

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Brno, 2022

Lívia Červeňová



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

## ÚSTAV BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

## ROZLOŽENÍ TLAKU NA CYKLISTICKÉM SEDLE V SOUVISLOSTI SE ZMĚNOU POSEDU

SADDLE PRESSURE MAPPING RELATED TO BIKE FITTING

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Lívia Červeňová

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Lukáš Hrbotický

BRNO 2022

# Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Biomedicínská technika a bioinformatika**

Ústav biomedicínského inženýrství

**Studentka:** Lívia Červeňová

**ID:** 220934

**Ročník:** 3

**Akademický rok:** 2021/22

**NÁZEV TÉMATU:**

## Rozložení tlaku na cyklistickém sedle v souvislosti se změnou posedu

**POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:**

1) Seznamte se s problematikou optimalizace cyklistického posedu. 2) Vypracujte literární rešerši v oblasti nastavení cyklistického posedu a distribuce tlaku sedacích částí cyklisty na sedlo jízdního kola. Zaměřte se především na hledisko anatomie a dopadů na zdraví cyklisty. 3) Navrhněte testovací protokol, který bude zahrnovat různá nastavení posedu vycházející ze znalostí získaných při práci na literární rešerši. Provedte pilotní měření. 4) Provedte měření dle navrhnutého testovacího protokolu. 5) Zpracujte naměřená data a porovnejte klíčové hodnoty důležité při nastavování posedu a z toho plynoucí možné změny v rozložení tlaku na sedle. 6) Diskutujte optimální nastavení posedu jezdce s ohledem na jeho anatomická specifika a dopady na zdraví.

**DOPORUČENÁ LITERATURA:**

[1] HOLLIDAY, Wendy, Julia FISHER a Jeroen SWART. The effects of relative cycling intensity on saddle pressure indexes. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2019, 22(10), 1097-1101. ISSN 14402440. Dostupné z: doi:10.1016/j.jsams.2019.05.011

[2] CRUZ, Laura, Milthon BETANCOURT, Ingrid FONSECA a Jayson ANDREY BERNATE. The effects of relative cycling intensity on saddle pressure indexes. *VIREF-REVISTA DE EDUCACION FISICA*. 2020, 9(1), 63-71.

**Termín zadání:** 7.2.2022

**Termín odevzdání:** 27.5.2022

**Vedoucí práce:** Ing. Lukáš Hrbotický

**doc. Ing. Jana Kolářová, Ph.D.**  
předseda rady studijního programu

**UPOZORNĚNÍ:**

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

## **ABSTRAKT**

Cieľom tejto práce je hľadanie optimálneho nastavenia posedu tak, aby zvyšoval výkon cyklistu a takisto pomáhal pri prevencii zranení. Teoretická časť obsahuje anatomický pohľad na cyklistiku, príčiny vzniku zranení a ich prevenciu a sú spomenuté rôzne metódy nastavenia posedu a parametre samotného sedla. Praktickou časťou je porovnávanie 15 odlišných cyklistických sediel a tlak pôsobiaci na sedlá na základe nastaveného posedu a rozličných parametrov sedla.

## **KĽÚČOVÉ SLOVÁ**

nastavenie posedu, optimalizácia, cyklistické sedlo, výška riadidiel, výrez v sedle, tlak na sedlo

## **ABSTRACT**

The goal of this work is to find the optimal bicycle fitting so as to increase the performance of the cyclist and also to help prevent injuries. The theoretical part contains an anatomical view of cycling, the causes of injuries and their prevention, and various methods of bicycle fitting. Parameters of the saddle itself are also mentioned. The practical part is the comparison of 15 different bicycle saddles and the pressure acting on the saddles based on the bike fit and different saddle parameters.

## **KEYWORDS**

bicycle fitting, optimalization, bicycle seat, handlebar height, saddle cutout, saddle pressure

ČERVEŇOVÁ, Livia. *Rozložení tlaku na cyklistickém sedle v souvislosti se změnou posedu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav biomedicínského inženýrství, 2022, 70 s. Bakalářská práce. Vedúci práce: Ing. Lukáš Hrbotický,

## Vyhlásenie autora o pôvodnosti diela

**Meno a priezvisko autora:** Lívia Červeňová  
**VUT ID autora:** 220934  
**Typ práce:** Bakalárska práca  
**Akademický rok:** 2021/22  
**Téma závěrečnéj práce:** Rozložení tlaku na cyklistickém sedle v souvislosti se změnou posedu

Vyhlasujem, že svoju záverečnú prácu som vypracovala samostatne pod vedením vedúcej/cého záverečnej práce, s využitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce.

Ako autorka uvedenej záverečnej práce ďalej vyhlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto záverečnej práce som neporušila autorské práva tretích osôb, najmä som nezasiahla nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a/alebo majetkových a som si plne vedomá následkov porušenia ustanovenia § 11 a nasledujúcich autorského zákona Českej republiky č. 121/2000 Sb., o práve autorskom, o právach súvisiacich s právom autorským a o zmene niektorých zákonov (autorský zákon), v znení neskorších predpisov, vrátane možných trestnoprávných dôsledkov vyplývajúcich z ustanovenia časti druhej, hlavy VI. diel 4 Trestného zákonníka Českej republiky č. 40/2009 Sb.

Brno .....

.....

podpis autorky\*

---

\*Autor podpisuje iba v tlačenej verzii.

## POĎAKOVANIE

Rada by som sa touto cestou poďakovala vedúcemu bakalárskej práce pánovi  
Ing. Lukášovi Hrbotickému za odborné vedenie, čas, trpezlivosť a všetky podnetné návrhy  
k práci.

# Obsah

Úvod	12
<b>1 Teoretická časť študentskej práce</b>	<b>13</b>
1.1 Úvod	13
1.2 Cyklistika anatomicky a fyziologicky	13
1.3 Prevencia zranení	14
1.3.1 Pôvod zranení	14
1.3.2 Liečba	15
1.3.3 Vnútorne faktory	15
1.3.4 Vonkajšie faktory	15
1.3.5 Úloha ortopedických vložiek v cyklistike	16
1.4 Účinky nesprávneho nastavenia posedu na riziko zranenia a vzniku bolesti	17
1.4.1 Riziko zranenia kolena	17
1.4.2 Bolesť krku a chrbta	18
1.4.3 Genitourinárne problémy	18
1.5 „Bicycle fitting“	19
1.6 Prehľad metód	20
1.7 Metódy nastavenia výšky sedla	22
1.7.1 Hamleyho a Thomasova metóda	22
1.7.2 LeMondova metóda	22
1.7.3 Holmesova metóda	22
1.7.4 Metóda optimalizácie	23
1.8 Metódy nastavenia riadidiel	24
1.8.1 Výška riadidiel	24
1.8.2 Šírka riadidiel	25
1.8.3 Dosah riadidiel	25
1.9 Nastavenie kľuky a pedálov	26
1.9.1 Dĺžka kľuky	26
1.9.2 Pozícia chodidla	27
1.10 Cyklistické sedlo	27
1.10.1 Ergonómia sedla	28
1.10.2 Rodové rozdiely	29
1.10.3 Vplyv výrezu na sedle	30
1.10.4 Tvar sedla a zakrivenie	30
1.10.5 Tlak na sedlo	31
1.10.6 Výplň sedla na bicykel a pohodlie	33



<b>2</b>	<b>Výsledky študentskej práce</b>	<b>34</b>
2.1	Zrealizované meranie . . . . .	34
2.2	Použité zariadenia . . . . .	34
2.2.1	Tlakový poťah Medilogic . . . . .	34
2.2.2	Program Kinovea . . . . .	35
2.3	Spracovanie dát . . . . .	36
2.4	Rozdiel tlaku pri zmene výšky riadiel . . . . .	37
2.5	Súmernosť tlaku . . . . .	37
2.6	Mäkkosť a tvrdosť sedla . . . . .	38
2.7	Výrez na sedle . . . . .	39
2.8	Porovnanie rôznych širok . . . . .	42
2.9	Tvar sedla . . . . .	42
<b>3</b>	<b>Diskusia</b>	<b>44</b>
	<b>Záver</b>	<b>46</b>
	<b>Literatúra</b>	<b>47</b>
<b>4</b>	<b>Fotky sediel spolu s vykreslením tlaku v oboch pozíciách</b>	<b>56</b>
4.1	Sedlo fizik Aliante 140 . . . . .	56
4.2	Sedlo fizik Aliante 152 . . . . .	57
4.3	Sedlo fizik Antares:R3 . . . . .	58
4.4	Sedlo fizik Arione:R3 . . . . .	59
4.5	Sedlo fizik Arione . . . . .	60
4.6	Sedlo Selle Italia Flite . . . . .	61
4.7	Sedlo Selle Italia MAX Flite Superflow . . . . .	62
4.8	Sedlo Selle Italia Novus L3 Boost Superflow . . . . .	63
4.9	Sedlo Selle Italia Novus S3 Boost Superflow . . . . .	64
4.10	Sedlo Specialized POWER Comp . . . . .	65
4.11	Sedlo Specialied POWER Comp MIMIC . . . . .	66
4.12	Sedlo PRO Stealth . . . . .	67
4.13	Sedlo Selle Italia SLR Kit Carbonio Superflow . . . . .	68
4.14	Sedlo Selle Italia SP-01 Boost Superflow . . . . .	69
4.15	Sedlo Selle Italia X-LR TM Superflow . . . . .	70

