Obr. 17. Profil s úsečkou zvolenej nulovej hodnoty.

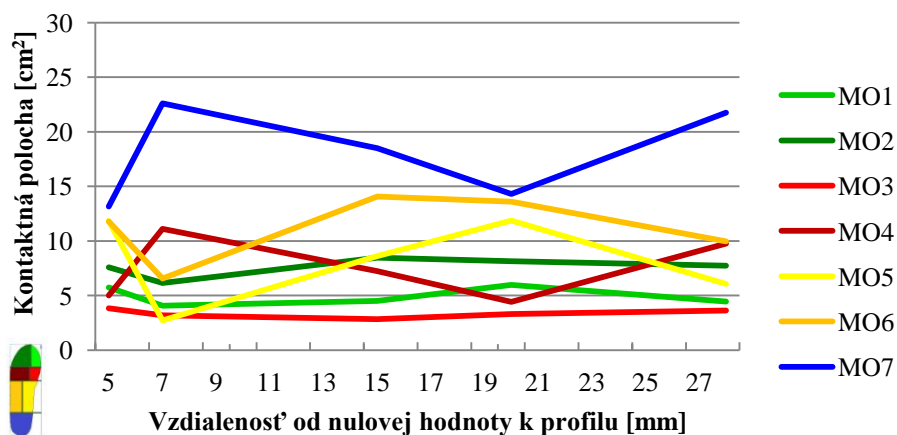
Tab. 5 Hodnoty vzdialenosti zakrivenia klenkovej časti formy od nulovej hodnoty a označenie čísla profilu a výšky podpätku.

Výška podpätku [mm]- číslo profilu	Vzdialenosť od nulovej hodnoty k profilu [mm]	Výška podpätku [mm]- číslo profilu	Vzdialenosť od nulovej hodnoty k profilu [mm]	Výška podpätku [mm]- číslo profilu	Vzdialenosť od nulovej hodnoty k profilu [mm]
35-2	5	55-2	10	75-2	5
35-1	7	55-1	17	75-1	14
35-4	15	55-4	22	75-4	26
35-3	20	55-3	24	75-3	30
35-5	28	55-5	33	75-5	37

V prípade merania najnižšej výšky podpätku 35 mm sú viditeľné vyššie hodnoty pre oblasť pätnej časti - MO7, ktoré oscilujú od 14 mm² do 23 mm². U ďalších vybratých častí masky sa menia hodnoty kontaktnej plochy v závislosti na miere prehnutia profilu klenkovej časti formy. Pre dané charaktery priebehu nie je možné nájsť logické vysvetlenie (Tab. 6) a (Obr. 18).

Tab. 6. Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 35 mm.

Vzdialenosť od nulovej hodnoty k profilu [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
5	5,74	7,58	3,84	5,00	11,85	11,78	13,16
7	4,05	6,16	3,18	11,10	2,73	6,57	22,61
15	4,50	8,47	2,83	7,22	8,60	14,08	18,49
20	5,96	8,15	3,31	4,43	11,88	13,61	14,31
28	4,44	7,74	3,63	9,75	6,06	9,95	21,75

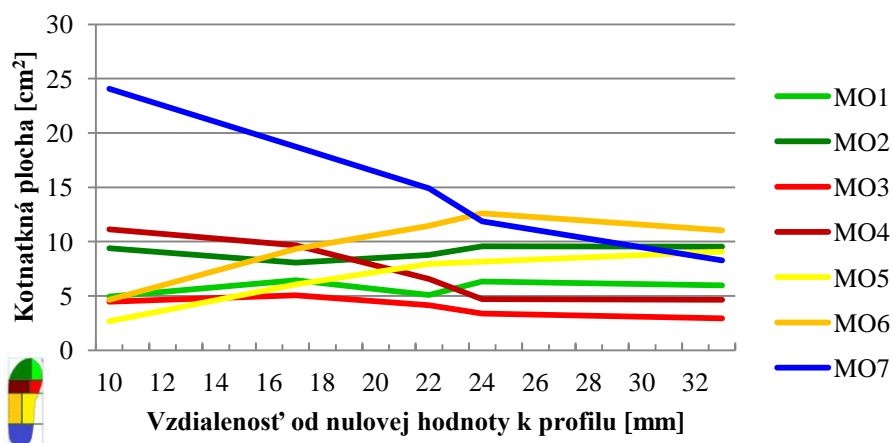


Obr. 18. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 35 mm.

U výšky podpätku 55 mm sú hodnoty kontaktnej plochy uvedené v tabuľke (Tab. 7) a grafe (Obr. 19). U tejto výšky podpätku sú výraznejšie zmeny v segmente masky MO7 (pätná časť), kde dochádza ku znižovaniu hodnôt kontaktnej plochy v závislosti na výške prehnutia klenkovej časti profilu z 24 mm na 8 mm. Naopak u oblastí masky MO5 (laterálna časť klenku) a MO6 (mediálna oblasť klenku) hodnoty kontaktnej plochy stúpajú v závislosti na hodnote vzdialenosti krivky profilu od nulovej hodnoty. A taktiež v metatarzálnnej oblasti (MO3 a MO4) je viditeľný pozvoľný pokles kontaktnej plochy vzhľadom k narastajúcemu profilu zakrivenia klenku. Tento trend bol popísaný v prácach ORDELTOVÉ a CHJON NUNG SU a potvrdzoval by pravidlá, ktoré sú používané dizajnérmi obuvníckych kopýt pre obuv s vyšším podpätkom (kde s narastajúcou výškou podpätku je konštrukčne riešené zúženie obuvi v oblasti obvodu prstných kĺbov (OPK)). Tieto úpravy boli zdôvodňované potrebou eliminovať vyzúvanie obuvi.

Tab. 7. *Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 55 mm.*

Vzdialenosť od nulovej hodnoty k profilu [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
10	4,93	9,38	4,47	11,12	2,67	4,63	24,06
17	6,45	8,07	5,06	9,64	6,06	9,33	18,73
22	5,09	8,77	4,15	6,58	7,94	11,45	14,91
24	6,32	9,58	3,37	4,71	8,16	12,59	11,88
33	5,97	9,55	2,94	4,64	9,05	11,06	8,27



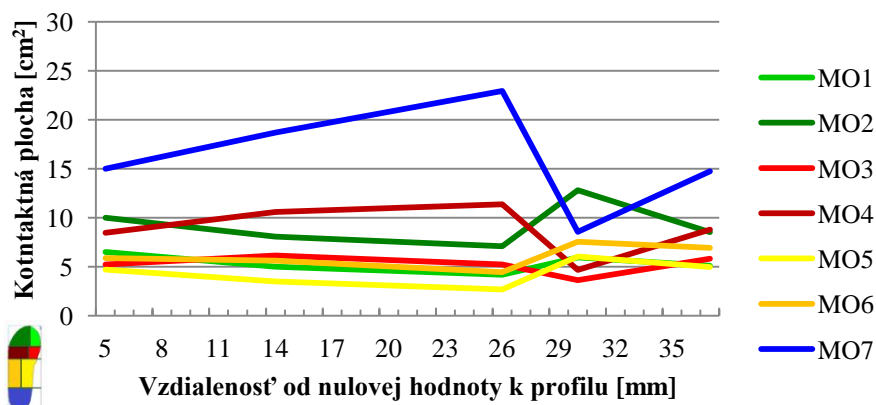
Obr. 19. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 55 mm.

V prípade najvyššej meranej výšky podpätku 75 mm (formy s výškou podpätku) dochádza k inému javu hlavne pre oblasť päty MO7. Kontaktná plocha najskôr rastie až do výšky prehnutia 26 mm, prudko klesá u formy s prehnutím na 30 mm a opäť sa zvyšuje pre výške zakrivenia 37 mm. Ostatné plochy takýto rozptyl nevykazujú, zaujímavé je, že k poklesu plochy v oblasti OPK dochádza až medzi hodnotami profilu krivky v 26 mm – 30 mm (Tab. 8) a (Obr. 20).

V porovnaní s predchádzajúcimi popísanými grafmi je zložité dohľadať nejakú zákonitosť, trend či iné vzťahy, ktoré by boli využiteľné pri praktickom navrhovaní tvaru kopýt.

Tab. 8. Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 75 mm.

Vzdialenosť od nulovej hodnoty k profilu [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
5	6,48	10,00	5,21	8,45	4,70	5,86	14,99
14	4,99	8,07	6,13	10,59	3,49	5,62	18,69
26	4,18	7,07	5,23	11,36	2,68	4,43	22,93
30	5,95	12,78	3,62	4,66	6,05	7,54	8,56
37	5,09	8,52	5,79	8,79	4,95	6,92	14,73



Obr. 20. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 75mm.

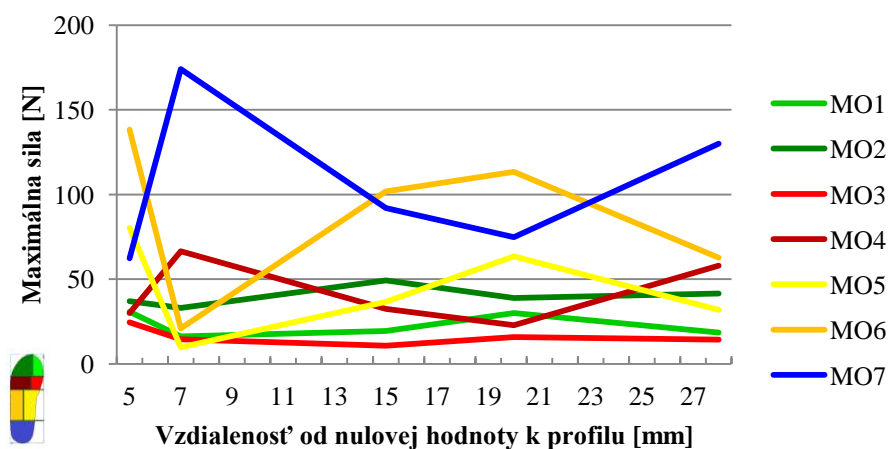
5.1.2 Zmeny maximálnej sily v závislosti na rôzne výšky podpätku a rôzne zakrivenia klenkovej časti profilu formy pri kvázistatickom zaťažení

U najnižšej výšky meraného podpätku 35 mm je možné pozorovať nárast hodnôt maximálnej sily u masiek MO7 (pätná časť) a MO4 (II. až V. metatarz) predovšetkým v prípade najmenej vzdialenosti profilu od nulovej hodnoty (najnižší profil č. 2 teda 7 mm). U ďalších sledovaných plôch

masky dochádza k poklesu maximálnej sily až do vzdialenosti od nulovej hodnoty 20 mm a následne nárastu u najvyššie postaveného zakrivenia profilu vo vzdialenosti 28 mm. Stojí za zmienku, že v oblasti MO3 – I. metatarzu nie sú zistené významné zmeny hodnôt maximálnej sily v závislosti na profile zakrivenia klenkovej časti formy (Tab. 9) a (Obr. 21).

Tab. 9. Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálnej sily nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 35 mm.

Vzdialenosť od nulovej hodnoty k profilu [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
5	30,73	37,06	24,57	29,99	80,36	138,33	62,41
7	16,15	33,00	14,50	66,49	9,69	21,01	174,13
15	19,48	49,30	10,63	32,39	36,52	101,83	91,95
20	30,01	38,86	15,73	22,79	63,53	113,43	74,73
28	18,45	41,45	14,23	57,97	31,91	62,76	130,00

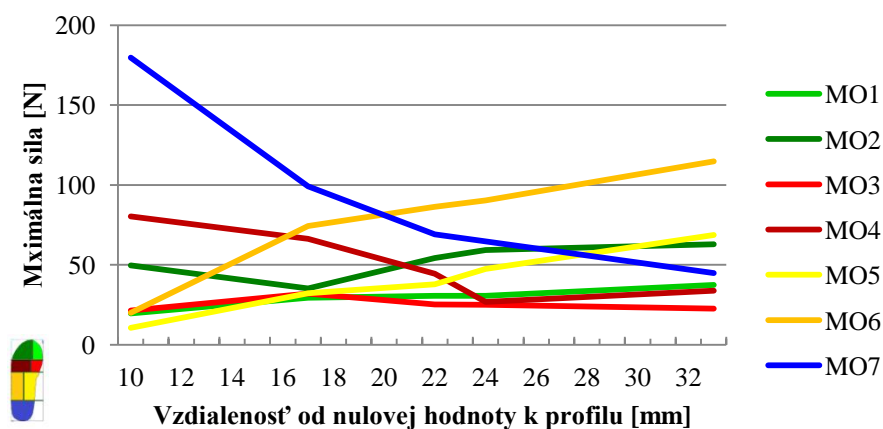


Obr. 21. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálnej sily nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 35 mm.

U výšky podpätku 55 mm je viditeľný pokles hodnôt maximálnej sily v oblasti MO4 (II. a V. metaraz) a MO7 (oblasť päty) so zvyšujúcou sa hodnotou vzdialenosti od nulového bodu profilu. Naopak k nárastu maximálnej sily dochádza u masiek MO1 (palec), MO2 (II. až V. prst) a klenková oblasť masky (MO5 a MO6). Oblasť I. metatarzu (MO3) vykazuje aj pokles aj nárast hodnôt maximálnej sily v závislosti na vzdialenosti profilu zakrivenia od nulovej hodnoty (Tab. 10) a (Obr. 22).

Tab. 10. Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálnej sily nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 55 mm.

Vzdialenosť od nulovej hodnoty k profilu [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
10	19,64	49,67	21,37	80,33	10,56	20,03	179,72
17	29,37	35,17	32,04	66,36	32,28	74,18	99,11
22	30,59	54,32	25,15	44,48	37,82	86,39	69,11
24	30,54	59,35	25,04	26,72	47,41	90,33	64,57
33	37,46	62,90	22,57	33,89	68,62	114,77	44,92

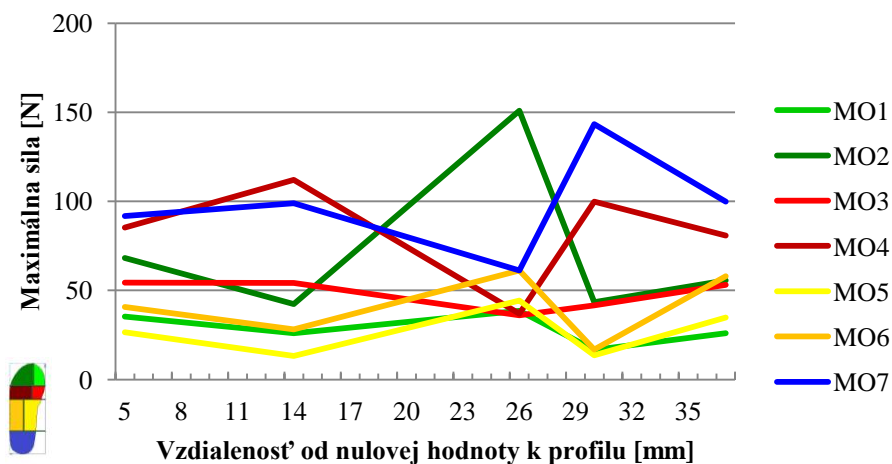


Obr. 22. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálnej sily nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 55 mm.