# Zoznam obrázkov

1.1	Príklady meraní dĺžky nohy: a) hrbolček sedacej kosti; (b) trochantérická dĺžka (prevzaté a upravené z [46]) . . . . .	20
1.2	Príklad merania dĺžky nohy: dĺžka vnútorého švu (prevzaté z [47]) . . .	21
1.3	Vzdialenosť používaná na (a) nastavenie podľa Hamleyho a Thomasa a (b) nastavenie podľa LeMondovej metódy (prevzaté z [39]) . . . . .	22
1.4	Príklad nastavenia výšky sedla na základe Holmesovej metódy (prevzaté z [39]) . . . . .	23
1.5	Pohľad spredu na typickú mužskú (a) a ženskú (b) panvu (prevzaté z [67]) . . . . .	29
1.6	Pohľad zhora na tri dizajny sediel a ich rozmery (prevzaté a upravené z [68]) . . . . .	31
1.7	Pohľad zhora na tri dizajny sediel a ich rozmery. Svetlé (nízky tlak) až tmavé (väčší tlak) farby predstavujú typické rozloženie tlaku pri jazde na plochej 350m trati (prevzaté a upravené z [69]) . . . . .	32
2.1	Tlakový poľah Medilogic (prevzaté z [72]) . . . . .	35
2.2	Sledovanie vývoju viacbodového objektu . . . . .	36
2.3	Zobrazenie tlaku (v kPa) na sedlo značky fizik, model Aliante, v pozícii hore (H) . . . . .	37
2.4	Zobrazenie tlaku (v kPa) na sedlo značky fizik, model Aliante, v pozícii dole (D) . . . . .	38
2.5	Rozdiel tlakov (v kPa) v pozícii hore a dole na sedlo značky fizik, model Aliante . . . . .	39
2.6	Príklady ďalších rozdielov tlaku (v kPa) medzi hornou a dolnou pozíciou	41
2.7	Príklad zobrazenia nesúmerného pôsobenia tlaku (v kPa) na sedlo. Pravá strana obrázku zodpovedá pravej končatine . . . . .	42
2.8	Tlak (v kPa) na model sedla s výrezom (naľavo) a bez výrezu (napravo)	43
2.9	Tlak (v kPa) na sedlo rôznej šírky toho istého modelu sedla . . . . .	43
4.1	Sedlo Aliante 140 . . . . .	56
4.2	Výsledný tlak (v kPa) na sedlo Aliante 140 v pozícii hore (a) a dole (b)	56
4.3	Sedlo Aliante 152 . . . . .	57
4.4	Výsledný tlak (v kPa) na sedlo Aliante 152 v pozícii hore (a) a dole (b)	57
4.5	Sedlo Antares . . . . .	58
4.6	Výsledný tlak (v kPa) na sedlo Antares v pozícii hore (a) a dole (b) .	58
4.7	Sedlo Arione R3 . . . . .	59
4.8	Výsledný tlak (v kPa) na sedlo Arione R3 v pozícii hore (a) a dole (b)	59
4.9	Sedlo Arione . . . . .	60
4.10	Výsledný tlak (v kPa) na sedlo Arione v pozícii hore (a) a dole (b) . .	60

4.11 Sedlo Flite . . . . .	61
4.12 Výsledný tlak (v kPa) na sedlo Flite v pozícii hore (a) a dole (b) . . .	61
4.13 Sedlo MAX Flite . . . . .	62
4.14 Výsledný tlak (v kPa) na sedlo MAX Flite v pozícii hore (a) a dole (b)	62
4.15 Sedlo Novus L3 . . . . .	63
4.16 Výsledný tlak (v kPa) na sedlo Novus L3 v pozícii hore (a) a dole (b)	63
4.17 Sedlo Novus S3 . . . . .	64
4.18 Výsledný tlak (v kPa) na sedlo Novus S3 v pozícii hore (a) a dole (b)	64
4.19 Sedlo POWER Comp . . . . .	65
4.20 Výsledný tlak (v kPa) na sedlo POWER Comp v pozícii hore (a) a dole (b) . . . . .	65
4.21 Sedlo POWER Comp MIMIC (prevzaté z [74]) . . . . .	66
4.22 Výsledný tlak (v kPa) na sedlo POWER Comp MIMIC v pozícii hore (a) a dole (b) . . . . .	66
4.23 Sedlo PRO Stealth (prevzaté z [77]) . . . . .	67
4.24 Výsledný tlak (v kPa) na sedlo PRO Stealth v pozícii hore (a) a dole (b) . . . . .	67
4.25 Sedlo SLR Kit Carbonio . . . . .	68
4.26 Výsledný tlak (v kPa) na sedlo SLR Kit Carbonio v pozícii hore (a) a dole (b) . . . . .	68
4.27 Sedlo SP-01 . . . . .	69
4.28 Výsledný tlak (v kPa) na sedlo SP-01 v pozícii hore (a) a dole (b) . .	69
4.29 Sedlo X-LR TM . . . . .	70
4.30 Výsledný tlak (v kPa) na sedlo X-LR TM v pozícii hore (a) a dole (a)	70

# Úvod

Cyklistika je obľúbenou športovou aktivitou mnohých ľudí, či už sa tomu venujú na rekreačnej alebo profesionálnej úrovni. Znižuje riziko rôznych chorôb ako sú mŕtvica, rakovina hrubého čreva, depresia a kardiovaskulárne choroby. Priaznivo vplýva aj na svalovú kondíciu a celkové zdravie človeka. Avšak pri nesprávnom nastavení jednotlivých komponentov bicykla môže vykonávanie tohto športu častokrát skôr uškodiť ako pomôcť.

Počas bicyklovania sa pravidelne opakuje proces pedálovania a čo i len malá odchýlka od noriem alebo chyba sa neskôr prejaví bolesťou alebo zhoršeným výkonom. Najčastejšie sa jedná o bolesti v oblasti kolien, ďalej chrčtice, krku alebo perinea. Preto sa už dlhé roky mnoho štúdií venuje optimálnemu nastaveniu posedu, aby sa predišlo pociťovanej bolesti, zraneniam a taktiež sa zvýšil výkon cyklistu. Najviac štúdií je zameraných na správne nastavenie výšky sedla, už menej vedeckých článkov a kníh sa zmieňuje o nastavení riadidiel, klúk a pedálov.

Hlavným cieľom tejto práce bolo porovnať kľúčové hodnoty dôležité pri nastavovaní posedu a z toho plynúce možné zmeny v rozložení tlaku na sedle. My sme si ako porovnávanú hodnotu zvolili výšku riadidiel, keďže na túto problematiku sa sústreďuje menej publikácií. Zvyšok nastaveného posedu ostal nezmenený počas celej doby merania. Konkrétne bol porovnávaný výstupný tlak pôsobiaci na sedlo pri dvoch rozdielnych pozíciách výšky riadidiel a pri rozličnom prevedení sediel na základe anatomickej stavby meraného subjektu.

Počas merania bolo použitých 15 rôznych sediel. Meranie bolo vykonané na ergometri Lode, v dvoch jazdných pozíciách so zmenou výšky riadidiel. Pomocou tlakového potahu Medilogic sa sledoval výsledný tlak na sedlo pri zmene posedu a tiež na základe odlišných parametrov sedla. Pozornosť venovaná parametrom ako súmernosť, výrez na sedle, šírka sedla a tvar. Dáta boli spracované v programe MATLAB Online, a to vykreslením matíc jednotlivých meraní. Práca je zakončená zhrnutím dosiahnutých výsledkov spracovaných dát z tlakového potahu. Vďaka porovnaniu nasnímaných výsledkov je možné posúdiť adekvátnosť každého z použitých sediel vzhľadom na anatomickejšiu stavbu meraného subjektu.

# 1 Teoretická časť študentskej práce

## 1.1 Úvod

Cyklistika je veľmi obľúbená aktivita takmer väčšiny ľudí už od útleho veku. Je to rýchly, jednoduchý a ekologický spôsob dopravy. Znižuje riziko kardiovaskulárnych chorôb, predčasnej smrti, mŕtvice, vysokého krvného tlaku, rakoviny hrubého čreva a depresie. Navyše zabraňuje priberaniu na váhe, zlepšuje svalovú kondíciu a dopomáha strate hmotnosti s primeranou diétou. Bicyklovanie ako fyzická aktivita účinne a v širokom rozsahu využíva metabolické a kardiorespiračné funkcie celého tela, a tým prináša mnohé potenciálne zdravotné výhody. [1]

Na druhej strane môže mať cyklistika aj isté nežiaduce účinky. S vyšším počtom užívateľov cyklistických prostriedkov sa zvyšuje aj pravdepodobnosť akútnych [2][3] a nadmerných zranení [4][5]. Správy uvádzajú, že pravdepodne až 85 % cyklistov pocíti fyzickú bolesť na niektorej časti tela. Tieto časti tela môžu byť od kolien cez kríže až po oblasť slabín, hlavne keď jazda na bicykli trvá viac ako 3 hodiny. [6]

## 1.2 Cyklistika anatomicky a fyziologicky

Cyklista sa s bicyklom dostáva do kontaktu cez päť rôznych bodov – nohy, ruky a sedacia časť. Navyše sa počas cyklistiky zapojí do pohybu väčšina hlavných svalových skupín. Kľuky sú oproti sebe v uhle 180°, čo znamená, že keď je jedna noha cyklistu vystretá, druhá je ohnutá. To umožňuje ohýbacím svalom na jednej nohe pracovať zároveň s natahovacími svalmi na opačnej strane. S pravidelným otáčaním kľuky nohy postupne prejdú všetkými svalovými skupinami. Práve preto je cyklistika skvelým cvičením, keďže sú pri bicyklovaní precvičované všetky časti tela.

V správnej polohe na bicykli by malo byť koleno iba mierne pokrčené, keď je noha v hodinovej pozícii 6 hodín. Týmto sa hamstring natiahne do vhodnej dĺžky a pripraví sa na primeraný impulz počas zdvihu pedálu smerom nahor. V tom istom čase je druhý pedál v hodinovej pozícii 12 hodín. Táto pozícia spôsobuje, že stehno je skoro paralelne so zemou. Toto maximalizuje výkon sedacieho svalu počas zdvihu smerom nadol a štvorhlavý sval pre silný výkop, keď noha dosahuje vrchol pohybu pedálov. Počas otáčania pedálom členok umožní nohe plynulý prechod z pozície ohnutého kolena do pozície vystretého kolena. Spolu s ohýbacími a natahovacími svalmi hornej časti nohy pri pohybe v cykle pedálovania sa k výkonu taktiež pridávajú svaly dolnej časti nôh a lýtka. K stabilizovaniu členka a chodidla taktiež napomáhajú lýtkové a dolné svaly. [7]

Iná štúdia zameraná na svaly dolných končatín poukazuje na to, že svaly s jedným kĺbom fungujú ako zdroj energie a svaly s dvoma kĺbmi ako rozvádzač energie. Členok

sa zvyčajne nepokladá za zdroj energie, ale je iba spostredkovateľ prenášania energie na bicykel. Lýtkové svaly sú primárne zdroje energie pri šľapaní počas silovej fázy. Naproti tomu stehenný sval, ktorý má dva kĺby, pôsobí na rozvádzanie energie v kolenných a bedrových kĺboch. Hamstringy rozvádzajú energiu z lýtkových svalov a jemne ladia celý systém. [8]

Taktiež sa zistilo, že existujú rozdiely pri používaní svalov a naberaní svalovej hmoty u začínajúcich a u elitných cyklistov. To môžu spôsobovať odlišné alebo menej kvalifikované pohybové vzorce. Aj keď rýchlosť a zovierajúci uhol kĺbov sa nelíšil, elitní cyklisti mali silnejšiu kordináciu v sagitálnej rovine bedrový kĺb - členok a koleno – členok. Kordinácia bola taktiež konzistentnejšia u elitných cyklistov.

U začínajúcich cyklistov bol zaznamenaný menší rozsah pohybu členku, čím možno čiastočne vysvetliť také rozdiely medzi začínajúcimi a elitnými cyklistami pri rovnakej rýchlosti a uhloch zvierajúcich kĺby. [9]

## 1.3 Prevencia zranení

Fyzioterapeuti a iní náležite vyškolení poskytovatelia zdravotnej starostlivosti majú nezastupiteľné miesto v cyklistike. Pokrývajú oblasť prevencie zranení, taktiež starostlivosti o vzniknuté zranenia a venujú sa aj optimálnemu výkonu. Neodmysliteľnou súčasťou prevencie zranení je strečing, ktorý patrí k prevencii zranení pri každom športe. Cyklistika sa považuje za šport s nízkym rizikom svalového natiahnutia alebo natrhnutia a keďže sa tieto typy zranení vyskytujú len zriedka, bežné fyzioterapeutické cvičenia sú tu ťažko realizovateľné. To môže byť spôsobené kontrolovaným lineárnym pedálovaním, ktoré nedovolí svalom náhle sa natrhnuť alebo natiahnuť. Výsledky systematických a kritických prehľadov dokazujú, že samotný strečing by dokázal zlepšiť výkon svalov, avšak stále by tu bolo riziko vzniku akútnych zranení alebo následky nadmerného používania [10]. Strečing taktiež nevytvára ochranu pred bolesťou svalov [11]. Napriek všetkým týmto aspektom prevláda viac ako vedecný názor intuitívna biomechanika, že strečing môže stále slúžiť v boji proti skracovaniu šliach a svalov. Toto môže dopomôcť lepšej polohe tela, keďže cyklisti dlhé hodiny trávajú v nezvyčajnej, ohnutej, predĺženej polohe. Práve pre dosiahnutie takejto flexibility bez pocitu bolesti sa odporúča strečingový program. [12]

### 1.3.1 Pôvod zranení

Pri cyklistike zvyčajne vznikajú dva rozdielne spôsoby zranenia – tkanivová makrotrauma a mikrotrauma. Tkanivová makrotrauma je väčšinou spojená pádom z bicykla alebo priamou traumou. Mikrotrauma tkaniva môže byť následkom nadmerného používania. Práve mikrotrauma tkaniva predstavuje zložitejší diagnostický

proces, keďže cyklista mohol toto mikrotraumové poranenie získať z niečoho, čo nie je na prvý pohľad viditeľné. Spôsobené to môže byť práve nesprávne nastaveným posedom alebo nejakou jemnou abnormalitou, ako je napr. rozdielna dĺžka nohy. [12]

### **1.3.2 Liečba**

Čo sa týka liečby netraumatických poranení u cyklistu, tá by mala zohľadňovať telo cyklistu a takisto aj samotný bicykel. Asplund a St Pierre [5] to opísali ako vonkajšie a vnútorné faktory. Holmes [13] vo svojej štúdiu uvádza, že úprava biomechanických problémov bez liečby zranenej oblasti by bola v konečnom dôsledku neúčinná.

### **1.3.3 Vnútorné faktory**

Je mnoho vnútorných faktorov, ktoré môžu spôsobovať zranenia pri cyklistike. Jedno z mnohých je odporúčanie skontrolovať skrátenú dĺžku nohy. Holmes [14] uvádza, že rozdiel v dĺžkach, ktorý zodpovedá hodnote 6,4 mm a viac by sa mal pokladať za „významný“. Tento rozdiel spôsobuje natiahnutie mäkkých tkanív a následnú bolesť kolena. Navrhnutá liečba tohto problému spočíva v pripevnení dlhšej nohy o pedál, pričom kratšia noha by mala upravovať rozdiel dĺžok a to takým spôsobom, že sa vytvorí priestor medzi pedálom a topánkou cyklistu [15]. Taktiež vonkajšia alebo vnútorná rotácia holennej kosti o viac ako 20° môže byť veľkým prispievateľom k bolesti jablčka a stehennej kosti. Vnútorná rotácia holennej kosti spolu s vnútornou rotáciou stehna je obvyčajne výsledkom nadmerného otočenia chodidla smerom dolu a je pokladaná za pravdepodobnú príčinu bolesti kolena [16]. Takmer každá štúdia skúmajúca zranenia v cyklistike obhajuje strečingovú rutinu ako dobrý prostriedok proti napätiu mäkkých tkanív, napr. šliach okolo kolena. Stále je to však založené skôr na dobrej intuícii a skúsenosti ako podložené výsledkami nejakej kontrolovanej klinickej štúdie. Doteraz totižto nie je štúdia zaoberajúca sa pevnosťou mäkkých tkanív a jej súvislosťou s nadmerným zaťažením pri bicyklovaní. Každopádne je určite zaujímavé vedieť, prečo niektorí cyklisti vôbec nepocítujú bolesti, aj keď nemajú žiadny strečingový program a ostatní sú závislí práve od takéhoto programu, aby nepocítovali žiadne príznaky bolesti. [12]