U najvyššej meranej výšky podpätku 75 mm je rozdiel medzi maximálnymi a minimálnymi hodnotami u masiek v oblasti prstov - MO2, metatarzálny oblasti - MO4 a v oblasti päty - MO7. Oblasť I. metatarzu - MO3 len mierne osciluje okolo hodnôt maximálnej sily cca 50,55 N. Opäť je zložitá nájsť logiku medzi maximálnou silou a zvyšujúcou sa hodnotou vzdialenosti od nulového bodu k profilu krivky (Tab. 11) a (Obr. 23).

Tab. 11. Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálnej sily nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 75 mm.

Vzdialenosť od nulovej hodnoty k profilu [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
5	35,30	68,25	54,33	85,29	26,55	40,65	91,76
14	25,96	42,28	54,25	112,02	13,31	28,24	98,98
30	16,59	43,36	41,61	99,88	13,60	16,76	143,41
26	38,63	150,95	36,06	37,02	44,30	61,29	61,23
37	25,92	55,70	53,21	80,89	34,75	57,95	99,79



Obr. 23. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálnej sily nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 75 mm.

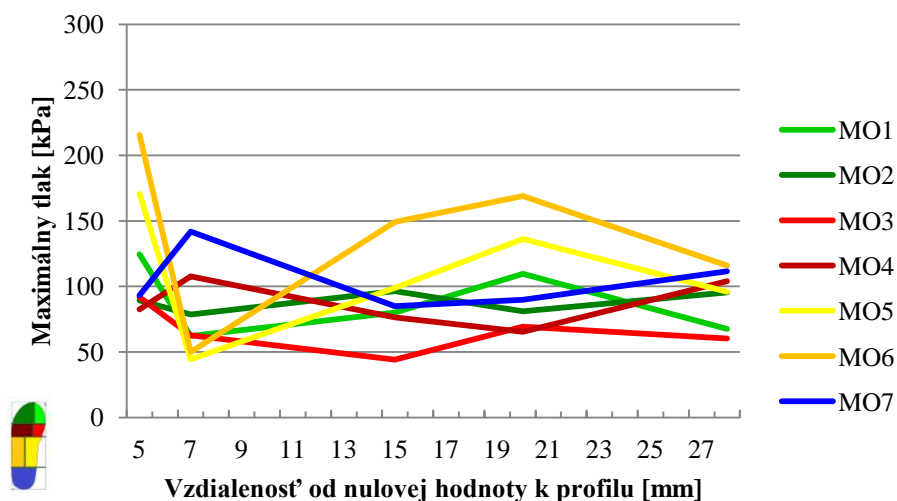
5.1.3 Zmeny maximálneho tlaku v závislosti na rôzne výšky podpätku a rôzne zakrivenia klenkovej časti formy pri kvázistatickom zaťažení

Vzhľadom k tomu, že sa v kvázistatických meraniach menili hodnoty kontaktnej plochy a maximálnej sily bolo prihliadnuté k analýze distribúcie lokálnych tlakov podľa vzdialenosti od nulovej hodnoty k danému profilu zakrivenia klenkovej časti (Tab. 12 - 14), (Obr. 24 - 26).

U najnižšej meranej výšky podpätku 35 mm je možné vidieť optimálnejšie rozloženie maximálneho tlaku pre vzdialenosť od nulovej hodnoty k profilu č.5 - 28 mm (Tab. 12) a (Obr. 24). Tu dochádza k poklesu hodnôt maximálneho tlaku v oblasti MO3 (I. metatarz) a nárastu maximálneho tlaku v klenkovej časti masky (MO5 a MO6) a oblasti päty - MO7. Tým je viditeľné poníženie maximálneho tlaku v metatarzálny oblasti a následná distribúcia tlakov do klenkovej a pätovej časti plosky nohy. Ostatné profily sa javia ako nie veľmi vhodné vzhľadom k nerovnomernosti distribúcie tlakov do jednotlivých oblastí masky.

Tab. 12. Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálneho tlaku nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 35 mm.

Vzdialenosť od nulovej hodnoty k profilu [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
5	124,60	89,41	91,74	82,40	170,70	215,51	93,33
7	62,28	78,47	62,63	107,67	44,40	49,94	141,74
15	80,00	96,35	44,14	76,50	98,95	149,20	84,83
20	109,54	81,14	69,19	65,49	136,21	168,87	89,70
28	67,69	95,49	60,14	103,94	95,83	116,08	111,50

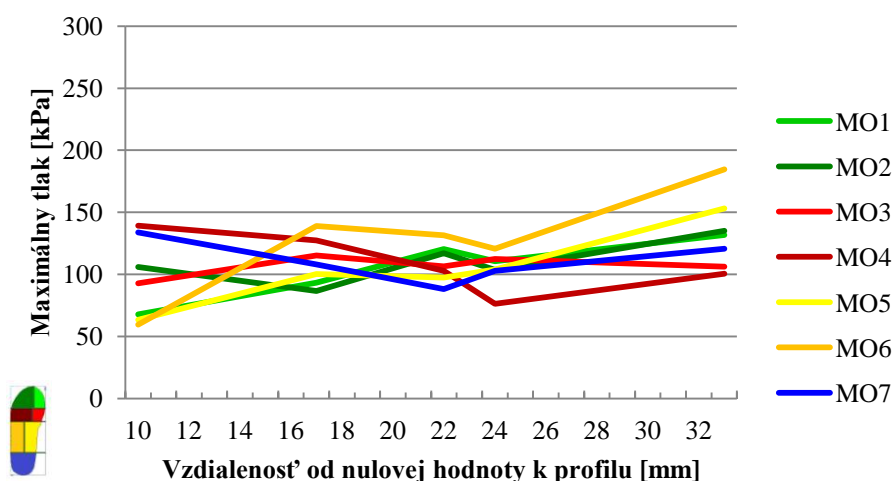


Obr. 24. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálneho tlaku nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 35 mm.

Vyhodnotenie pre výšku podpätku 55 mm je úplne iné ako pre výšku podpätku 35 mm. Pri porovnaní vzdialeností krivky od nulového bodu k profilu vychádza ako najviac optimálny profil č.3 so vzdialenosťou od nulovej hodnoty 24 mm. Tu dochádza k poklesu tlaku v oblasti MO4 (II. a V. metatarz) ďalej nárastu hodnôt tlaku v maske klenkovej časti - MO5 a MO6. Masky v oblastiach I. metatarzu - MO1, prstov - MO2 a päty - MO7 nevykazujú extrémne vysokú hodnotu maximálneho tlaku. V oblasti I. metatarzu - MO3 je maximálny tlak oproti časti ostávajúcich metatarzov - MO4 vyšší, ale stále jeho hodnota nie je alarmujúco vysoká (Tab. 13) a (Obr. 25).

Tab. 13. Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálneho tlaku nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 55 mm.

Vzdialenosť od nulovej hodnoty k profilu [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
10	67,64	105,88	92,75	139,25	63,31	59,48	133,80
17	93,35	86,70	115,34	127,35	100,23	138,94	108,01
22	120,49	117,15	106,56	102,95	97,51	131,41	88,22
24	110,55	103,68	112,37	76,23	103,86	120,71	102,75
33	131,80	135,00	106,10	100,55	153,21	184,51	120,56



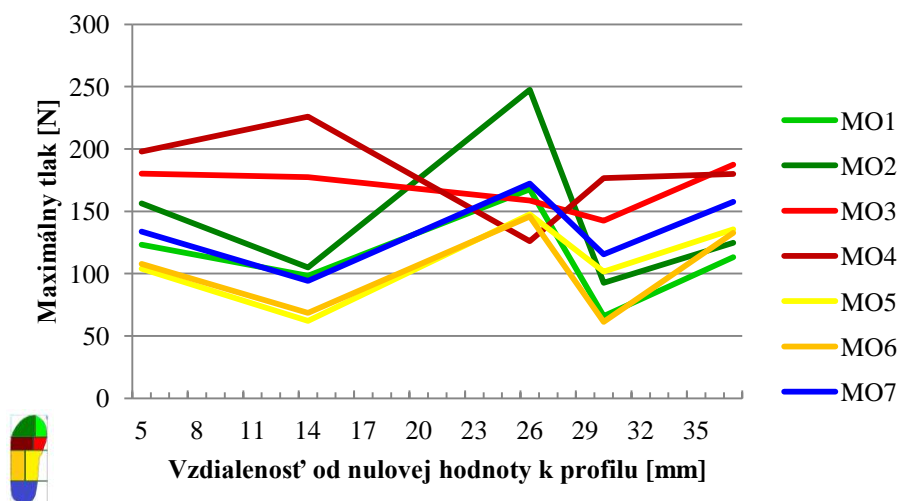
Obr. 25. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálneho tlaku nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 55 mm.

Pre najvyššiu meranú výšku podpätku 75 mm je najvhodnejším profilom zakrivenia č.4 - hodnota od nulovej veličiny ku krivke 26 mm. Kde dochádza k rozloženiu tlakov takmer rovnomerne ako je možné vidieť na obrázku (Obr. 26). Najvyššiu hodnotu maximálneho tlaku je možné pozorovať v oblasti MO2 (II. až V. prst), kde táto hodnota je

247,45 kPa (Tab. 14). Túto hodnotu je nutné považovať za vysokú s možným rizikom poškodzovania nôh s prihliadnutím ku skutočnosti, že maximálny tlak zaťažuje oblasť prstov (II. až V. prst) a môže spôsobiť ich deformácie. Pre výšku podpätku 75 mm pomocou vyhodnotenia vzdialenosti krivky od nulovej hodnoty nie je možné presne určiť najoptimálnejší profil zakrivenia keďže hodnoty maximálneho tlaku sú príliš vysoké v porovnaní medzi danými maskami. U zvyšných profilov dochádza k extrémnym nárastom a poklesom v určitých oblastiach masky, v porovnaní s ostatnými časťami plochy nohy.

Tab. 14. Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálneho tlaku nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 75 mm.

Vzdialenosť od nulovej hodnoty k profilu [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
5	123,23	156,22	180,31	197,90	103,96	107,90	133,74
14	98,25	104,99	177,43	226,05	62,09	68,49	94,28
30	66,00	92,51	142,53	176,62	101,57	61,39	115,59
26	167,75	247,45	158,58	126,13	147,49	145,89	172,27
37	113,06	124,81	187,50	179,86	135,55	132,67	157,70



Obr. 26. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálneho tlaku nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 75 mm.

5.1.4 Zhrnutie výsledkov merania distribúcie síl a tlakov medzi nohou a profilmi formy kvázistatickou metódou

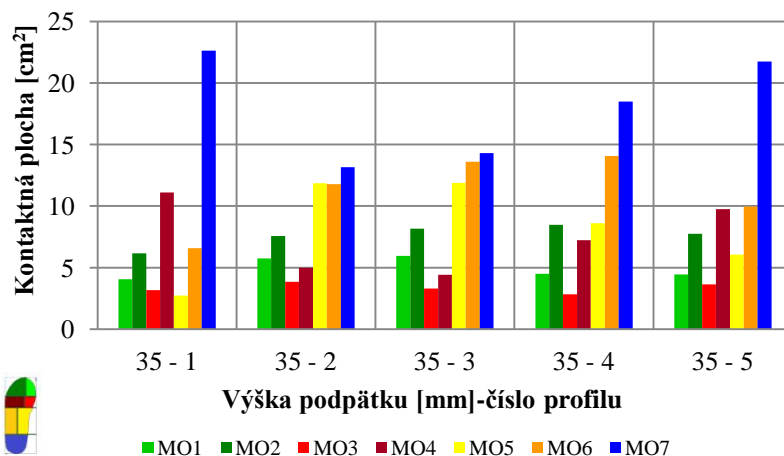
Z vyššie popísaných hodnotení môžu byť vyvodené tieto závery: priebehy hodnôt na výtýpaných závislostiach profilu zakrivenia formy a rôznej výšky podpätku vykazujú nelogické a obtiažne vysvetliteľné postupnosti, z čoho možno vyvodit' tvrdenie, že sa nepodarilo zahrnúť do vyhodnotenia experimentu silnejší faktor, ktorý sledované parametre ovplyvňuje.

Obecne sa predpokladá, že s narastajúcou výškou podpätku sa odľahčuje záťaž v päte a presúva sa do obvodu prstných kĺbov. Pre toto tvrdenie boli vybrané dané masky rozdelenia nášľapnej časti, ktoré sú uvádzané v predchádzajúcich kapitolách. Logický priebeh závislosti na výške podpätku a profilov zakrivenia klenku foriem sa nepodarilo nájsť ako pri analýze hodnôt, tak aj pri súhrnom vyjadrení kontaktnej plochy pomocou gra-

fov (Obr. 27 - 30) a tabuľky (Tab.15). U maximálnej sily a maximálneho tlaku bol priebeh hodnôt rovnako obtiažne vysvetliteľný ako u kontaktnej plochy.

Tab. 15 Hodnoty vplyvu výšky podpätku a profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení.

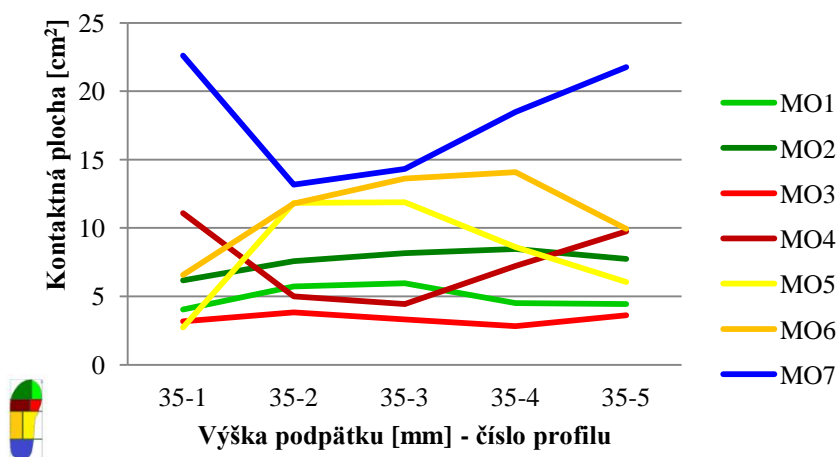
Výška podpätku [mm]- číslo profilu	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
35-1	4,05	6,16	3,18	11,10	2,73	6,57	22,61
35-2	5,74	7,58	3,84	5,00	11,85	11,78	13,16
35-3	5,96	8,15	3,31	4,43	11,88	13,61	14,31
35-4	4,50	8,47	2,83	7,22	8,60	14,08	18,49
35-5	4,44	7,74	3,63	9,75	6,06	9,95	21,75



Obr. 27. Vplyv výšky podpätku a profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení pomocou stĺpcového grafického vyjadrenia.