### **1.3.4 Vonkajšie faktory**

Praktický lekár cyklistov by mal byť uvedený s veľkým množstvom vonkajších faktorov, ktoré prispievajú k bolesti a technickým problémom v cyklistike. Prakticky každá časť bicykla môže byť nejakým spôsobom nekorektná a potrebovala by prenastavenie. Už len nesprávne nastavené sedlo môže mať negatívny vplyv na telo cyklistu. Sedlo nastavené príliš vysoko môže spôsobovať iliotibiálny

syndróm – akútna bolesť na vonkajšej strane kolena [5][15]. Naopak sedlo príliš nízko môže viesť k bolesti patelofemorálneho kĺbu [5]. Sedlo príliš vpredu zas zvyšuje tendenciu bolesti predného kolena [5][15] a sedlo príliš vzadu zvyšuje pravdepodobnosť rizika bolesti krku [17]. To, čo presne definuje vyjadrenia „príliš vysoko, nízko, dopredu alebo dozadu“ závisí od antropometrie cyklistu a od typu bicykla. Ďalšia veľká oprava, ktorá sa na bicykli môže vykonať, je pedál, keďže je to miesto, kde sa najviac prepája bicykel s cyklistom a je to hlavné miesto prenosu energie z cyklistu na bicykel [18]. Bežne používanou pozíciou chodidla vo vzťahu k pedálu je prvá metatarzálna kosť zarovnaná s oskou pedálu [19]. Pri bolesti a pretrvávajúcich poraneniach v oblasti kolena sa odporúča zmeniť pedálový systém alebo pozíciu chodidiel. Správne nastavenie topánky je považované za kľúčový faktor pri prevencii zranení kolena [20]. Pri nastavovaní sa bežne používa metóda pokus-omyl [21]. Niektorí biomechanici a lekári sa pokúšali potvrdiť alebo vyvrátiť dohady o správnom nastavení zariadení. Na to využili kinetickú analýzu a pomocou silových dosiek v pedáloch prostredníctvom videa skúmali vplyv polohy kolena a chodidla na koleno. Zistili, že pri pedálovaní sa prejavuje isté vybočenie, ktoré postihuje bočnú stranu kolena. Toto vybočenie by mohlo byť odstránené väčším tlakom na rôzne časti chodidla [22][19]. Aj systém pedálov sa v dôsledku týchto zistení menil z tradičných klipov na tzv. bezklipový alebo „plávajúci“ systém. Je tu aj možnosť použiť trojrozmerné video, kde sa hľadá optimálna poloha v prednej a priečnej rovine a podľa toho sa upravujú pedále a topánky podľa konkrétneho individuálneho cyklistu. To ešte nie je úplne komerčne vyvinuté, ale mnoho biomechanikov to pri svojich štúdiách využíva [23]. Čo sa týka patelofemorálnej bolesti v oblasti jabĺčka a stehennej kosti, tam môže pomôcť zmena obuvi alebo použitie ortopedických vložiek [24]. Hannaford a kol. [25] zistili pohľadom spredu na koleno, že sa nepohybuje len smerom hore a dolu, ale krúži v smere hodinových ručičiek. Umožnenie tohto krútenia dovnútra a von znižuje pôsobenie predných a bočných síl na koleno, naklonenie kolena z jednej strany na druhú znižuje aj bočné a zadné sily pôsobiace na koleno.

### 1.3.5 Úloha ortopedických vložiek v cyklistike

Čo sa týka úlohy protetiky v cyklistike, panuje tu určitý zmätok a diskusia. Ide o to, že väčšina štúdií o náprave problémov s dolnými končatinami čerpá z údajov o behu [26]. Hannaford a kol. [25] poukazujú na to, že ortopedické vložky sú v cyklistike veľakrát nevhodné, keďže nie sú schopné eliminovať abnormálny pohyb kolena pri pôsobení vysokej sily. Napriek tomu iné štúdie odporúčajú použitie protetiky ako pomôcky na zníženie ohnutia chodidiel dovnútra [27] a pri problémoch s kolenami [28][15]. Schweltnus a kol. [24] odporúča mäkké ortopedické vložky, ktoré podľa jeho názoru môžu zmeniť abnormálny pohyb kolena a zmierniť bolesť patelofemorál-



neho kĺbu. V štúdií Joganicha a Martina [29] však prevláda zaujímavé zistenie, kde päť z deviatich subjektov uviedlo, že pociťujú menšie bolesti kolena pri používaní protetiky. Zdá sa teda, že menšia pociťovaná bolesť nie je spojená so zmenou objektívnych biomechanických aspektov alebo zmenou v svalovo-kostrovom usporiadaní. Jedno vysvetlenie obhajuje túto skutočnosť tak, že súčasné meracie zariadenia nie sú dostatočne citlivé na to, aby zachytili také malé zmeny polohy kolena, pately alebo dolnej končatiny. Po vložení ortézy sa udejú len jemné zmeny, ktoré môžu spôsobovať zmenu napätia v mäkkých tkanivách a zmiernujú pocit nepohodlia, avšak nie sú dost silné na to, aby spôsobovali zmenu polohy kostry alebo menili biomechaniku. Iné vysvetlenie zas spočíva v skutočnosti, že protetika je účinná práve tým, že poskytuje vstup vlastného receptora do dolnej končatiny. Biomechanici a výskumníci chôdze naznačujú, že protetika nemení usporiadanie kostry človeka, ale ovplyvňuje svalovú aktivitu a podporuje uprednostňovanú dráhu pohybu dolnej končatiny. [30][31][12]

## **1.4 Účinky nesprávneho nastavenia posedu na riziko zranenia a vzniku bolesti**

Tak ako má cyklistika mnoho pozitívnych vplyvov a výhod, vykonávaním tejto aktivity hrozí aj riziko vzniku rôznych traumatických a netraumatických zranení. Cyklistika je pravidelný opakujúci sa dej a čo i len malá chyba sa neskôr prejaví bolesťou alebo zhoršeným výkonom.

Zranenia z nadmerného používania môžu byť výsledkom zlého umiestnenia na bicykli. Ak sa predpokladá, že bicyklovanie by mohlo spôsobiť zranenie z nadmerného používania, nastavením prvkov bicykla podľa mier cyklistu by sa dala docieľiť prevencia zranení. Medzi vedcami a trénermi však panuje nesúlad, pokiaľ ide o najprimeranejšiu konfiguráciu bicyklov pre športovcov. [32]

### **1.4.1 Riziko zranenia kolena**

Najčastejší problém, ktorý postihuje cyklistov, je bolesť kolien [15]. Anatomické a funkčné faktory môžu byť zdrojom biomechanických odchýlok. Hlavným prispievateľom k zraneniam je svalová nepružnosť. Pri dlhšej jazde na bicykli sa hamstringy a štvorhlavý stehenný sval sťahujú. Nepružnosť týchto svalov zvyšuje silu pôsobiacu na koleno a obmedzuje pohyb kolena. Únava svalov môže následne viesť k zmene pedálovania. Väčšie opakujúce sa sily, ktoré posobia na koleno a zvyšujú pravdepodobnosť zranenia, môžu mať pôvod práve v nevhodne nastavenej výške sedla. [5]

Keď je sedlo nastavené príliš vysoko, koleno sa predlžuje a tým dráždi itiotibiálny pás. Taktiež je vyvíjaný tlak na šľachu bicepsu a zatažuje sa patelofemorálny kĺb. Bedrá sú pri šliapaní namáhané kývaním z jednej strany na druhú a objavuje sa bolesť v zadnej časti kolena. Na druhej strane, keď je sedlo nastavené príliš nízko, väčší tlak je vyvíjaný na patelárne a štvorhlavé svaly. Keď je sedlo príliš vpredu, vyvíja to tlak na predné koleno. Sedlo príliš vzadu spôsobuje neprimeraný tlak na šľachu bicepsu a itiotibilárny pás sa natiahne z nadmerného naťahovania sa za pedálmi dopredu. Keď sú problémom kľuky, a to ich príliš veľká dĺžka, zvyšuje sa sila pôsobiaca na celé koleno, avšak najviac sú postihnuté patelárna šľacha a šľacha štvorhlavého svalu. [5]

### 1.4.2 Bolesti krku a chrbta

Bolesti krku a chrbta sú u cyklistov bežnou záležitosťou, keďže sa poloha cyklistu na bicykli mení. Podľa Wilberovej štúdie [33] až 44,2 % rekreačných cyklistov a 54,9 % rekreačných cyklistiek sa podrobilo lekárskej liečbe bolesti krku a 30 % z nich trápila aj bolesť chrbta. Bolesť krku môže byť spôsobená rôznymi faktormi. Cyklista má v polohe na bicykli na dlhší čas ohnutý chrbát a krk je natiahnutý. Záťaž na ruky a ramená sa zvyšuje s dlhším časom na sklopených riadidlách. Bolesť v ľavom zdvíhači lopatky môže byť spôsobená častým kontrolovaním premávky cez ľavé rameno. Hypertenziu krku je možné znížiť napr. zdvihnutím riadidiel. Ďalším zo spôsobov je zníženie virtuálnej hornej trubky (dĺžka hornej trubky spolu s dĺžkou predstavca) použitím kratšieho predstavca. Posunutie sedla dopredu alebo dozadu taktiež mení dĺžku virtuálnej hornej trubky, avšak nesprávna poloha sedla môže viesť k bolesti kolien, preto tomu treba venovať zvýšenú pozornosť. Čo sa týka bolesti chrbta, to môže byť spôsobené riadidlami, ktoré sú príliš nízko. Lordóza chrbtice je v tomto prípade prehnaná a na driekovú chrbticu pôsobí väčší tlak. Príliš krátka dĺžka hornej trubky spôsobuje zvýšený tlak na medzistavcové platničky. K zníženiu bolesti chrbta by mala dopomôcť primeraná dĺžka hornej trubky a výška riadidiel. [34]

### 1.4.3 Genitourinárne problémy

Bežnou súčasťou cyklistiky sú aj genitourinárne ťažkosti. Keďže perineum počas jazdy podporuje väčšinu hmotnosti cyklistu, tak to ani nie je prekvapivé.

Znížená citlivosť v oblasti perinea je častým sprevádzajúcim faktorom cyklistiky. 7 až 8 % rekreačných cyklistov pocítovalo zníženú citlivosť v oblasti perinea pri jazde na dlhé vzdialenosti [35], pričom niektoré štúdie uvádzajú prevalenciu 50 až 91 % [36]. Jednou z metód liečby môže byť aj dočasné zastavenie jazdy, avšak stav sa pravdepodobne bude pri bicyklovaní znova opakovať. To iba v prípade, ak

sa nerieši možný povôd bolesti a to poloha sedla, typ sedla a iné mechanické aspekty prispôsobenia bicykla.

Sedlo by malo byť v správnej výške tak, aby uhol kolena zvieral  $25^\circ$  a  $35^\circ$  a predozadná pozícia bola v optimálnej polohe. Mnoho cyklistov potvrdzuje, že výber sedla s centrálnym výrezom alebo s ergonomickým dizajnom znižuje necitlivosť v oblasti perinea.

Čo sa týka výberu sedla, najprv je dôležité pochopiť funkciu sedla. Zadná široká časť podopiera ischiálne hrbočely a väčšinu hmotnosti cyklistu, kým predná úzka časť pomáha cyklistovi stehnami ovládať bicykel. Pri výbere správneho sedla je preto veľmi dôležitá poloha zadnej časti tela. Typ sedla musí zohľadňovať aj štýl jazdy a anatómiu cyklistu. [37]

## 1.5 „Bicycle fitting“

Nie je vôbec dokázateľné, či nejaké optimálne nastavenie posedu vôbec existuje. Aj pri pohľade na pretekársky pelotón sa posed líši od pretekára ku pretekárovi a každý pretekár má tento posed iný. Aj podľa tohto vedia tréneri rýchlo identifikovať svojich pretekárov dokonca aj zozadu. V dnešnej dobe sú na určenie optimálneho posedu rôzni špecialisti a rozmanité metódy. [21]

Výška sedla je najrozporupnejšou stránkou konfigurácie bicykla. Práve preto sa na ňu sústreďuje pozornosť väčšiny štúdií o pozícii tela na bicykli. Existuje mnoho metód skúmajúcich optimálne nastavenie výšky sedla na základe rôznych parametrov. [38][39][40][41][42]

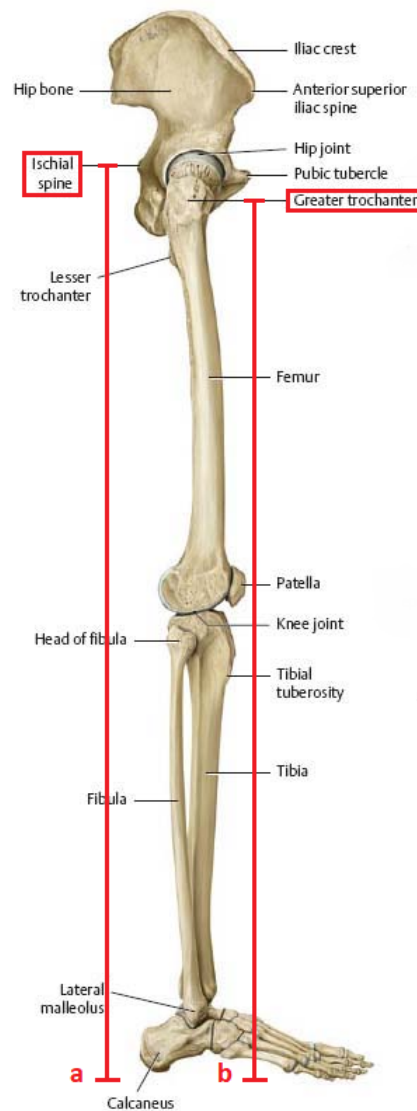
*„Aj samotné odvetvie nastavovania parametrov bicykla enormne vzrástlo, pričom titul „bike fitter“ sa stal úspešne zavedenou kariérnou možnosťou. To viedlo v roku 2014 k vytvoreniu medzinárodnej organizácie - International Bike Fitting Institute (IBFI), ktorá vyvíja globálny štandard pre odvetvie nastavovania bicyklov. Poskytnutím medzinárodne uznávanej akreditačnej schémy IBFI chráni vyškolených „bike fitters“ a zároveň pomáha cyklistom získať zručnosti a služby, ktoré očakávajú.“ [43]*

A predsa cyklisti pri nastavovaní pozície sedla mnohokrát prihliadajú skôr na komfort ako na vedecké poznatky. Avšak tu existuje obava, že práve nesprávna pozícia by mohla spôsobiť zranenia kĺbov pri nadmernom bicyklovaní [44], najmä tie, ktoré sa týkajú kolenného kĺbu. [4]

Wishv-Roth [45] vo svojej štúdií naznačil, že výskum optimálneho nastavenia prvkov bicykla a pochopenie geometrie sú podstatné pre zvýšenie výkonu a zníženie výskytu zranení pre elitných aj rekreačných cyklistov. Väčšina poznatkov uvádzaných v článkoch je založená na empirických dátach bez potvrdenia vedeckým experimentálnym výskumom. Športovní lekári by mali byť schopní usmerniť športovcov a pomôcť im znížiť riziko zranenia kolena pri jazde na bicykli a zároveň by mali

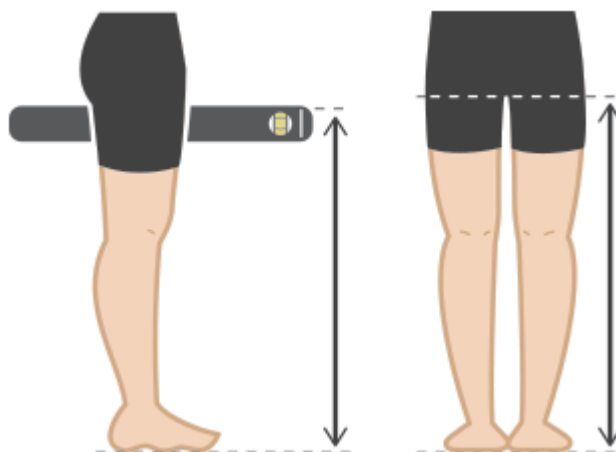
byť schopní udržať alebo dokonca zlepšiť výkon cyklistu. Práve preto je podstatné pochopiť, ako je možné nastaviť výšku sedla a poznať, aké to má účinky na výkonnosť pri bicyklovaní a na riziko zranenia kolena. Následnou implementáciou môže byť dosiahnuté lepšie nastavovanie bicykla odborníkmi v športovej medicíne.