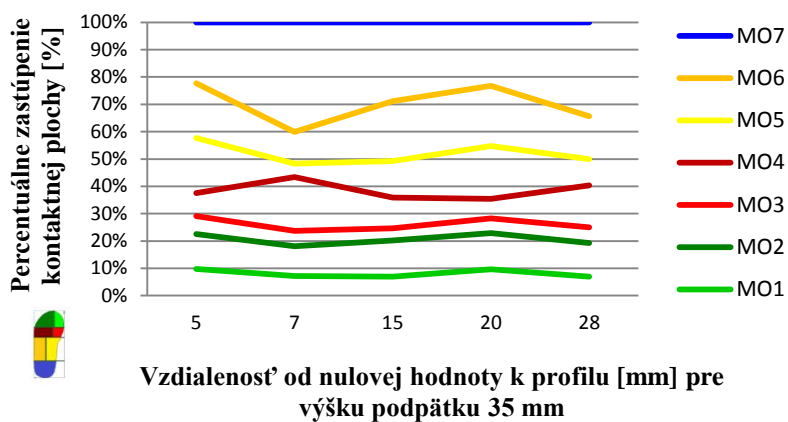
Vzhľadom k tomu, že vyššie uvedený grafický výstup (Obr. 27) sa neľahko hodnotí, bola vypracovaná iná forma grafu, v ktorom bola kontaktná plocha zobrazená pomocou lineárneho grafu (Obr. 28). Tento grafický

výstup zreteľnejšie potvrdzuje, že sa kontaktná plocha jednotlivých oblastí pri kvázistatickom meraní opäť mení a obtiažne vyhodnocuje.



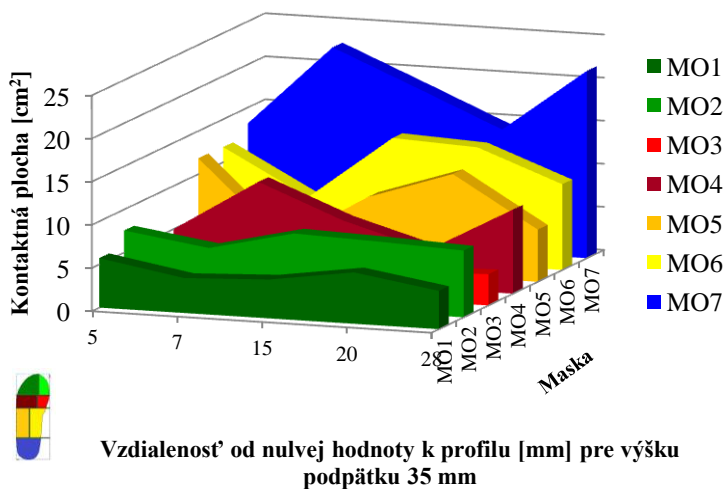
Obr. 28. Vplyv výšky podpätku a profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení pomocou lineárneho grafického vyjadrenia.

Z percentuálneho zobrazenia grafického vplyvu zakrivenia profilu klenkovej časti a výšky podpätku na hodnoty kontaktnej plochy je viditeľná nestálosť hodnôt. Tak ako v predchádzajúcich prípadoch aj v tomto sú vidieť rozptyly kontaktnej plochy v daných profiloch, z čoho vyplýva, že je obtiažne nájsť logickú spojitosť (Obr. 29).



Obr. 29 *Percentuálne zastúpenie vplyvu výšky podpätku a profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení.*

Posledným možným grafickým znázornením ako poukázať na zložitosť nájst' spojitý faktor pri vyhodnocovaní vplyvu kontaktnej plochy na profil zakrivenia ako aj výšku podpätku u jednotlivých rozdelení masky je pomocou vzdialenosti od nulovej hodnoty k profilu (Obr. 30).



Obr. 30. Vplyv vzdialenosti od nulovej hodnoty k profilu na kontaktnú plochu u jednotlivých masiek rozdelenia plošky nohy.

Podľa vyššie uvedených hodnôt ako aj grafických spracovaní je jasne viditeľná nemožnosť presne určiť, ktorý profil zakrivenia bude pre vybratú výšku podpätku najviac vyhovujúci. Tým nie je možné štandardizovať úpravu zlepšenia distribúcie tlakov a síl v obuvi s vysokým podpätkom.

5.2 Meranie distribúcie síl a tlakov medzi nohou a uzavretou obuvou dynamickou metódou

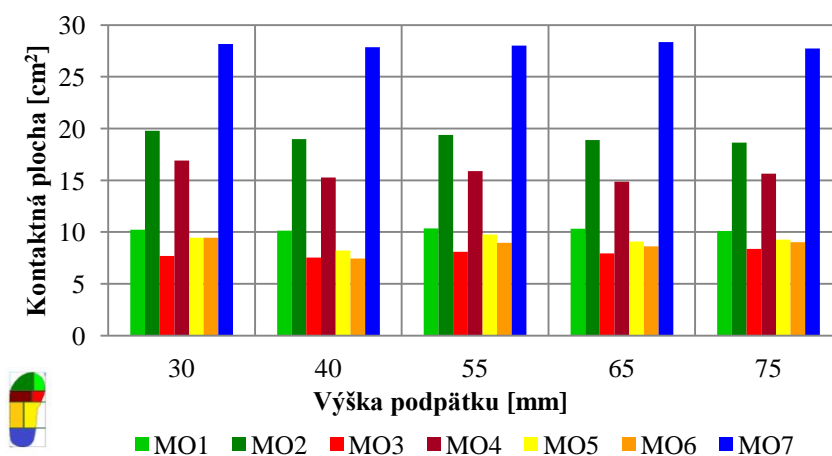
Dynamická časť experimentu pozostávala s merania nášľapných tlakov stielkou so senzormi Pedar systému, ktorá bola vkladaná do skúmanej obuvi. Celkom 54 probandiek chodilo v obuvi po troch rôznych dráhach v laboratórnych podmienkach: po rovine, po schodoch a po naklonenej rovine. Meranie bolo opakované pre každú dráhu tri krát, pričom v prípade schodov a naklonenej roviny sa rozlišovala chôdza hore a dole. Hodnoty kontaktnej plochy, maximálneho tlaku a sily pre ľavú nohu boli zaznamenané a následne vyhodnotené softwarom Novel. Výsledky boli spracované do grafov (Obr. 31 - 46) a tabuliek (Tab. 16 - 30).

5.2.1 Zmeny kontaktnej plochy v závislosti na rôzne výšky podpätku pri dynamickom zaťažení

Ako je možné vidieť v nižšie uvedených grafoch a tabuľkách kontaktná plocha nohy na stielku v uzatvorenej obuvi sa v závislosti na rôznej výške podpätku prakticky nemení (Obr. 31), (Tab. 16) a to pri všetkých vybraných plochách masky (MO1 – MO7). Táto skutočnosť je nepriamym potvrdením, že experiment bol uskutočnený správne, a že rušivé vplyvy sú vylúčené. S prihliadnutím k predchádzajúcemu experimentu (kvázistatickej metóde merania), kde sa jednotlivé plochy oblastí masky štatisticky významne menili, je dôležité zdôrazniť, že v uzavretej obuvi k tomuto efektu nemôže dôjsť a existencia minimálnych rozdielov v plochách masiek je obecné považovaná za dôkaz, že experiment bol uskutočnený správne, nevyskytujú sa v ňom rušivé vplyvy a nepracovalo sa s nereálnymi hodnotami.

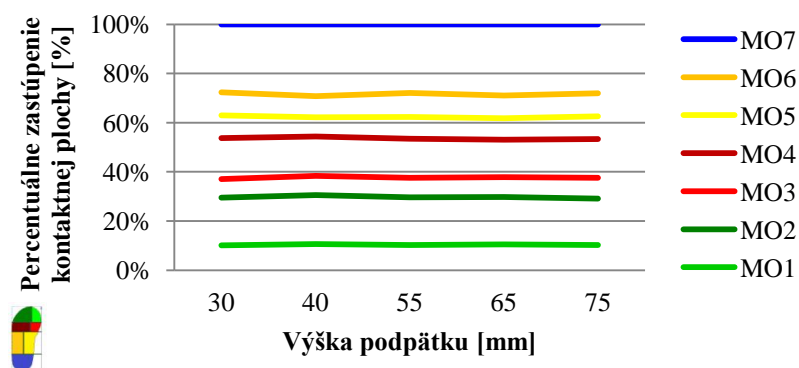
Tab. 16. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre kontaktnú plochu pri chôdzi na rovine.

Výška podpätku [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
30	10,23	19,80	7,70	16,90	9,46	9,46	28,18
40	10,12	18,96	7,53	15,25	7,43	8,22	27,86
55	10,34	19,37	8,08	15,88	8,95	9,75	28,02
65	10,31	18,89	7,94	14,87	8,60	9,09	28,35
75	10,10	18,64	8,36	15,65	9,02	9,28	27,75



Obr. 31. Vplyv výšky podpätku na nohu pre kontaktnú plochu pri chôdzi po rovine.

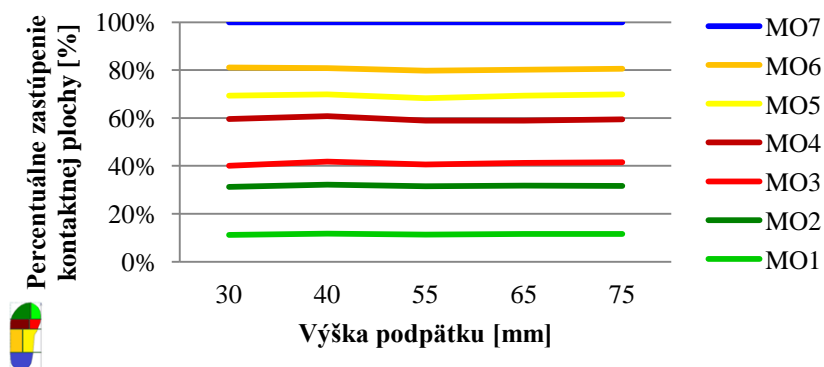
Vzhľadom k tomu, že tento grafický výstup sa neľahko hodnotí, bola vypracovaná iná forma grafu, v ktorom bola kontaktná plocha jednotlivých segmentov prepočítaná na percentuálny podiel celkovej kontaktnej plochy (Obr. 32). Tento grafický výstup zreteľnejšie potvrdzuje, že sa kontaktná plocha jednotlivých oblastí v priebehu chôdze po rovine nemení. Podobne boli spracované aj závislosti pri chôdzi po schodoch a zo schodov ako aj na a z naklonenej roviny (Obr. 32 - 36) (Tab.16 - 20).



Obr. 32. Percentuálne zastúpenie kontaktnej plochy pre vybrané oblasti nohy pri chôdzi po rovine.

Tab. 17. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre kontaktnú plochu pri chôdzi po schodoch.

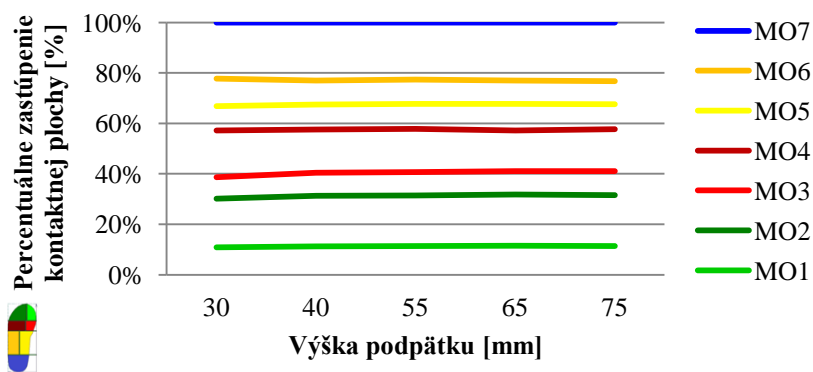
Výška podpätku [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
30	10,24	18,56	8,11	17,97	8,96	10,77	17,45
40	10,22	18,00	8,38	16,67	7,96	9,54	16,79
55	10,09	17,79	8,16	16,19	8,28	10,22	17,93
65	10,08	17,45	8,27	15,29	8,99	9,39	17,19
75	10,05	17,29	8,59	15,55	8,97	9,31	16,82



Obr. 33. Percentuálne zastúpenie kontaktnej plochy pre vybrané oblasti nohy pri chôdzi po schodoch.

Tab. 18. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre kontaktnú plochu pri chôdzi zo schodov.

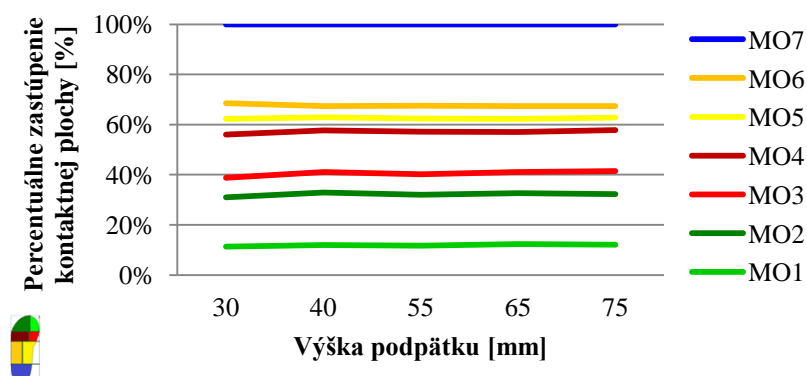
Výška podpätku [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
30	10,32	18,27	8,09	17,56	9,24	10,29	21,17
40	10,48	18,60	8,47	15,91	9,29	8,85	21,35
55	10,37	18,43	8,41	15,72	9,06	8,79	20,75
65	10,41	18,49	8,39	14,72	9,51	8,48	20,90
75	10,38	18,49	8,74	15,19	9,15	8,32	21,33



Obr. 34. Percentuálne zastúpenie kontaktnej plochy pre vybrané oblasti nohy pri chôdzi zo schodov.

Tab. 19 Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre kontaktnú plochu pri chôdzi z naklonenej roviny.

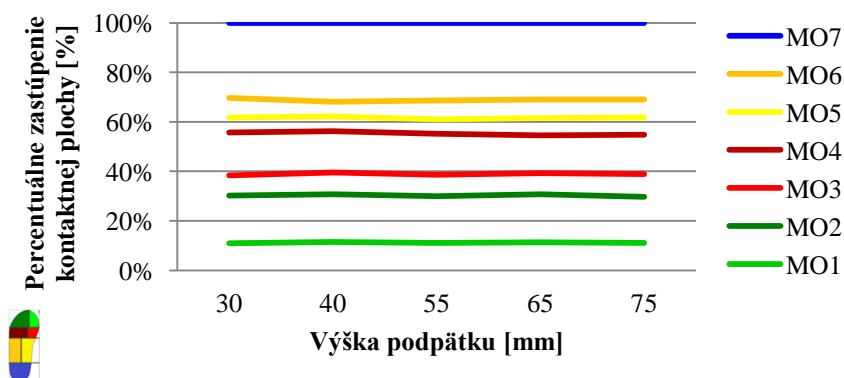
Výška podpätku [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
30	10,46	18,28	7,18	15,92	5,81	5,81	29,13
40	10,76	18,80	7,31	14,98	4,66	4,01	29,31
55	10,53	18,36	7,41	15,34	4,69	4,67	29,28
65	10,54	17,47	7,18	13,66	4,48	4,38	27,92
75	10,48	17,53	7,98	14,20	4,28	4,06	28,25



Obr. 35. Percentuálne zastúpenie kontaktnej plochy pre vybrané oblasti nohy pri chôdzi z naklonenej roviny.

Tab. 20. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre kontaktnú plochu pri chôdzi na naklonenú rovinu.