## 1.6 Prehľad metód



Obr. 1.1: Príklady meraní dĺžky nohy: a) hrbolček sedacej kosti; (b) trochanterická dĺžka (prevzaté a upravené z [46])

Mnoho metód objasňuje účinky nastavenia výšky sedla na riziko zranení a cyklistický výkon. Športoví lekári, odborníci, tréneri a cyklisti by mali byť oboznámení



Obr. 1.2: Príklad merania dĺžky nohy: dĺžka vnútorého švu (prevzaté z [47])

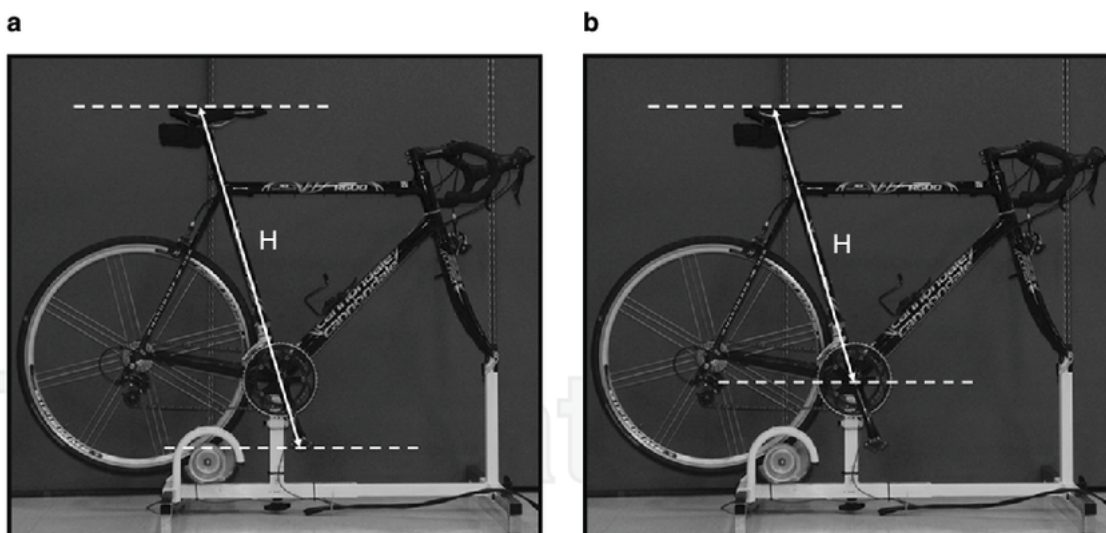
s týmito metódami a vplyvmi výšky sedadla na výkon a riziko zranenia.

Cyklisti a športoví vedci hľadali najvýhodnejšiu konfiguráciu bicykla na zvýšenie výkonu a zároveň zostali bez zranení na svojich bicykloch dávno predtým, ako sa veda vyvinula [39]. Mnoho vedcov prišlo s rozličnými metódami, z nich niektoré sú podložené vedeckými štúdiami a iné neoficiálnymi skúsenosťami. Niektoré z daných metód uvedených nižšie používajúcich sa na určenie výšky sedla sa určuje na základe dĺžky dolnej končatiny:

- Hamley a Thomas [48];
- Greg LeMond [49];
- dĺžka od sedacieho hrbolčeka po podlahu [50];
- trochanterická dĺžka [51];
- metóda päty [32].

Na nastavenie výšky sedla bol taktiež použitý rozsah ohnutia kolenného kĺbu [52][15]. Experimentálne štúdie a prehľady, ktoré skúmajú účinky nastavenia sedla naznačujú, že primeraná výška sedla vo výsledku závisí aj od týchto premenných:

- svalová mechanika [53];
- energetický výdaj/ $VO_2$  [51][50];
- čas výkonu na bicykli [48];
- výkon [53];
- aplikácia sily pedálu [53];
- kinematika dolných končatín [38][42][51];
- sily a momenty kolenného kĺbu [53].



Obr. 1.3: Vzďialenosť používaná na (a) nastavenie podľa Hamleyho a Thomasa a (b) nastavenie podľa LeMondovej metódy (prevzaté z [39])

## 1.7 Metódy nastavenia výšky sedla

Táto časť opisuje vybrané metódy nastavenia výšky sedla.

### 1.7.1 Hamleyho a Thomasova metóda

Hamley a Thomas [48] už v roku 1967 prišli s odporúčaniami zameriavajúcimi sa na výšku sedla. Ich návrh spočíval v tom, že vzdialenosť od povrchu pedálu k hornej časti sedla, meraná cez sedlovú trubku (Obr. 1.3), by mala zodpovedať 109 % dĺžky vnútorného švu nohy (Obr. 1.2). Dĺžku vnútorného švu neskôr vo svojich metódach začali používať aj iní výskumníci. [39]

### 1.7.2 LeMondova metóda

Greg LeMond - dvojnásobný víťaz majstrovstiev sveta v cestných pretekoch a trojnásobný víťaz Tour de France prišiel so svojou metódou na základe vlastných skúseností s cyklistikou. U svojej metódy taktiež používa dĺžku vnútorného švu (Obr. 1.2) a to konkrétne 88,3 % jej dĺžky. Táto dĺžka je následne prenesená na vzdialenosť od stredu stredového zloženia po sedlo bicykla (Obr. 1.3), ktorá by sa tomuto 88,3% násobku mala rovnať. [49]

### 1.7.3 Holmesova metóda

Holmesova metóda je známa hlavne kvôli svojej ohľaduplnosti voči ľudskému telu, keďže sa primárne nezameriava na čo najlepší výkon, ale práve na prevenciu zranení.

Holmes a kol. [15] odporúča použiť uhol kolena nastavený medzi  $25^\circ$  a  $35^\circ$  (Obr. 1.4) primárne na prevenciu zranenia. Keďže bicyklovanie je pravidelne sa opakujúci pohyb, ktorý sa vyskytuje v relatívne pevnej polohe, aj najmenšie vybočenie z nejakej optimálnosti môže mať neskôr veľké následky. Ak cyklista jazdí rýchlosťou 90 otáčok za minútu, za 2 hodiny spraví 10 800 otáčok. Pri nesprávne nastavenom posede je to 10 800 možností poškodiť si svaly a kĺby alebo zhoršiť výkon.

Hamleyho metóda sa odporúča pre optimálny výkon a Holmesova metóda sa odporúča na prevenciu zranení, ale iný výskum ukázal, že tieto metódy nevytvárajú rovnakú výšku sedla [40][54]. V 2 predchádzajúcich štúdiách autor porovnával metódy nastavenia výšky sedla a zistil, že pri použití 109% vnútorného švu dopadlo mimo odporúčaných  $25^\circ$  až  $35^\circ$  uhol kolena 63 % času v prvej štúdii a 45 % času v druhej. [39][40][54]



Obr. 1.4: Príklad nastavenia výšky sedla na základe Holmesovej metódy (prevzaté z [39])

#### 1.7.4 Metóda optimalizácie

Milan Dvorščík - bývalý slovenský cestný cyklista, česko-slovenský a slovenský reprezentant a medzinárodný UCI (Union Cycliste Internationale) rozhodca počas svojho pôsobenia v cyklistike používal aj metódu pokusu a omylu. V tejto metóde sa jedná o výber a najmä opakované nastavovanie sedla a jednoduchým skúšaním sa prichádza na to, čo je pre cyklistu najkomfortnejšie a najlepšie. Konkrétne sa manipuluje s výškou sedla – hore a dole, horizontálnou rovinou sedla – dopredu a dozadu

a so sklonom sedla. Ten bol väčšinou vodorovný s podlahou, prípadne mierny sklon „z kopca“. [21]

## 1.8 Metódy nastavenia riadidiel

Keďže sa najviac pozornosti venuje správne nastavenej výške sedla, výber metód týkajúcich sa riadidiel je obmedzený. To však neznamená, že nie je taktiež dôležitý. Nastavenie riadidiel veľmi ovplyvňuje aerodynamiku pretekára, a preto sa väčšina profesionálov tomuto nastaveniu venuje v aerodynamickom tuneli [21]. Pri nastavovaní riadidiel je dôležitým argumentom aj pohodlie a komfort.

### 1.8.1 Výška riadidiel

Dôležitým aspektom v spojitosti s efektivitou jazdy a dĺžkou trupu je aj výška riadidiel. Viac ako samotná výška je dôležitý rozdiel vo výške hornej časti sedla a predstavca riadidiel - úroveň riadidiel. Pri cyklistike hrá dôležitú úlohu odpor vzduchu a aerodynamika. K tomuto z veľkej časti prispieva pozícia trupu. Dostatočne hlboké držanie tela dopomáha týmto faktorom, preto by bolo v rámci možností zaujať čo najhlbšie držanie tela. Súťažné „spadnuté riadidlá“ dávajú cyklistom možnosť zaujať rôzne polohy na riadidlách. Avšak pri cestnej cyklistike, kde sa preteká na dlhé vzdialenosti, by dlhodobé držanie tela príliš hlboko mohlo viesť k prehnanému namáhaniu krčnej a bedrovej oblasti [55]. Richmond [55] a Matheny [56] dávajú do pozornosti práve nízko nastavené riadidlá. Podotýkajú, že takéto nastavenie môže spôsobiť kompresívnu neuropatiu alebo podráždenie prostaty u cyklistov a ženského ohanbia u cyklistiek. Presnejšie definovanie výšky riadidiel je dosť náročné. Dvaja cyklisti s rovnakými proporciami nemusia mať nastavenú rovnakú výšku riadidiel. Tá závisí hlavne od sily brucha, úrovne tréningu a predovšetkým od pružnosti dolnej časti tela. Odporúčané nastavenie práve kvôli tomuto môže byť postavené iba na priemeroch (Tab. 1.1). V prípade, že by odporúčaná priemerná výška spôsobovala krčné alebo lumbálne ťažkosti, riadidlá by sa mali nastaviť na úroveň pohodlia. Profesionáli, ale hlavne amatérski cyklisti by na začiatku novej sezóny mali uplatniť pomalé znižovanie riadidiel. Natiahnutie chrbta, nie však ohýbanie, je v tomto prípade veľmi prínosné pre mnoho dôvodov. Nezaťažuje šiju a spodnú časť chrbta, taktiež ramená, ruky a paže. Natiahnutím sa takisto uľahčuje dýchanie a to tak, že sa predĺžením chrbta zväčšuje hrudník. [41]

Iný zdroj uvádza, že by mali byť riadidlá v ideálnom prípade v rovnakej výške ako sedlo, poprípade do 4 cm nižšie. Zdatnejší a pružnejší cyklisti môžu voľiť výšku riadidiel o 5 až 9 cm nižšie ako je úroveň sedla. [34]



Tab. 1.1: De Vey Mestdaghove odporúčané nastavenie dosahu a úrovne riadidiel. (prevzaté a upravené z [41])

Trup + dĺžka rúk [cm]	Dosah [cm]	Úroveň riadidiel [cm]
122	78	5,5
124	79	6,0
126	80	6,5
128	81	7,0
130	82	7,5
132	83	8,0
134	84	8,5
136	85	9,0
138	86	9,5
140	87	10,0
142	88	10,5

### 1.8.2 Šírka riadidiel

Keďže dýchanie je pri bicyklovaní kľúčové, často sa odporúča, aby nastavená šírka riadidiel nestláčala pľúca a nespôsobovala zhoršené dýchanie. Kvôli tomuto faktoru sa práve šírka ramien používala ako dosť presvedčivé odporúčané nastavenia. Avšak už Johnson a Schultz [57] popierajú, že by boli ventilačné reakcie rozdielne, keď sú ramená stlačené k sebe. Napriek tomu profesionálni cyklisti dávajú prednosť širším riadidlám. Tie totižto robia držanie tela pohodlnejším a posilňujú kontrolu nad riadením. Preto zostáva šírka ramien ako dostatočný faktor pri výbere šírky riadidiel. [41]

### 1.8.3 Dosah riadidiel

Bežne sa používa niekoľko metód nastavenia dosahu riadidiel, avšak ani jedna z nich nie je vedecky podložená.

Jedna metóda používa statický uhol trupu, ktorý sa meria od horizontálnej priamky rovnobežnej so zemou. Táto priamka pretína ďalšiu priamku, ktorá ide od stredu bedrového kĺbu k stredu ramenného kĺbu. Tento uhol sa odporúča nastaviť medzi 30 až 60°. Autori tejto metódy takisto tvrdia, že to závisí aj od pružnosti chrbtice a hamstringov, tréningovej úrovne, sily a pohodlia jazdca. [58]

Ďalšia metóda odkazuje na vyššie spomenutú štúdiu De Vey Mestdagha (Tab. 1.1) [41]. Pri nastavovaní riadidiel používa mieru dĺžky trupu a rúk. [59]

Mellion [60] vo svojej metóde používa vzdialenosť od laktu po špičku najdlhšieho prsta na ruke. Táto vzdialenosť zodpovedá vzdialenosti od prednej špičky sedla po stred riadidiel.

Ďalší indikátor správne nastaveného dosahu využíva pohľad cyklistu upretý nadol na predný náboj. Jazdcovi by mal mať v mieste predného náboja vo výhlade riadidlá. [34]

Ak je to možné, samotný predklon k riadidlám by v ideálnom prípade nemal vychádzať z prehýbania chrbta, ale práve z rotácie panvy smerom k riadidlám. V takomto prípade bude panva naklonená a chrbát rovný, čo umožňuje jednoduchšie dýchanie. [34]

## 1.9 Nastavenie kľuky a pedálov

Pre nastavenie kľuky a pedálov taktiež platí, že počet štúdií o týchto aspektoch je obmedzený, narozdiel od nastavenia výšky sedla. Pritom tieto nastavenia hrajú dôležitú úlohu v podanom výkone, srdcovej frekvencii, ekonomike jazdy, komforte a prevencii zranení.

### 1.9.1 Dĺžka kľuky

Jedna z metód nastavovania dĺžky kľuky využíva dĺžku vnútorného švu (Obr. 1.2) a to konkrétne jednu pätinu vnútorného švu. Počas merania na cykloergometri bola meraná spotreba kyslíka, srdcová frekvencia a vykonávaná námaha vnímaná počas pedálovania. Tieto merania poukázali na opodstatnenosť dĺžky kľuky, ktorá zodpovedá práve jednej pätine dĺžky vnútorného švu. [61]

Podľa iného merania zmena dĺžky kľuky vyvolala iba malé zmeny v maximálnom výkone pri bicyklovaní. Pri zväčšujúcej sa dĺžke kľuky sa optimálna rýchlosť otáčok (ktorá ovplyvňuje svalovú excitáciu) znižovala, avšak optimálna rýchlosť pedálu (ktorá predstavuje rýchlosť skracovania svalov) sa zväčšovala. Rýchlosť pedálu a rýchlosť pedálovania majú rozdielne účinky na svalovú silu počas cyklistiky. Taktiež dĺžka kľuky má rozdielny účinok na tieto dva faktory. Pri nastavení dĺžky kľuky pri laboratórnom meraní na 170 mm pre všetkých participantoch cyklisti s najdlhšími a najkratšími nohami vykazovali zmenu v maximálnom výkone len o menej ako 0,5 %. To znamená, že štandardné cyklistické vybavenie by vo veľkej miere nemalo ovplyvniť maximálny výkon väčšiny dospelých jedincov. [62]

## 1.9.2 Pozícia chodidla

Už Mandroukas [63] vo svojej štúdií poukazuje na to, že bicyklovanie prednou časťou chodidla a s takmer úplne vystretými kolenami je ponímané ako menej náročné a tomu prislúcha aj väčší svalový výkon a nižšia srdcová frekvencia. Dôvodom môže byť aj to, že pri bicyklovaní zadnou časťou chodidla sa do pohybu zapájajú menej svalov. Taktiež predné svaly lýtky neprispievajú k pedálovaniu pri používaní zadnej časti chodidla.

Sickle a Hull [64] vo svojej štúdií zisťovali, ako sa mení ekonomika (kalorický energetický výdaj pri danej pracovnej frekvencii) s meniacou sa predozadnou pozíciou nohy. V závere merania prišli na to, že predozadná pozícia nemá vplyv na ekonomiku pedálovania na skupinu súťažiacich cyklistov, ani na jednotlivých individuálnych cyklistov z tejto skupiny. Avšak, z hľadiska výkonu nie je výhodné posúvať chodidlo dozadu. Keď sa jedná o klinické hľadisko, vtedy môže byť predozadná poloha nastavená tak, aby znižovala silu pôsobiacu na Achillovu šľachu a zároveň neovplyvnila pacientovu schopnosť cvičiť. Práve toto môže byť užitočné pre zranených cyklistov.