Výška podpätku [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
30	10,22	17,90	7,68	16,12	5,67	7,33	28,27
40	10,03	16,84	7,71	14,47	5,20	5,24	27,81
55	9,83	16,80	7,65	14,71	5,20	6,74	27,85
65	10,08	17,14	7,64	13,46	6,15	6,65	27,47
75	10,03	16,85	8,25	14,38	6,30	6,63	27,97



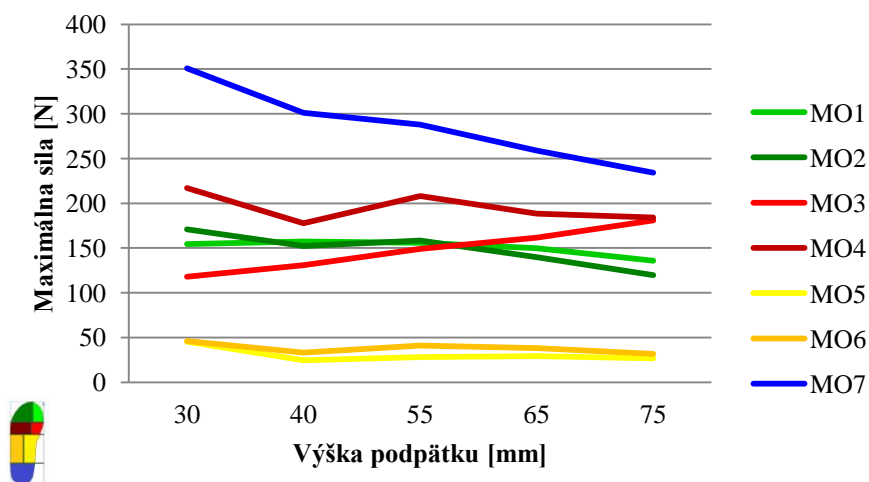
Obr. 36. Percentuálne zastúpenie kontaktnej plochy pre vybrané oblasti nohy pri chôdzi na naklonenú rovinu.

5.2.2 Zmeny maximálnej sily v závislosti na rôzne výšky podpätku pri dynamickom zaťažení

Hodnoty maximálnej sily v oblasti päty - MO7 a v oblasti metatarzálnnej - MO4 pri chôdzi po rovine sú klesajúce. Naopak maximálna sila v oblasti MO3 (I.metatru) je narastajúca so zvyšujúcou sa výškou podpätku. Medzi oblasti, kde maximálna sila vzhľadom k meniacej sa výške podpätku nevykazuje jednoznačný nárast ani pokles patria: MO1 (oblasť palca), MO2 (oblasť ostatných prstov), a klenková oblasť (MO5 a MO6). Z obrázku je zreteľné, že pri nižšom podpätku je oblasť päty zapojovaná viac ako metatarzálna časť pri chôdzi (Obr. 37), (Tab. 21). Táto skutočnosť je považovaná za zdravú, pretože pätná kosť je najsilnejšou kosťou na nohe a je schopná odolávať záťaže nášľapných síl.

Tab. 21. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálnu silu pri chôdzi po rovine.

Výška podpätku [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
30	154,43	170,81	117,93	216,88	45,15	45,93	351,02
40	157,15	152,34	130,73	177,74	24,59	33,16	301,30
55	155,96	158,48	149,04	208,13	28,03	41,13	288,06
65	149,91	139,94	161,70	188,44	29,07	38,20	258,87
75	135,91	119,65	180,96	184,19	26,88	31,72	234,14

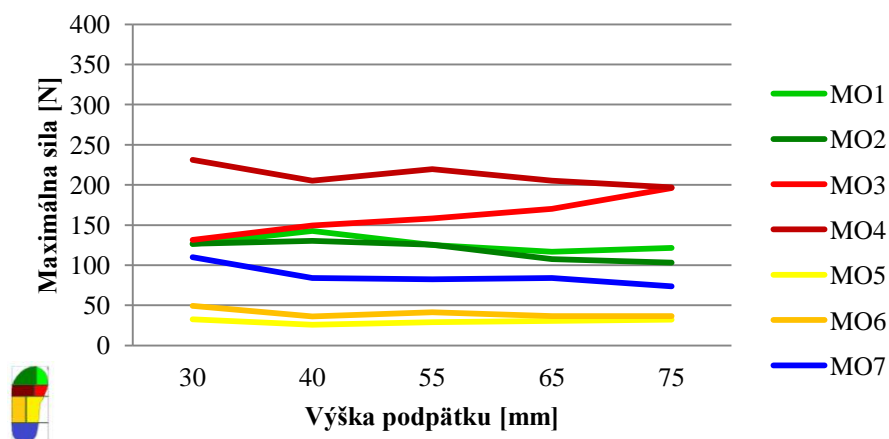


Obr. 37. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálnu silu pri chôdzi po rovine.

Pri chôdzi po schodoch sú hodnoty maximálnej sily narastajúce v metatarzálnej časti nohy, konkrétne v oblasti I. metatarzu - MO3. Veľičina maximálnej sily je takmer nemeniac sa u segmentov MO1 (palec) a klenkovej časti masky – MO5, MO6 (Obr. 38). Keďže pri chôdzi po schodoch vo väčšine prípadov nedochádza ku kontaktu nohy v pätovej oblasti – MO7, táto oblasť vykazuje tiež výrazný pokles maximálnej sily až o 36,08 N (Tab. 22).

Tab. 22. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálnu silu pri chôdzi po schodoch.

Výška podpätku [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
30	126,45	126,73	131,37	231,09	32,42	49,13	109,85
40	142,72	130,35	149,57	205,29	25,64	36,08	84,19
55	125,26	125,38	158,33	219,75	28,87	41,40	82,42
65	116,78	107,38	170,34	205,18	30,67	36,75	84,10
75	121,40	103,03	195,96	196,99	32,33	36,48	73,77

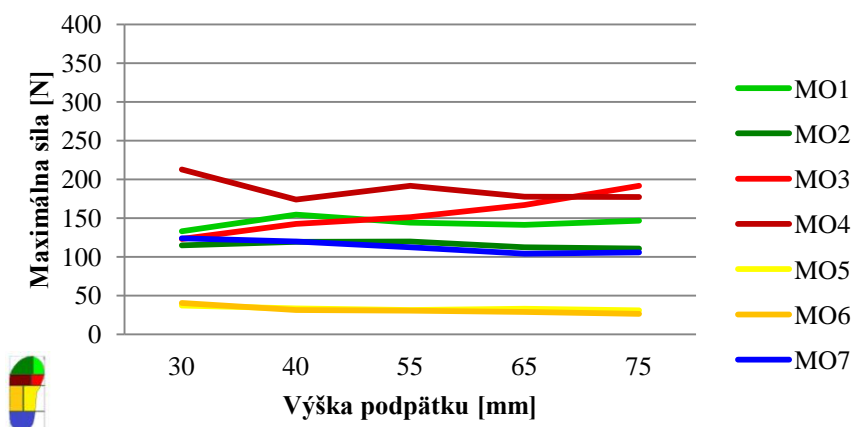


Obr. 38. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálnu silu pri chôdzi po schodoch.

Pri chôdzi zo schodov je výrazne narastajúca hodnota maximálnej sily v prednej časti nohy u segmentu MO3 (I. metatarz). V ostatných oblastiach: MO1 a MO2 – oblasť prstov, a klenkovej časti masky - MO5, MO6 nie je pozorovaný výrazný pokles či nárast maximálnej sily voči meniacej sa výške podpätku (Obr. 39). Opäť v pätovej časti je výraznejší pokles hodnôt maximálnej sily, čím sa potvrdilo, že probandy vo viacerých prípadoch zapojovali len prednú časť nohy pri chôdzi (Tab. 23).

Tab. 23. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálnu silu pri chôdzi zo schodov.

Výška podpätku [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
30	132,75	114,65	122,84	212,83	36,96	40,42	123,75
40	154,60	119,21	142,34	173,75	33,27	31,30	119,58
55	143,94	119,52	151,04	191,79	31,37	30,59	112,14
65	141,32	112,10	166,91	177,65	32,94	28,73	104,00
75	146,64	110,57	191,42	177,19	30,71	26,32	105,72

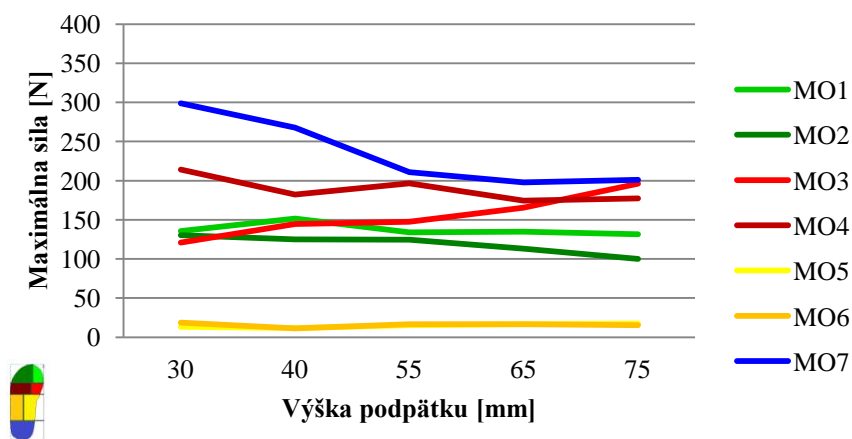


Obr. 39. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálnu silu pri chôdzi zo chodov.

Hodnota maximálnej sily pre chôdzi na naklonenú rovinu je v oblasti I. metatarzu - MO3 narastajúca so zvyšujúcou sa výškou podpätku. Zatiaľ čo s narastajúcou výškou podpätku hodnota maximálnej sily v oblasti päty - MO7 výrazne klesá. U ostatných oblastí masky ako je oblasť prstov (MO1 a MO2) a klenková čas (MO5 a MO6) nie je pozorovaná významná zmena hodnôt maximálnej sily voči meniacej sa výške podpätku (Obr. 40), (Tab. 24). Pri chôdzi do kopca sa so zvyšujúcim podpätkom znižuje hodnota maximálneho zaťaženia päty, a narastá maximálna sila v metatarzálnnej oblasti aj napriek tomu, že sa noha dostáva do prirodzenej polohy. Je to dané tým, že pri tomto type vykrivenia povrchu probandky vyvíjali vyššie úsilie na prednú časť nohy aby vyšli na naklonenú rovinu.

Tab. 24. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálnu silu pri chôdzi na naklonenú rovinu.

Výška podpätku [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
30	135,84	130,16	120,86	213,98	13,41	18,62	298,74
40	151,57	124,84	144,54	182,45	11,78	11,12	267,58
55	133,96	124,80	147,39	196,54	15,37	16,61	210,91
65	134,71	113,03	165,33	174,39	16,81	16,81	197,97
75	131,49	99,87	196,06	177,29	17,45	15,55	201,09



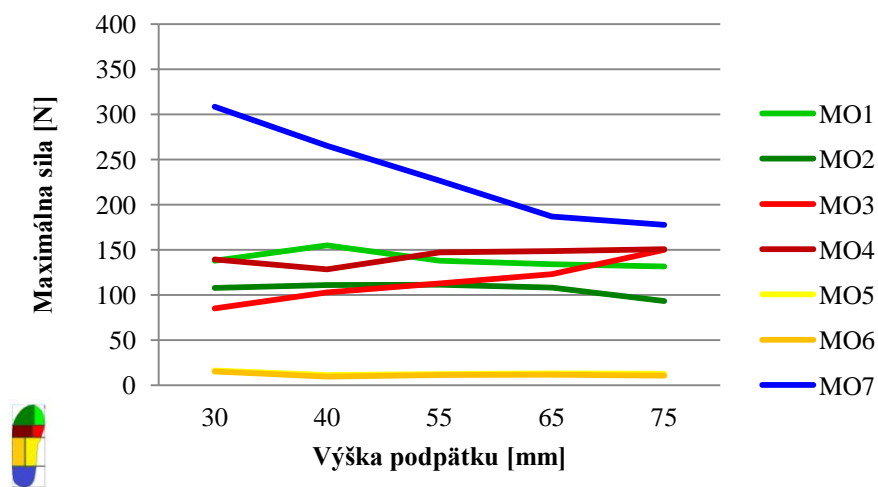
Obr. 40. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálnu silu pri chôdzi na naklonenú rovinu.

Pri chôdzi z naklonenej roviny s narastajúcou výškou podpätku hodnota maximálnej sily v oblasti päty - MO7 klesá ale naopak v oblasti 1. metatarzu - MO3 hodnota maximálnej sily narastá. Oblasť II. až V. metatarzu - MO4 taktiež vykazuje mierne zvyšujúcu sa tendenciu nárastov a poklesov vzhľadom k výške podpätku. Ostatné časti segmentov masky MO1 a MO2 (oblasť prstov), MO5 a MO6 (klenková časť masky) sú takmer nemenné (Obr. 41), (Tab. 25). V prípade chôdze z kopca dochádza taktiež k navýšeniu priemerných hodnôt maximálnej sily hlavne v metatarzálnnej oblasti a zníženie maximálnej sily v oblasti päty. Opäť je noha

v prirodzenejšej polohe – naklonená rovina výšku podpätku vyrovnáva. No pri chôdzi z kopca probandky prirodzene brzdili svojou telesnou hmotnosťou na prednú časť nohy ich vlastnú chôdzu.

Tab. 25. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálnu silu pri chôdzi z naklonenej roviny.

Výška podpätku [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
30	137,87	107,54	84,92	139,28	16,03	15,21	308,40
40	154,70	110,80	102,84	128,37	11,34	9,48	265,07
55	137,88	111,26	112,50	147,01	12,13	11,40	226,39
65	133,83	108,15	122,96	148,30	13,18	11,59	186,79
75	131,29	93,21	149,93	150,75	12,48	10,60	177,54



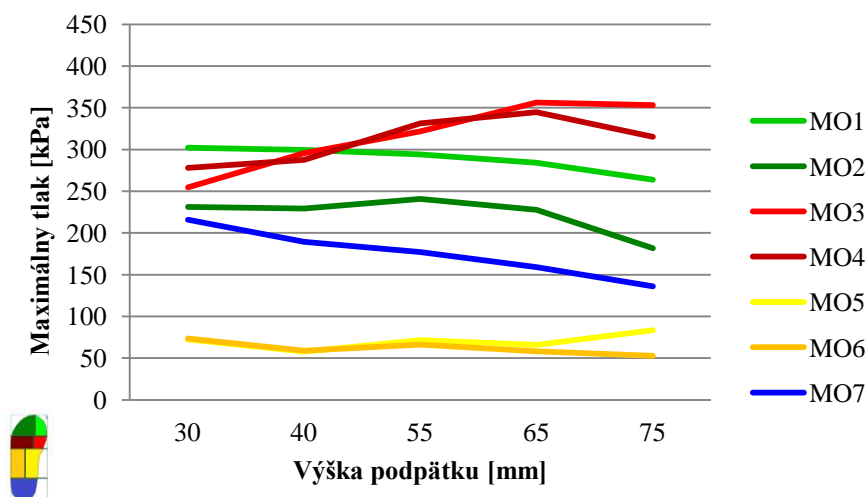
Obr. 41. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálnu silu pri chôdzi z naklonenej roviny.

5.2.3 Zmeny maximálneho tlaku v závislosti na rôzne výšky podpätku pri dynamickom zaťažení

Pri chôdzi po rovine v metatarzálnej oblasti - MO3 a MO4 postupne dochádza k nárastu maximálneho tlaku až po výšku podpätku 65 mm. U výšky podpätku 75 mm dochádza k miernemu poklesu maximálneho tlaku v týchto oblastiach. Túto okolnosť nie je možné vysvetliť, pokles však nie je veľmi významný ($p > 0,5$). Výrazné klesanie maximálneho tlaku vzhľadom k meniacej sa výške podpätku možno pozorovať v oblasti päty - MO7, tento pokles tlakov je významný ($p < 0,5$) a oblasť prstov - MO2, MO1 (palec), segmenty MO5 a MO6 (klenková časť masky) nevykazujú významný nárast a ani pokles maximálneho tlaku (Obr. 42), (Tab. 26).

Tab. 26. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálny tlak pri chôdzi po rovine.

Výška podpätku [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
30	302,35	231,36	254,55	277,92	72,48	73,47	215,70
40	299,35	229,29	295,77	287,58	57,91	58,93	189,52
55	294,26	240,61	321,61	331,20	71,80	66,06	177,14
65	284,04	227,72	356,42	344,93	65,87	58,24	158,93
75	263,90	181,68	353,23	315,11	83,53	52,82	136,05

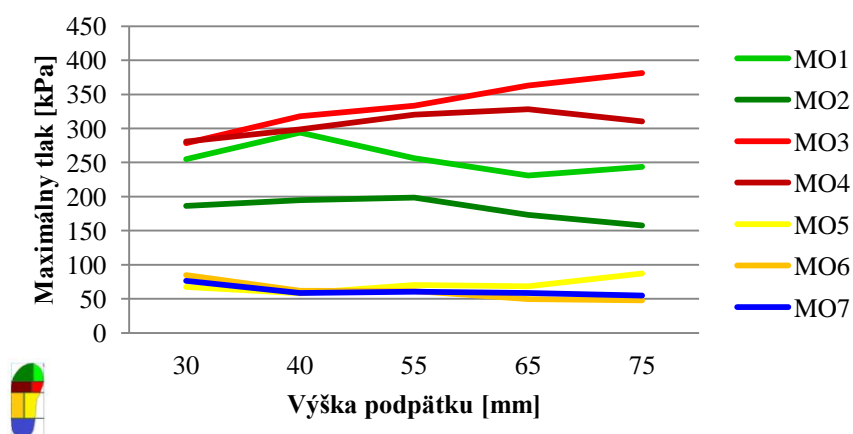


Obr. 42. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálny tlak pri chôdzi po rovine.

Pri chôdzi po schodoch hodnoty maximálneho tlaku výrazne narastajú so zvyšujúcou sa výškou podpätku v oblasti I. metatarzu - MO3, zatiaľ čo v oblastiach klenkovej časti - MO5, MO6 a pätovej oblasti - MO7 je tlak nízky a konštantný. U maximálneho tlaku v segmentoch MO1 a MO2 (oblasť prstov) je možné pozorovať mierny pokles s narastajúcou výškou podpätku. Oblasť II. - V. metatarzu - MO4 vykazuje narastajúce hodnoty maximálneho tlaku až po výšku podpätku 65 mm a u výšky podpätku 75 mm je zaznamenaný mierny pokles hodnoty maximálneho tlaku (Obr. 43), (Tab. 27).

Tab. 27. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálny tlak pri chôdzi po schodoch.

Výška podpätku [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
30	255,02	186,43	278,27	280,72	67,65	84,81	76,51
40	293,91	194,55	318,00	298,42	57,97	61,97	58,38
55	256,41	198,63	333,43	320,33	70,12	61,52	60,52
65	230,97	173,34	362,95	328,23	68,20	49,50	58,33
75	243,63	157,55	381,38	310,16	87,10	47,98	54,72

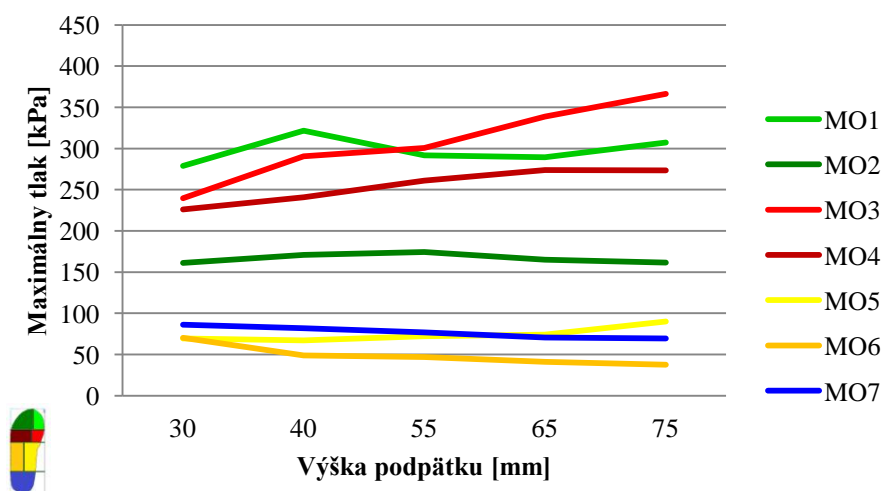


Obr. 43. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálny tlak pri chôdzi po schodoch .

Pri chôdzi zo schodov maximálny tlak narastá so zvyšujúcou sa výškou podpätku v oblasti metatarzov - MO3 a MO4, zatiaľ čo v oblasti päty - MO7 je tlak nízky a konštantný. V oblasti palca – MO1 narastá a klesá hodnota maximálneho tlaku v porovnaní s meniacou sa výškou podpätku. U segmentov MO2 (II. - V. prst), MO5 a MO6 (klenková časť masky) nedochádza takmer k žiadnej zmene maximálneho tlaku (Obr. 44), (Tab. 28).

Tab. 28. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálny tlak pri chôdzi zo schodov.

Výška podpätku [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
30	278,99	161,11	239,72	226,11	69,32	70,04	86,02
40	321,69	170,86	290,46	240,75	66,96	48,77	81,93
55	291,56	174,33	300,69	261,02	72,04	46,72	76,98
65	289,22	165,17	338,64	273,80	73,95	40,99	70,71
75	307,18	161,67	366,27	273,61	90,15	37,67	69,27

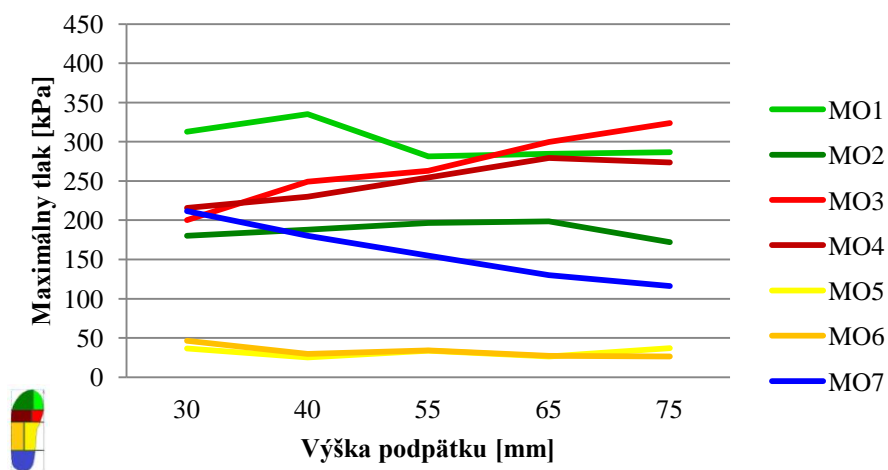


Obr. 44. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálny tlak pri chôdzi zo chodov.

Pri chôdzi z naklonenej roviny je možné pozorovať významný nárast hodnôt maximálneho tlaku v oblasti metatarzov - MO3 a MO4 so zvyšujúcou sa výškou podpätku zatiaľ čo, dochádza k pokles tlaku v oblasti päty MO7. Taktiež u segmentov MO1 a MO2 (oblasť prstov) má hodnota maximálneho tlaku mierne klesajúcu tendenciu. U oblasti klenku - MO5 a MO6 nedochádza k zmene maximálneho tlaku s narastajúcou výškou podpätku (Obr. 45), (Tab.29).

Tab. 29. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálny tlak pri chôdzi z naklonenej roviny.

Výška podpätku [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
30	312,90	180,17	200,31	215,66	36,68	46,34	211,43
40	335,04	188,05	248,94	230,17	25,21	29,80	180,32
55	281,38	196,60	262,82	254,47	33,85	33,93	154,72
65	284,66	198,39	299,69	279,30	26,34	27,08	129,85
75	286,82	172,23	323,72	273,52	37,09	26,22	116,31

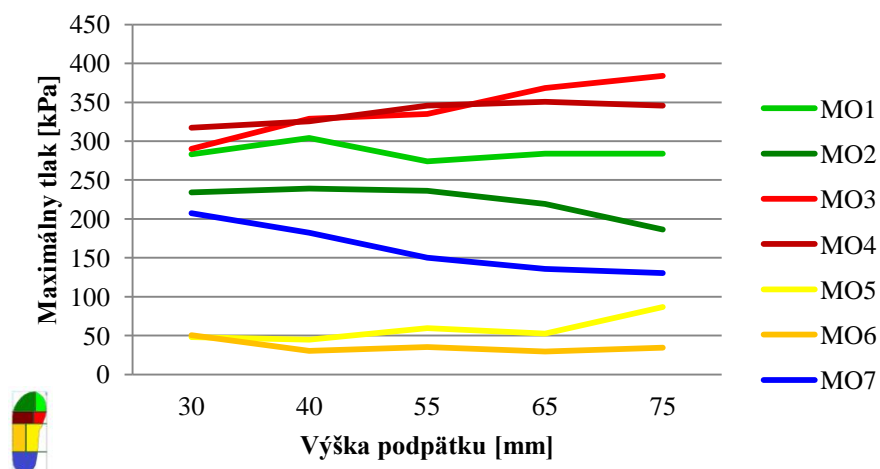


Obr. 45. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálny tlak pri chôdzi z naklonenej roviny.

Pri chôdzi na naklonenú rovinu u segmentov MO3, MO4 (oblasť metatarzov) a MO5 (laterálna oblasť klenku) dochádza k nárastu maximálneho tlaku so zvyšujúcou sa výškou podpätku. Hodnota maximálneho tlaku klesá v častiach MO1, MO2 (oblasť prstov) a významné zníženie hodnoty maximálneho tlaku je oblasti päty - MO7. K zmene maximálneho tlaku nedochádza len v oblasti MO6 (mediálna časť klenku) (Obr. 46), (Tab. 30).

Tab. 30. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálny tlak pri chôdzi na naklonenú rovinu.

Výška podpätku [mm]	MO1	MO2	MO3	MO4	MO5	MO6	MO7
30	283,10	234,00	289,96	317,19	47,94	50,65	207,21
40	304,30	238,94	328,90	325,71	44,75	30,47	182,27
55	273,90	236,13	334,94	345,80	59,56	35,11	150,29
65	283,93	219,30	368,27	350,47	52,45	29,50	135,81
75	283,77	186,24	383,93	345,62	86,62	34,60	130,48



Obr. 46. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálny tlak pri chôdzi na naklonenú rovinu.

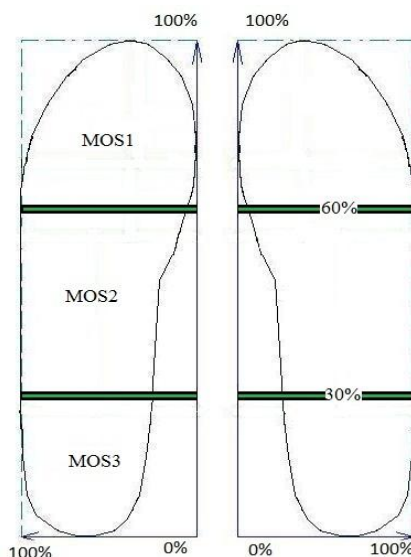
5.3 Meranie distribúcie tlakov v dámskej uzatvorenej obuvi s vysokým podpätkom so špeciálnou stielkou Insolia

5.3.1 Metodika merania distribúcie tlakov u dámskej uzatvorenej obuvi s vysokým podpätkom

Meranie bolo uskutočnené pomocou prístroja Pedar program Novel, ktorý bol už popísaný v kapitole 4.1, preto nie sú podrobnosti znova uvedené. Veľkostné číslo obuvi bolo 39 a na túto veľkosť boli vyberané probandky. Celkovo sa podarilo získať 17 študentiek, vo veku 21 rokov (± 1 rok). Všetky probandky mali BMI v hodnotách (18,5 - 24,9 kg/m²) s klasifikáciou: optimálna váha. Pre meranie sa podarilo zaistiť štyri páry obuvi, z toho dva páry boli vybavené stielkou Insolia a dva páry nie. Výška podpätku bola u prvých dvoch párov 50 mm a u druhých dvoch 80 mm. Porovnávané boli medzi sebou páry s rovnakou výškou podpätku. Experiment spočíval v chôdzi po rovine dlhej 20 m a záznam bol dvakrát opakovaný. Probandky mali obuté polyamidové ponožky, do obuvi bola vložená meracia stielka Pedaru, ktorá bola pripojená k zaznamenávaciemu zariadeniu. Všetko bolo spojené s databázou v počítači cez bluetooth, tak ako u predchádzajúcich metód. Po začatí chôdze probandiek bolo spustené ukladanie údajov do počítača a hodnoty sa nahrávali do databázy Novel. Získané veličiny kontaktnej plochy [cm²], maximálnej sily [N] a maximálneho tlaku [kPa] boli zaznamenané a následne spracované a vyhodnotené softwarom NOVEL DATABASE MEDICAL.

Na základe skúseností z predchádzajúceho experimentu bola pre lepšie vyhodnotenie použitá jednoduchšia maska, označená vo vyhodnocovacom programe *Creatyon of any mask*. Táto maska je vymedzená len tromi samostatnými plochami (oproti siedmim, ktoré boli použité v experimentoch spomenutých vyššie – kapitola 5.1 a 5.2). Delenie v programe bolo nasle-

dovné: oblasť päty (MOS3), ktorá mala percentuálne zastúpenie zo spodnej časti smerom hore 30%. Ďalšia bola oblasť klenku (MOS2), ktorá mala percentuálne rozdelenie 30% až 60%. Spolu v jednej oblasti boli prsty a metatarzy (MOS1), kde percentuálne pokrytie danej plochy bolo zvolené 60% až 100% (Obr. 47).



Obr. 47 Maska pre stielku

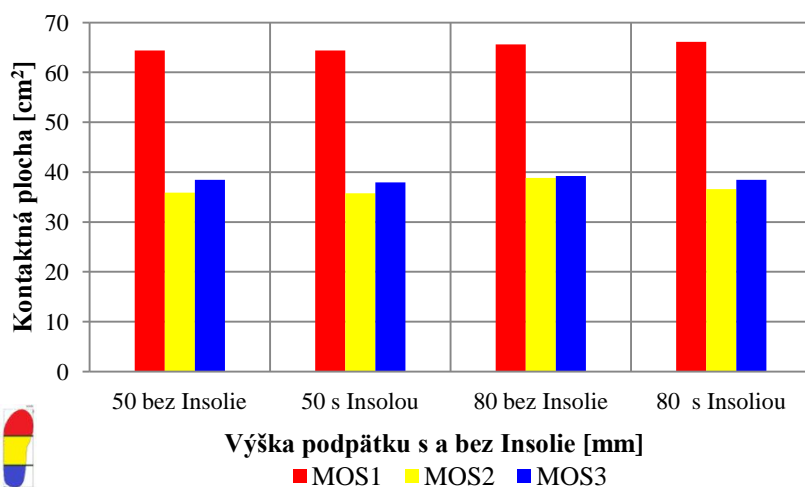
INSOLIA

5.3.2 Výsledky a vyhodnotenia experimentu v dámskej uzavretej obuvi s rôznou výškou podpätku so stielkou INSOLIA

Ako je možné vidieť v nižšie uvedených grafoch a tabuľkách kontaktná plocha sa v závislosti na rôznej výške podpätku prakticky nemení (Obr. 48, Tab. 31) a to pri všetkých vybraných plochách masky: predná časť nohy - MOS1, klenková časť nohy - MOS2 a päťová časť - MOS3 ako aj pri použití stielky Insolia alebo bez stielky Insolia. Experiment bol uskutočnení správne a rušivé vplyvy sú vylúčené vzhľadom k nižšie uvedeným hodnoteniam.

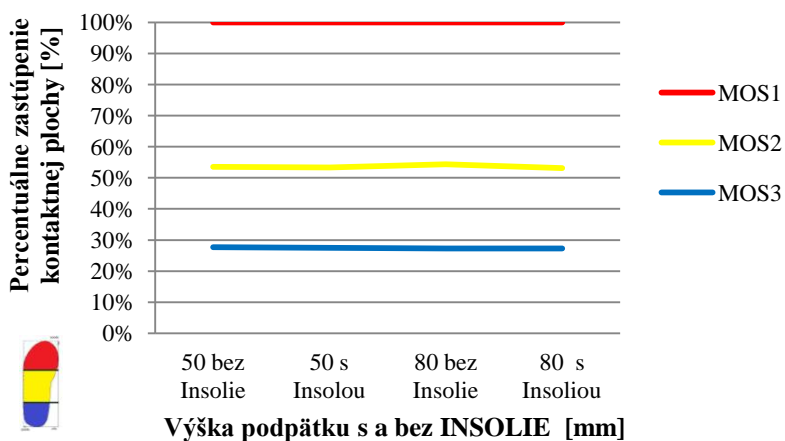
Tab. 31 Hodnoty vplyvu výšky podpätku a vplyvu stielky Insolie pre kontaktnú plochu pri chôdzi po rovine.

Výška podpätku [mm] / S INSOLIOU a BEZ INSOLIE	MOS1	MOS2	MOS3
50 bez Insolie	64,41	35,88	38,45
50 s Insoliou	64,37	35,73	37,94
80 bez Insolie	65,60	38,87	39,24
80 s Insoliou	66,15	36,62	38,49



Obr. 48 Vplyv výšky podpätku na nohu pre kontaktnú plochu pri chôdzi po rovine so stielku Insolia a bez stielky Insolia.

Pre presnejšiu kontrolu, bola vypracovaná iná forma grafu, v ktorom bola kontaktná plocha jednotlivých segmentov prepočítaná na percentuálny podiel celkovej kontaktnej plochy (Obr. 49). Tak ako u dynamickej časti experimentu v kapitole 5.3. Kontaktná plocha jednotlivých oblastí v priebehu chôdze po rovine sa nemení, čoho je aj dôkazom nižšie uvedený grafický výstup.



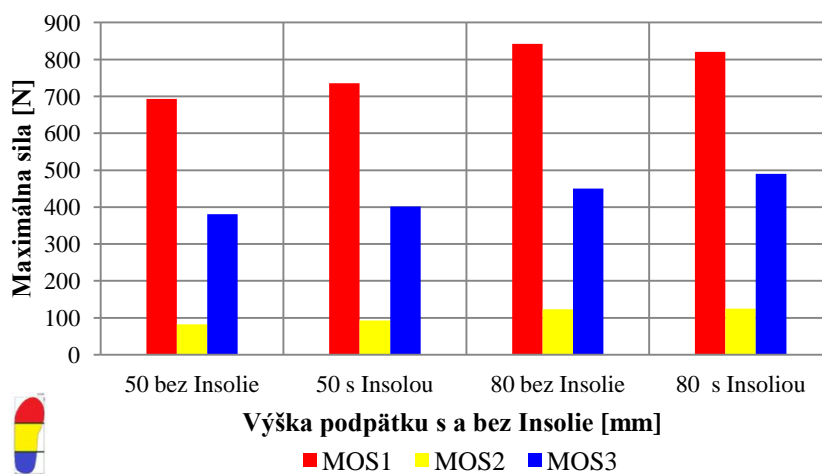
Obr. 49 Percentuálne zastúpenie kontaktnej plochy pre vybrané oblasti nohy pri chôdzi po rovine v obuvi s rôznou výškou podpätku s Insoliu alebo bez Insolie.

Hodnoty maximálnej sily u obuvi s výškou podpätku 50 mm a bez stielky Insolia sú nižšie ako u tej istej výšky podpätku so stielkou Insolia v prednej časti masky – MOS1. U vyššie meraného podpätku 80 mm dochádza k miernemu poklesu maximálnej sily u obuvi s použitou stielkou Insolia oproti obuvi bez stielky insolia v prednej časti nohy – MOS1.

Klenková oblasť masky pre všetky merané parametre ostáva takmer bez zmeny maximálnej sily. Hodnoty maximálnej sily postupne narastajú v oblasti päty od najnižšieho podpätku 50 mm až po najvyšší meraný podpätok 80 mm. So stielkou Insolia dochádza k nárastu maximálnej sily v pätovej oblasti u oboch výšok podpätku (Tab. 32), (Obr. 50).

Tab. 32 Hodnoty vplyvu výšky podpätku a vplyvu stielky Insolie pre maximálnu silu pri chôdzi po rovine.

Výška podpätku [mm] / S INSOLIOU a BEZ INSOLIE	MOS1	MOS2	MOS3
50 bez Insolie	692,80	81,91	380,78
50 s Insoliou	735,90	92,87	401,26
80 bez Insolie	842,26	123,32	449,87
80 s Insoliou	820,45	125,24	490,49



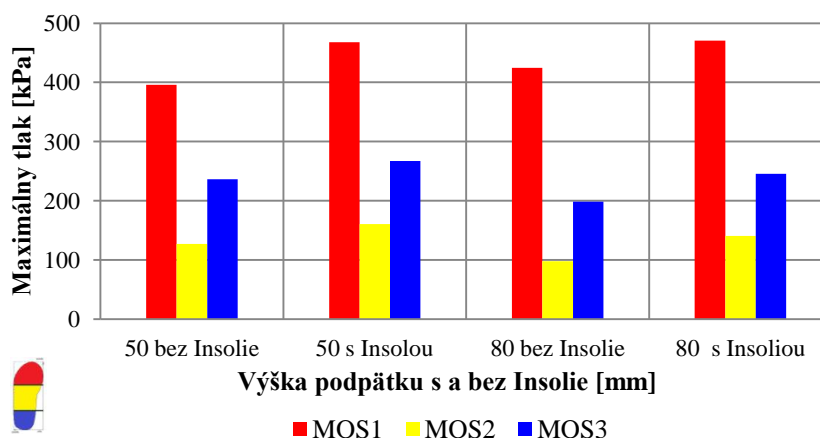
Obr. 50 Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálnu silu pri chôdzi po rovine so stielku Insolia a bez stielky Insolia.

Pri meraní maximálneho tlaku je viditeľný nárast v prednej časti plochy nohy – MOS1 v závislosti na zvyšujúcej sa výške podpätku a použitia stielky Insolia. So stielkou Insolia je tlak v tejto oblasti MOS1 vyšší ako bez danej stielky, tento nárast je významný ($p < 0,05$). Tlak v oblasti päty vykazuje výrazne nižšie hodnoty v porovnaní s prednou časťou nohy, no pri použití stielky Insolia je vyšší ako bez danej stielky. V klenkovej časti dochádza taktiež k nárastu tlakov v porovnaní s obuvou so stielkou

a s obuvou bez stielky (Tab. 33) a (Obr. 51). Všetky tieto zistenia sú signifikantné ($p < 0,05$).

Tab. 33 Hodnoty vplyvu výšky podpätku a vplyvu stielky Insolie pre maximálny tlak pri chôdzi po rovine.

Výška podpätku [mm] / S INSOLIOU a BEZ INSOLIE	MOS1	MOS2	MOS3
50 bez Insolie	395,95	127,17	236,18
50 s Insoliou	468,15	160,70	267,36
80 bez Insolie	424,46	97,93	198,61
80 s Insoliou	470,68	140,21	245,68



Obr. 51 Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálny tlak pri chôdzi po rovine so stielku Insolia a bez stielky Insolia.

Pocity v obuvi so stielkou a bez danej stielky boli veľmi subjektívne. Z hodnotení získaných od probandiek, nebolo možné vyvodiť objektívni záver, ktorý by jednoznačne sumarizoval komfortný pocit v testovanej obuvi.

6 DISKUSIA VÝSLEDKOV PRE DYNAMICKÚ A KVÁZISTATICKÚ METÓDU MERANIA

Vzhľadom k tomu, že doteraz sa nepodarilo zohnať dostatočné množstvo publikácií o problematike zmien plantárnych tlakov nohy a profilov klenkovej časti, bol navrhnutý experiment s cieľom popísať základné predpokladané vplyvy. Obe časti merania boli uskutočnené s 54. probandkami vo veku od 19 do 30 rokov. Na dynamickú časť boli špeciálne skonštruované dámske topánky vo veľkosti 39. Pre kvázistatickú časť boli vyhotovené profily formy z dreva, tiež v danej veľkosti. Obuv mala odstupňovanú výšku podpätku následne: 35 mm, 45 mm, 55 mm, 65 mm a 75 mm. Profily formy mali odstupňovanú výšku podpätku tiež a to: 35 mm, 55 mm a 75 mm, kde každá daná výška mala päť rôznych profilov zakrivenia klenby. Skúmané veličiny boli kontaktná plocha [mm^2], maximálny tlak [N] a maximálna sila [kPa]. Tieto hodnoty boli pozorované v siedmich častiach plochy nohy tzv. masky. Tieto oblasti sú: palec MO1 a ostatné prsty MO2, 1. metatarz MO3, 2-5. metatarz MO4, mediálna oblasť klenku MO5 a laterálna oblasť klenku MO6 a päta MO7.

Získané výsledky nepotvrdili úvodné predpoklady vychádzajúce z literárnych štúdií a publikovaných prác, že distribúcia tlaku nohy na stielku obuvi je predovšetkým ovplyvnená jej profilom a výškou podpätku. Naopak sa potvrdilo, že distribúcia tlakov je silne individuálna. Taktiež sa nepodarilo nájsť iný parameter, ktorý zohráva výraznejšiu úlohu než nami vytypované (hlavne u kvázistatickej časti experimentu). Vo všetkých vyhodnoteniach sa vyskytuje tak veľký rozptyl nameraných hodnôt, že výsledky neumožňujú formuláciu jasných záverov.

U dynamickej metódy merania síce boli nájdené logické trendy presunu maximálnych síl a tlakov do oblasti prednožia, opäť ale sú tieto trendy sprevádzané vysokými rozptylmi nameraných hodnôt.

6.1.1 Diskusia výsledkov merania distribúcie síl a tlakov medzi nohou a profilmi formy kvázistatickou metódou

V práci sa poukázalo, že neexistuje závislosť či vzťah pri riešení problémov s vysokým podpätkom prostredníctvom rôzneho zakrivenia klenkovej oblasti. Nepodarilo sa nájsť taký tvar profilu stielky, ktorý by lokálne tlaky rozkladal obecné rovnomernejšie.

Pocity obutej nohy sú veľmi subjektívne a nie je možné ich klasifikovať, pokiaľ nebudú objektivizované. Podobne i v prípade možných bolestí je obtiažne stanovenie úpravy obuvi, ktorá odstráni príčiny a prispeje ku zvýšeniu pohodlnosti chôdze v obuvi s vysokým podpätkom.

I cez vyššie uvedené spochybnenie je veľmi dôležité na obuv uvádzať informáciu, že príliš vysoký podpätok môže niesť zdravotné riziko a bolo by vhodné na túto skutočnosť dostatočne upozorniť. Po technickej stránke u obuvi s vysokým podpätkom nie je celkom funkčne vyriešený tvar (sklon, prehnutie) klenkovej časti obuvi. Podpätok je účinným nástrojom dizajnérov, ktorý veľmi ľahko zdôrazňuje módnosť a aktuálne módné trendy, bohužiaľ neprihliada sa k overeným poznatkom a pravidlám zdravotne bezchybného obúvania. Možná úprava obuvi s vysokým podpätkom pomocou stielky, alebo pomocou zmeny zahnutia v klenkovej oblasti, je práve vlastným tvarom nohy každej užívateľky, veľmi variabilná a subjektívna. Nie je možné úpravou klenkovej časti či vloženie podpornej

stielky eliminovať distribúciu nášľapných síl a tlakov pre všetkých užívateľov rovnako a tým nie je možné tento postup štandardizovať.

6.1.2 Diskusia výsledkov merania distribúcie síl a tlakov medzi nohou a uzavretou obuvou dynamickou metódou

Aj napriek tomu, že kontaktná plocha vyšla nemenná vo všetkých oblastiach rozdelenia plošky nohy: oblasť prstov, metatarzálna oblasť, klenková časť a päta, ako aj pre všetky skúmané povrchy, stojí za zmienku nasledovné:

- Je veľmi zaujímavé zistenie, že pri chôdzi v obuvi s vysokým podpätkom po rovine je maximálny tlak v metatarzálny oblasti vždy najvyšší.
- Pri chôdzi po rovine v oblasti päty s narastajúcou výškou podpätku sa maximálny tlak znižuje (pri nemeniacej sa hodnote plochy).
- I pri vysokých hodnotách rozptylu bol nájdený obecný trend nárastu hodnôt maximálnych tlakov a síl v prednej časti nohy a poklesu týchto hodnôt v pätnnej časti pri chôdzi po rovine v obuvi s vysokým podpätkom.
- Pri chôdzi po schodoch v smere hore a dole bolo zistené, že dochádza k nárastu tlakov na prednú časť nohy a poklesu v pätovej oblasti. Je to dôkazom toho, že u obuvi s vysokým podpätkom dochádza k nášľapu na prednú časť nohy, päta je vo väčšine mimo schodu. Tým sa chôdza stáva menej komfortná a pohodlná.
- Experimentálne bolo zistené, že pri chôdzi zo schodov dochádza k zvýšeniu lokálnych tlakov v oblasti metatarzu v miere, pri ktorej môže dôjsť k poškodeniu mäkkých tkanív na nohách diabetičiek.

- Pri chôdzi z naklonenej roviny a na naklonenú rovinu bol nárast hodnôt maximálnych tlakov a síl opäť presunutý do prednej časti planty nohy a päta vykazovala pokles maximálnych tlakov a síl. Tento jav je možné vysvetliť prirodzenosťou chôdze na kopec, kde dochádza k bežnému preneseniu hmotnosti ľudského tela na prednú časť nohy. V obuvi s vysokým podpätkom, sú ale hodnoty maximálnej sily a tlaku už v kritických medziach ohrozujúcich zdravie nôh jedinca. Pri chôdzi z kopca naopak nastáva tlmenie prednou časťou nohy a teda aj prenos tlaku do oblastí metatarzu. Opäť sa hodnoty maximálnej sily a tlaku presúvajú do kritických rozmerov.
- Keďže ostatné oblasti ako sú: prsty a klenková časť nezohráva veľkú úlohu v obuvi s vysokým podpätkom pri rozložení telesnej hmotnosti na plochu nohy, tým tieto oblasti nie sú takmer vôbec zapojované do prirodzeného odvaľovania. Nedochádza v týchto oblastiach k významnému nárastu či poklesu skúmaných veličín.

Vďaka experimentu sa potvrdilo, že v obuvi s vysokým podpätkom, päta prestáva mať podpornú funkciu a podstatná časť hmotnosti ľudského tela sa presúva na prednú časť nohy. Čím sa zvyšuje škodlivý vplyv obuvi s vysokým podpätkom pri dlhodobom nosení a do budúcnosti vzniká možné riziko poškodenia nôh. Obuv s vysokým podpätkom je síce silný a módný nástroj dizajnérov, ale rovnako tak aj silný nástroj spôsobujúci deformácie nôh.

ZÁVER

Nosenie vysokých podpätkov je u žien všeobecne rozšírený jav, ktorý bohužiaľ nie je dostatočne študovaný z hľadiska nežiaduceho ovplyvňovania zdravotného stavu nôh. Vysoký podpätok patrí do kategórie vysoko módných charakteristík a jeho odporúčanie je propagované reklamou a dizajnérmí (módnymi návrhármi) často s úmyselne zatajenými rizikami. Z druhej strany je možné konštatovať, že tejto problematike bola doteraz venovaná len malá pozornosť zo strany lekárov, podológov a iných odborníkov. V každom prípade, je nutné brať do úvahy to, že vysoký podpätok bude v najbližšom období i naďalej používaným základným prvkom u obuvi pre ženy. Preto je potrebné riešiť problematiku jeho nebezpečia, prípadne stanovovať prahové hodnoty (absolútnu výšku podpätku, dĺžku denného nosenia, stabilitu v členkovom kĺbom spojení a iné) s cieľom znížiť výskyt deformít. Dizertačná práca bola experimentálne zameraná na štúdium zmien lokálnych tlakov nohy v závislosti na výške podpätku a tvare klenku.

Potvrdilo sa, že nárastom výšky v päte dochádza k presunu lokálnych tlakov z pätovej oblasti, predovšetkým do oblasti metatarzov a prstov na nohe. Zistenia podobného typu boli už pred tým publikované. V prípade štúdie vplyvu profilu klenkovej časti obuvi s vysokým podpätkom na zmeny lokálnych plantárnych tlakov, sa nepodarilo dostatočne potvrdiť vplyvy predpokladaných parametrov. Pri počte 54 probandiek je nutné konštatovať, že rozptyly lokalizácií vysokých tlakov existujú. Nebolo možné nájsť, ale spojitosti, ktoré tieto zmeny ovplyvňujú. Ďalšie významné zistenie spočíva v tom, že sa nepodarilo potvrdiť účinnosť reklamou odporúčaných vkladacích stielok. Hodnotenie komfortu obuvi so stielkou je veľmi sub-

jektívne a získané stanoviská probandiek boli natoľko rôznorodé, že nebolo možné vypracovať objektívny záver.

Problematiku vysokého podpätku je potrebné i naďalej študovať a to hlavne z hľadiska jeho zdravotnej škodlivosti, významne ovplyvňujúcej kvalitu života.

Celý problém je skomplikovaný dvomi zásadnými trendmi. Prvý je, zvyšujúci sa podiel globalizácie výroby obuvi a druhý je vplyv reklamy, ktorá nevedomky alebo úmyselne prehliada aspekty zdravotnej bezchybnosti.

ZOZNAM POUŽÍTEJ LITERATÚRY

- [1] HENDERSON, P.D., *A Biomechanical Evaluation of Standing in High- Heeled Shoes*. Departments of Kinesiology, Mechanical Engineering, Bioengineering, and Orthopedics and Rehabilitation. [online][cit. 2011-05-12]. Dostupný z http://forms.gradsch.psu.edu/diversity/mcnair/mcnair_jrnl2004/files/25_henderson.pdf
- [2] ŠŤASTNÁ, P., *Zdravotně nezávadné obouvání a biomechanika bosé a obuté nohy*, (interný studijní text pre Univerzitu Tomáše Bati v Zlíně), Zlín: 2006.
- [3] DUNG, H.T., *Tlumící materiály v obuvi, způsob jejich použití a vliv na zdravé a nemocné chodidlo*. (Bakalárska práca 2008), [online], [cit. 2011-02-12], dostupný z WWW: http://dspace.knihovna.utb.cz/bitstream/handle/10563/6560/hoang%20thanh_2008_bp.pdf?sequence=1
- [4] PEDIKOM CZECH, *Pohyby nohou*. [online]. [cit. 2011-01-11]. Dostupný z WWW: <http://www.pedikom.cz/noha-a-jejich-nemoci/pohyb-nohou.html>
- [5] LOVÁS, S., ONDRÁČEK, O., Porovnanie normálnych a patologických stabilometrických parametrov, Trends in biomedical engineering, Bratislava, september 16. - 18. 2009, [online], [cit. 2012-01-01]. Dostupný z WWW: http://kre.elf.stuba.sk/tbmi/zbornik_redukovana_verzia/Papers/Lovas.pdf
- [6] Vařeka, I., Vařeková, R., *Dynamická funkce nohy při chůzi*. Kineziologie nohy, Vydavatelství UP, Olomouc 2009.

- [7] Anatomia – telo v pokoji a v pohybe . [online]. [cit. 2011-11-09]. Dostupný z WWW: <http://ssuszv.edupage.org/files/anatomia_skratene.pdf>
- [8] TOPISSCHOVÁ M., ŠNOPLOVÁ A., Ambulance léčební rehabilitace, Ústí nad Orlicí a Pradbučie, *Funkce nohy*, Původní práce – kauzistiky, *Bolest* 2/2008. [online]. [cit. 2011-10-12]. Dostupný z WWW: <http://www.tigis.cz/images/stories/Bolest/2008/02/07_Toppischova_BOLEST_2_2008.pdf>
- [9] DUNGL, P. a kolektiv. *Ortopedie*. Praha: Grada, 2005, 1280 s. ISBN 80247-0550-8.
- [10] ČIHÁK, R. *Péče o nohy*. 1. vyd. Praha: SPN, 1965. 250s.
- [11] LENO, J. B., *The Art of Boot and Schoemaking, A prastical Handbook*. Martino Publishing, Mansfield Center, CT 06250 USA, 2010, 12.-18. s., ISBN 1-57898-972-8.
- [12] PEDIKOM.CZ , *Noha a její nemoci*. [online]. [cit. 2012-27-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.pedikom.cz/noha-a-jeji-nemoci/plocha-noha.html>>
- [13] VANDERHEIDEN T., About.com podiatry, *High-Heeled Shoes - Bad for the Body*. [online]. [cit. 2009-13-10]. Dostupný z WWW: <<http://foothealth.about.com/od/shoessocks/a/HighHeelsBad.htm>>
- [14] JU, F., CUI, F. S., *Energy flow in hihg heel shoes in walking*, ISB XXth Congress – ASB 29th Annual Meeting, Cleveland – Ohio: July 31- August 5. [online], [cit. 2011-05-11]. <Dostupný z WWW: <<http://www.asbweb.org/conferences/2005/pdf/0209.pdf>>
- [15] PEDIKOM CZECH, *Vyšetření nohou, Teoretické úvahy*. [online]. [cit. 2009-02-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.pedikom.cz/vysetreni-nohou/index.html>>

- [16] HUEY, S., PROCTOR, R., *New Shoes – Contemporary footwear design*. Laurence King Publishing Ltd, London, 2007, 6. s., ISBN 978 185669 767 5.
- [17] SNOPEK, L. A, HECZKO, J. *Konstrukce a modelování obuvi. 3. vyd.* Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1985.
- [18] STOLWIJK, N.M, LOUWERENS J.W., *Plantar pressure with and without custom insoles in patients with common foot complaints*. *Foot Ankle Int.* 2011 Jan;32(1):57-65.
- [19] WALFORD, J., *The Seductive Shoe- Four Centuries of Fashion Footwear*. Thams and Hudson Ltd published, London, 2007, 6. – 10. s., ISBN 1-58479-622-7.
- [20] ŘÍHOVSKÝ, R. *Anatomie a fyziologie. 1. vyd.* Praha, Státní nakladatelství technické literatury 1975, s. 100.
- [21] KOPRDA, Jozef; HECZKO, Jaromí; Ing. STROUHAL, Stanislav; BEBJAKOVÁ, Mária. *Základy konštruovania pre 2. ročník SPŠ obuvníckej študijného oboru výroba obuvi a galantérneho tovaru*. 1. vyd. Bratislava: ALFA, 1988.
- [22] CONG Y., CHEUNG J.T., *Effect of heel height on in-shoe localized triaxial stresses*. *J Biomech.* 2011 Aug 11;44(12):2267-72. Epub 2011 Jun 25. [online]. [cit. 2012-03-08]. Dostupný z WWW: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21705002>
- [23] KO P.H., HSIAO T.Y., *Relationship between plantar pressure and soft tissue strain under metatarsal heads with different heel heights*. *Foot Ankle Int.* 2009 Nov;30(11):1111-6.

- [24] SNOW R.E., WILLIAMS K.R., HOLMES G.B. jr., *The effects of wearing high heeled shoes on pedal pressure in women*. Foot Ankle. 1992 Feb;13(2):85-92.
- [25] YU J., CHEUNG J.T., *Development of a finite element model of female foot for high-heeled shoe design*. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2008;23 Suppl 1:S31-8. Epub 2007 Oct 25. [online]. [cit. 2012-10-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17964015>>
- [26] NYSKA M., MCCABE C., *Plantar foot pressures during treadmill walking with high-heel and low-heel shoes*. Foot Ankle Int. 1996 Nov;17(11):662-6.
- [27] TEDESCHI FILHO W., DEZZOTTI N.R., *Influence of high-heeled shoes on venous function in young women*. J Vasc Surg. 2012 Apr 5. [Epub ahead of print]. [online]. [cit. 2012-05-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22483354>>
- [28] MIKA A., OLEKSY L., *The effect of walking in high- and low-heeled shoes on erector spinae activity and pelvis kinematics during gait*. Am J Phys Med Rehabil. 2012 May;91(5):425-34. [online]. [cit. 2012-05-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22311060>>
- [29] MIKA A., OLEKSY Ł., *Changes of bioelectrical activity in cervical paraspinal muscle during gait in low and high heel shoes*. Acta Bioeng Biomech. 2011;13(1):27-33. [online]. [cit. 2012-05-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21500761>>

- [30] WINTOUR, A., *Manolo Blahnik drawings*. Vyd. Thames and Hudson, New York, 2000.
- [31] FOSTER A., BLANCHETTE M.G., *The influence of heel height on frontal plane ankle biomechanics: implications for lateral ankle sprains*. *Foot Ankle Int.* 2012 Jan;33(1):64-9. [online]. [cit. 2012-03-08]. Dostupný z WWW: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22381238>
- [32] YOON J.Y., AN DH., *Differences in activities of the lower extremity muscles with and without heel contact during stair ascent by young women wearing high-heeled shoes*. *J Orthop Sci.* 2009 Jul;14(4):418-22. Epub 2009 Aug 7. [online]. [cit. 2012-13-08]. Dostupný z WWW: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19662476>
- [33] ROSSI, W.A., D.P.M., *Footwear: The Primary Cause of Foot Disorders*. [online]. [cit. 2011-03-10]. Dostupný z WWW: <http://nwfootankle.com/files/Rossi-FootwearTheprimarycauseofFootDisorders.pdf>
- [34] ROSSI, W.A., D.P.M. *Why Shoes Make "Normal" Gait Impossible How flaws in footwear affect this complex human function.pdf*. [online]. [cit. 2011-03-10]. Dostupný z WWW: <http://www.unshod.org/pfbc/pfrossi2.htm>
- [35] POSATINO, R., *Cosmetic foot surgery, An interview with Dr. Jonathan T. Deland and Dr. Rock Positano*. [online]. [cit. 2012-05-01]. Dostupný z WWW: http://www.hss.edu/conditions_cosmetic-foot-surgery.asp
- [36] AMERICAN PODIATRIC MEDICAL ASSOCIATION, *High-Heel Status*. [online]. [cit. 2012-10-01]. Dostupný z WWW: <http://www.nailsmag.com/article/456/high-heel-stats>

- [37] BARKEMA, D., *High Heel may lead to Joint Degeneration and Knee Osteoarthritis*. August 2th 2010, [online]. [cit. 2011-15-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedaily.com/releases/2010/08/100802141901.htm>>
- [38] ALKJÆR T., RAFFALT P., *Movement behavior of high-heeled walking: how does the nervous system control the ankle joint during an unstable walking condition?* PLoS One. 2012;7(5):e37390. Epub 2012 May 16. [online]. [cit. 2012-06-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22615997>>
- [39] HSUE BJ., SU FC., *Kinematics and kinetics of the lower extremities of young and elder women during stairs ascent while wearing low and high-heeled shoes*. J Electromyogr Kinesiol. 2009 Dec;19(6):1071-8. Epub 2008 Dec 2. [online]. [cit. 2012-06-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19054686>>
- [40] HOPE, J., *High Heels are good for you*. [online]. [cit. 2012-06-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.dailymail.co.uk/health/article-205372/High-heels-good-you.html>>
- [41] BARKEMA DD., DERRICK T.R., MARTIN P.E., *Heel height affects lower extremity frontal plane joint moments during walking*. Gait Posture. 2012 Mar;35(3):483-8. Epub 2011 Dec 12. [online]. [cit. 2012-16-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22169388>>
- [42] MIKA A., OLEKSY Ł., *The influence of heel height on lower extremity kinematics and leg muscle activity during gait in young and*

- middle-aged women*. *Gait Posture*. 2012 Apr;35(4):677-80. Epub 2012 Jan 31.
- [43] HO KY., BLANCHETTE M.G., POWERS C.M., *The influence of heel height on patellofemoral joint kinetics during walking*. *Gait Posture*. 2012 Jun;36(2):271-5. Epub 2012 Apr 19. [online]. [cit. 2012-16-08]. Dostupný z WWW: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22520457>
- [44] SIMONSEN E.B., SVENDSEN M.B., *Walking on high heels changes muscle activity and the dynamics of human walking significantly*. *J Appl Biomech*. 2012 Feb;28(1):20-8. [online]. [cit. 2012-16-08]. Dostupný z WWW: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22431211>
- [45] ZDRAVĚ.CZ, *Deformity nohou*. [online]. [cit. 2011-16-09]. Dostupný z WWW: <http://obleceni-aboty.zdrave.cz/deformity-nohou/>
- [46] PHILLIPS R.D., RECZEK D.M., *Modification of high-heeled shoes to decrease pronation during gait*. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1991 Apr;81(4):215-9. [online]. [cit. 2012-16-08]. Dostupný z WWW: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1875295>
- [47] O'KEEFFE, L., *A celebrations of pumps, sandals, slippers and more shoes*. Workman Publishing Company, New York, 1996. ISBN 978-0-7611-0114-7.
- [48] JONES, L., *High Heels risk to health of pregnant women*. The Society of Chiropractors and Podiatrists. [online]. [cit. 2011-23-12]. Dostupný z WWW: <http://www.telegraph.co.uk/health/healthnews/7826524/High-heels-risk-to-health-of-pregnant-women.html>
-

- [49] NOVINKY.CZ., *Balerínky a pantofle jsou nebezpečnější než jehlové podpatky*. [online]. [cit. 2011-13-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.novinky.cz/zena/styl/168397-balerinky-a-pantofle-jsou-nebezpecnejsinez-jehlove-podpatky.html>>
- [50] KALIVODOVÁ, L. Lidové noviny. *Podpatky zlepšují zdraví*. [online]. [cit. 2011-25-11]. Dostupný z WWW: <http://www.lidovky.cz/tiskni.asp?r=ln_noviny&c=A080207_000_062_ln_noviny_sko>
- [51] YOULIAN HONG, DEWEI MAO, JING XIAN LI, DONG QING XU AND JIM LUK: *Gait pattern of walking on treadmill wearing negative heel shoes*. [online]. 1998 [cit. 2009-26-09]. Dostupný z WWW: <http://www.staffs.ac.uk/isbfw/Abstracts/HONG.GAIT_FULL.pdf>
- [52] ANDREW H. HANSEN, PHD; DUDLEY S. CHILDRESS, PHD: *Effects of shoe heel height on biologic rollover characteristics during walking*. [online]. [cit. 2009-02-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.rehab.research.va.gov/jour/04/41/4/hansen.html>>
- [53] EDWARDS, L., DIXON, J., *Effect of shoe heel height on vastus medialis and vastus lateralis electromyographic activity during sit to stand*. [online]. [cit. 2012-13-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.josr-online.com/content/3/1/2>>
- [54] LEE YUNG-HUI, HONG WEI-HSEIN. *Effects of shoe inserts and heel height on foot pressure, impact force, and perceived comfort during walking*. Applied ergonomics 36 – Elsevier. Department of Industrial Management, National Taiwan University of Science and Technology, No. 43, Kee-Lung Road, Sec IV, Taipei, Taiwan, 106 ROC, Received 26 January 2004; accepted 12 November 2004., [online], [cit. 2009-05-08]. Dostupný z WWW: <http://www.iea.cc/upload/elsevier_Yung-Hui.pdf>
- [55] SPEKSNIJDER, C.,M., MUNSKHOF R., J., H., *The higher the heel the higher the forefoot-pressure in ten healthy women*. THE FOOT – Elsevier. [online]. [cit. 2012-20-01]. Dostupný z WWW: <[http://www.thefootjournal.com/article/S0958-2592\(04\)00078-1/abstract](http://www.thefootjournal.com/article/S0958-2592(04)00078-1/abstract)>

- [56] HONG W.H., LEE Y.H., *Influence of heel height and shoe insert on comfort perception and biomechanical performance of young female adults during walking*. *Foot Ankle Int.* 2005 Dec;26(12):1042-8. [online]. [cit. 2012- 02.07]. Dostupný z WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16390637>>
- [57] INSOLIA, *Insolia media Kit*. [online]. [cit. 2011- 02.10]. Dostupný z WWW: <<http://insolia.com/media-kit.html>>
- [58] ČERENKOVÁ, M. *Optimalizace profylaktických účinků speciální obuvi pro diabetiky*. Dizertačná práce. Zlin: UTB, 2002.
- [59] WIKIPEDIA, *Body mass index*. [online]. [cit. 2011- 27.09]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Body_mass_index>

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

- BMI Body mass index.
- PDCH Priama dĺžka chodidla.
- MO Maska stielky.
- MO1 Maska pre oblasť palca.
- MO2 Maska pre oblasť 2.-5. prstu.
- MO3 Maska pre oblasť 1. metatarzu.
- MO4 Maska pre oblasť 2.-5. metatarzu.
- MO5 Maska pre oblasť mediálnej časti klenku.
- MO6 Maska pre oblasť laterálnej časti klenku.
- MO7 Maska pre oblasť päty.
- MOS1 Maska pre oblasť prednej časti nohy so stielkou alebo bez stielky Insolia.
- MOS2 Maska pre oblasť klenku so stielkou alebo bez stielky Insolia.
- MOS3 Maska pre oblasť päty so stielkou alebo bez stielky Insolia.

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1. Smer krivky dráhy ťažiska. [15].....	16
Obr. 2. Vzor testovanej obuvi. [33]	28
Obr. 3. Príklad HANSENUM skúmanej obuvi. [34].....	30
Obr. 4. Charakteristická krivka odval'ovania pri chôdzi. [34].....	30
Obr. 5. Dráha pohybu kotníku pri chôdzi. [34]	31
Obr. 6. Príklad dreveného klinu. [35]	32
Obr. 7. Stielka Insolia [38].....	38
Obr. 8. Profily formy z dreva pre výšku podpätku 55 mm.....	41
Obr. 9. Príklad profilov zakrivenia klenkovej časti pre výšku podpätku 55 mm.....	42
Obr. 10. Stielky prístroja pedar a profily formy.	43
Obr. 11. Maska.....	44
Obr. 12. Plantograf.....	47
Obr. 13. Tenzometrická mostová váha.	48
Obr. 14. Obuv vyrobená pre experiment - pohľad zhora.....	50
Obr. 15. Obuv vyrobená pre experiment - výška podpätkov [mm].	50
Obr. 16. Dynamické meranie pri chôdzi zo schodov.....	51
Obr. 17. Profil s úsečkou zvolenej nulovej hodnoty.....	53
Obr. 18. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 35 mm.	54
Obr. 19. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 55 mm.	56
Obr. 20. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 75mm.	57

Obr. 21. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálnej sily nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 35 mm.	58
Obr. 22. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálnej sily nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 55 mm.	59
Obr. 23. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálnej sily nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 75 mm.	60
Obr. 24. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálneho tlaku nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 35 mm.....	62
Obr. 25. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálneho tlaku nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 55 mm.....	63
Obr. 26. Vplyv vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálneho tlaku nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 75 mm.....	65
Obr. 27. Vplyv výšky podpätku a profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení pomocou stĺpcového grafického vyjadrenia.....	66
Obr. 28. Vplyv výšky podpätku a profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení pomocou lineárneho grafického vyjadrenia.	67
Obr. 29. Percentuálne zastúpenie vplyvu výšky podpätku a profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení.	68

Obr. 30. Vplyv vzdialenosti od nulovej hodnoty k profilu na kontaktnú plochu u jednotlivých masiek rozdelenia plosky nohy.....	69
Obr. 31. Vplyv výšky podpätku na nohu pre kontaktnú plochu pri chôdzi po rovine.	71
Obr. 32. Percentuálne zastúpenie kontaktnej plochy pre vybrané oblasti nohy pri chôdzi po rovine.	72
Obr. 33. Percentuálne zastúpenie kontaktnej plochy pre vybrané oblasti nohy pri chôdzi po schodoch.	72
Obr. 34. Percentuálne zastúpenie kontaktnej plochy pre vybrané oblasti nohy pri chôdzi zo schodov.	73
Obr. 35. Percentuálne zastúpenie kontaktnej plochy pre vybrané oblasti nohy pri chôdzi z naklonenej roviny.	74
Obr. 36. Percentuálne zastúpenie kontaktnej plochy pre vybrané oblasti nohy pri chôdzi na naklonenú rovinu.	74
Obr. 37. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálnu silu pri chôdzi po rovine.	76
Obr. 38. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálnu silu pri chôdzi po schodoch.	77
Obr. 39. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálnu silu pri chôdzi zo chodov.....	78
Obr. 40. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálnu silu pri chôdzi na naklonenú rovinu.	79
Obr. 41. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálnu silu pri chôdzi z naklonenej roviny.....	80
Obr. 42. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálny tlak pri chôdzi po rovine.	82

Obr. 43. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálny tlak pri chôdzi po schodoch .	83
Obr. 44. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálny tlak pri chôdzi zo chodov.	84
Obr. 45. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálny tlak pri chôdzi z naklonenej roviny.	85
Obr. 46. Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálny tlak pri chôdzi na naklonenú rovinu.	86
Obr. 47 Maska pre stielku INSOLIA.	88
Obr. 48 Vplyv výšky podpätku na nohu pre kontaktnú plochu pri chôdzi po rovine so stielku Insolia a bez stielky Insolia.	89
Obr. 49 Percentuálne zastúpenie kontaktnej plochy pre vybrané oblasti nohy pri chôdzi po rovine v obuvi s rôznou výškou podpätku s Insoliu alebo bez Insolie.	90
Obr. 50 Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálnu silu pri chôdzi po rovine so stielku Insolia a bez stielky Insolia.	91
Obr. 51 Vplyv výšky podpätku na nohu pre maximálny tlak pri chôdzi po rovine so stielku Insolia a bez stielky Insolia.	92

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1. Antropometrické údaje probandiek časť I.	45
Tab. 2. Antropometrické údaje probandiek časť II.	46
Tab. 3. Popisná štatistika nameraných veličín probandiek.	46
Tab. 4 Klasifikácia BMI. [59].	48
Tab. 5 Hodnoty vzdialenosti zakrivenia klenkovej časti formy od nulovej hodnoty a označenie čísla profilu a výšky podpätku.	53
Tab. 6. Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 35 mm.	54
Tab. 7. Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 55 mm.	55
Tab. 8. Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 75 mm.	57
Tab. 9. Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálnej sily nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 35 mm.	58
Tab. 10. Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálnej sily nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 55 mm.	59
Tab. 11. Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálnej sily nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 75 mm.	60
Tab. 12. Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálneho tlaku nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 35 mm.	61

Tab. 13. Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálneho tlaku nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 55 mm.	63
Tab. 14. Hodnoty vplyvu vzdialenosti od nulového bodu k profilu zakrivenia na zmeny maximálneho tlaku nohy pri kvázistatickom zaťažení u výšky podpätku 75 mm.	64
Tab. 15. Hodnoty vplyvu výšky podpätku a profilu zakrivenia na zmeny kontaktnej plochy nohy pri kvázistatickom zaťažení.	66
Tab. 16. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre kontaktnú plochu pri chôdzi na rovine.	71
Tab. 17. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre kontaktnú plochu pri chôdzi po schodoch.	72
Tab. 18. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre kontaktnú plochu pri chôdzi zo schodov.	73
Tab. 19. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre kontaktnú plochu pri chôdzi zo schodov.	73
Tab. 20. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre kontaktnú plochu pri chôdzi na naklonenú rovinu.	74
Tab. 21. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálnu silu pri chôdzi po rovine.	75
Tab. 22. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálnu silu pri chôdzi po schodoch.	76
Tab. 23. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálnu silu pri chôdzi zo schodov.	77
Tab. 24. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálnu silu pri chôdzi na naklonenú rovinu.	79
Tab. 25. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálnu silu pri chôdzi z naklonenej roviny.	80

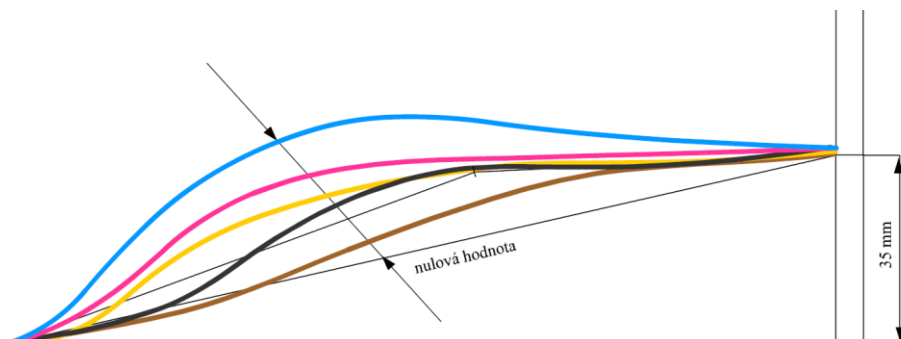
Tab. 26. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálny tlak pri chôdzi po rovine.	81
Tab. 27. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálny tlak pri chôdzi po schodoch.	83
Tab. 28. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálny tlak pri chôdzi zo schodov.	84
Tab. 29. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálny tlak pri chôdzi z naklonenej roviny.....	85
Tab. 30. Hodnoty vplyvu výšky podpätku pre maximálny tlak pri chôdzi na naklonenú rovinu.	86
Tab. 31 Hodnoty vplyvu výšky podpätku a vplyvu stielky Insole pre kontaktnú plochu pri chôdzi po rovine.	89
Tab. 32 Hodnoty vplyvu výšky podpätku a vplyvu stielky Insole pre maximálnu silu pri chôdzi po rovine.	91
Tab. 33 Hodnoty vplyvu výšky podpätku a vplyvu stielky Insole pre maximálny tlak pri chôdzi po rovine.....	92

ZOZNAM PRÍLOH

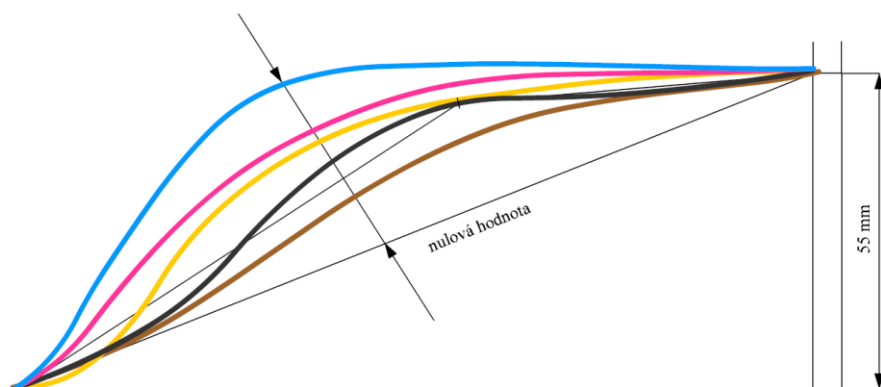
Príloha I. – profily 35 mm

Príloha II. – profily 55 mm

Príloha III. – profily 75 mm

PRÍLOHA P I: PROFILY 35 MM

- PROFIL č.1 - Štandard
- PROFIL č.2 - Najnižší
- PROFIL č.3 - Vymyslený
- PROFIL č.4 - Ľudská noha
- PROFIL č.5 - Najvyšší

PRÍLOHA P II: PROFILY 55 MM

- PROFIL č.1 - Štandard
- PROFIL č.2 - Najnižší
- PROFIL č.3 - Vymyslený
- PROFIL č.4 - Ľudská noha
- PROFIL č.5 - Najvyšší

PRÍLOHA P II: PROFILY 75 MM