## 1.10 Cyklistické sedlo

Sedlo bicykla sa zvyčajne skladá z vonkajšieho potahu (polstrovanie) pokrytého mäkkou výstelkou a vrchného plásta, ktorý dodáva sedlu vonkajší tvar, ktorý je pripevnený v zadnej časti a špičke k ližinám, ktoré sú prichytené k sedlovke v ich rovnej časti. Konštrukčné správanie sedla je ovplyvnené vlastnosťami polstrovanie a lyžín a ich montážnymi spojmi. Tieto faktory ovplyvňujú komfortné správanie sedla, jeho poddajnosť, pevnosť a únavovú životnosť. Znalosť namáhania pôsobiaceho na tieto komponenty je preto základom konštrukcie sedla. [68]

Štúdie sediel na bicykle sú v porovnaní s inými časťami bicykla skôr ergonomicky ako fyzicky orientované. Sedlo je v priamom kontakte s rozkrokom a sedacou kosťou, ktorú má každý človek iného tvaru. Nevhodné sedlo má väčšiu tendenciu spôsobovať znecitlivenie, bolesť a odieranie kontaktných oblastí. Jeden z postupov, ktorý sa môže použiť pri výbere vhodného sedla je presvedčiť sa, že sedacia kosť podopiera váhu cyklistu. Sedacia kosť by mala byť teda podoprená na sedle. Aj keď šírka sedacej kosti môže byť presne nadobudnutá pomocou röntgenu, v praxi je vonkajšia šírka sedacej kosti meraná pomocou sedenia na penovom bloku. Popríklad sa ešte používa obvod bokov ako predikcia. [69]

### 1.10.1 Ergonómia sedla

Talianska značka Selle Royal v spolupráci s Nemeckou športovou univerzitou v Kóline nad Rýnom, najväčšou športovou univerzitou v Európe, uplatnili metódy, teóriu a údaje v oblasti výskumu cyklistických sediel v snahe dosiahnuť vyšší výkon a optimalizáciu celkovej pohody. Konkrétne sa zamerali na rozdiely v tvare sedla, medzi pohlaviami a úlohu, ktorú plní ischiálna vzdialenosť. [65]

Cieľom štúdie zaoberajúcej sa tvarom sedla bolo nájsť optimálny tvar s ohľadom na obe pohlavia a jednotlivé rozdiely. Ako nástroj na meranie bola použitá tlaková podložka so 64 senzormi na povrchu sedla. Pri testovaní bolo použitých 27 rôznych sediel testovaných na 31 ženských a 35 mužských subjektoch v troch jazdeckých polohách - atletická (45° uhol trupu medzi horizontálnou priamkou, ktorá pretína priamku idúcu od bedrového kĺbu k ramenného kĺbu v mieste bedrového kĺbu), stredná (60° uhol trupu medzi horizontálnou priamkou, ktorá pretína priamku idúcu od bedrového kĺbu k ramenného kĺbu v mieste bedrového kĺbu) a uvoľnená (90° uhol trupu medzi horizontálnou priamkou, ktorá pretína priamku idúcu od bedrového kĺbu k ramenného kĺbu v mieste bedrového kĺbu). Sledované premenné boli: maximálny tlak v lonovej oblasti (čím nižší, tým lepšie), priemerný tlak v lonovej oblasti (čím nižší, tým lepšie) a využitý priestor na celom sedle (čím väčší, tým lepšie). Výsledky testov zaoberajúcich sa tvarom sedla jasne ukazujú, že pre každú jazdeckú polohu sa vyskutujú iné tvarové prvky v prednej časti sedla, profile, zadnej časti a bočných hranách, ktoré poskytujú vyšší komfort. [65]

Poslednou časťou tejto štúdie bola analýza vzdialenosti sedacích kostí pomocou gélovej podložky. Test bol vykonaný na 240 osobách (120 mužov, 120 žien). Výsledky ukázali, že ischiálna vzdialenosť je rozdielna pri odlišných polohách počas jazdy kvôli anatómii panvy v tvare V. Čím viac naklonená je chrbtica, tým kratšia je vzdialenosť sedacích kostí, keďže sa bod styku posúva od sedacích kostí smerom k lonovým.

Ischiálna vzdialenosť sa mení v závislosti od pozície pri jazde v dôsledku anatómie panvy v tvare „V“. Pri viac naklonenom uhle chrbtice sa vzdialenosť skráti, keď sa kontaktné body pohybujú od sedacích kostí smerom k lonovým kostiam.

Nameraný rozsah vzdialenosti pre mužov aj ženy bol veľmi široký a preto nebolo možné určiť pevný vzorec alebo jednu vzdialenosť pre mužov a druhú pre ženy. Preto Selle Royal vytvoril 3 ischiálne skupiny pokrývajúce vzdialenosti všetkých jazdcov nasledovne:

- vzdialenosť ischiálnych hrbolčekov < 11 cm – šírka sedla 127 mm;
- vzdialenosť ischiálnych hrbolčekov 11 cm – 13 cm – šírka sedla 144 mm;
- vzdialenosť ischiálnych hrbolčekov > 13 cm – šírka sedla 159 mm.

[65]

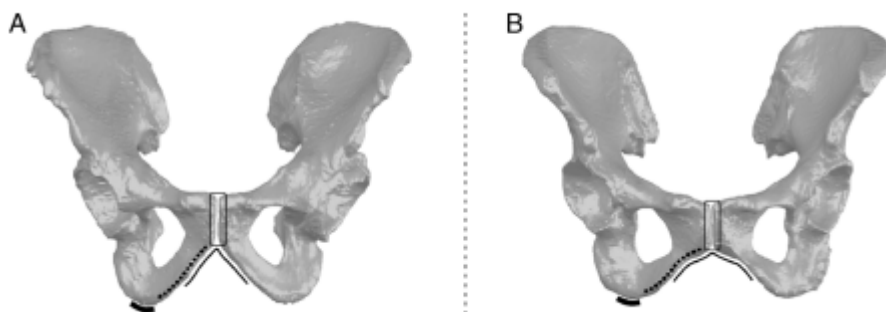
## 1.10.2 Rodové rozdiely

Fakt, že existujú rodové rozdiely v špecifickej anatómii, môže vysvetľovať rozdiel v zaťažení sedla pri mužoch a ženách. [66]

Štúdia, ktorá skúmala rozdiely v pohlaví a vplyv polohy rúk, sily a šírky ischiálneho hrbolčeka na tlak vyvíjaný na sedlo počas bicyklovania v sede zaznamenala, že pri zvyšujúcom sa výkone sa maximálny tlak v zadnej oblasti znižoval. Pri pre-sune ruky z hornej do dolnej časti riadidiel (na rohy) sa tlak v každej časti posunul dopredu, maximálny tlak v zadnej časti klesol a u žien (ale nie u mužov) nastalo zväčšenie maximálneho tlaku vpredu na sedle. U mužov boli centrá tlaku posunuté viac dopredu v prednej časti sedla narozdiel od žien. Naproti tomu ženám bola name-raná širšia sedacia kosť ako mužom. Jednotlivé rozdiely v šírke ischiálneho hrbolčeka zodpovedali šírke medzi pravým a ľavým centrom tlaku v hornej polohe ruky na ria-didlách. Na základe tejto štúdie bolo dokázané, že rodové rozdiely v zaťažení sedla sú významné a preto je dôležité pri navrhovaní sediel vziať tieto parametre do úvahy. Tieto rozdiely sa ešte znásobujú pri jazde s úchopmi na rohoch a váha je viac podopieraná v prednej časti panvy. [67]

Jedna z častí štúdie talianskej značky Selle Royal sa zameriavala na anatomické rozdiely ako napr. mäkké tkanivá, dolné ženské lonové kosti, nervy a na to, aký majú vplyv na distribúciu tlaku v oblasti ohanbia. Taktiež bola použitá tlaková podložka so 64 senzormi na povrchu sedla a sedlo využívané v tejto štúdii malo neutrálny tvar. Testu sa zúčastnilo 31 žien a 35 mužov. Subjekty jazdili v troch pozíciách na cyk-lotrenažéri: 30°, 45°, 60°. Výsledky ukázali, že zreteľný rozdiel sa prejavil len v športovej jazdeckej pozícii pod uhlom 30°. [65]

Na obr. 1.5 je znázornený pohľad spredu na typickú mužskú (a) a ženskú (b) panvu s nasledujúcimi označenými štruktúrami: ischiálny hrbolček (nad hrubou plnou čiarou), ischio-lonový sval (bodkovaná čiara), lonový oblúk (tenká čiara) a stydká symfýza (chrupavkové spojenie v mieste zaobleného obdĺžnika). [67]



Obr. 1.5: Pohľad spredu na typickú mužskú (a) a ženskú (b) panvu (prevzaté z [67])

### 1.10.3 Vplyv výrezu na sedle

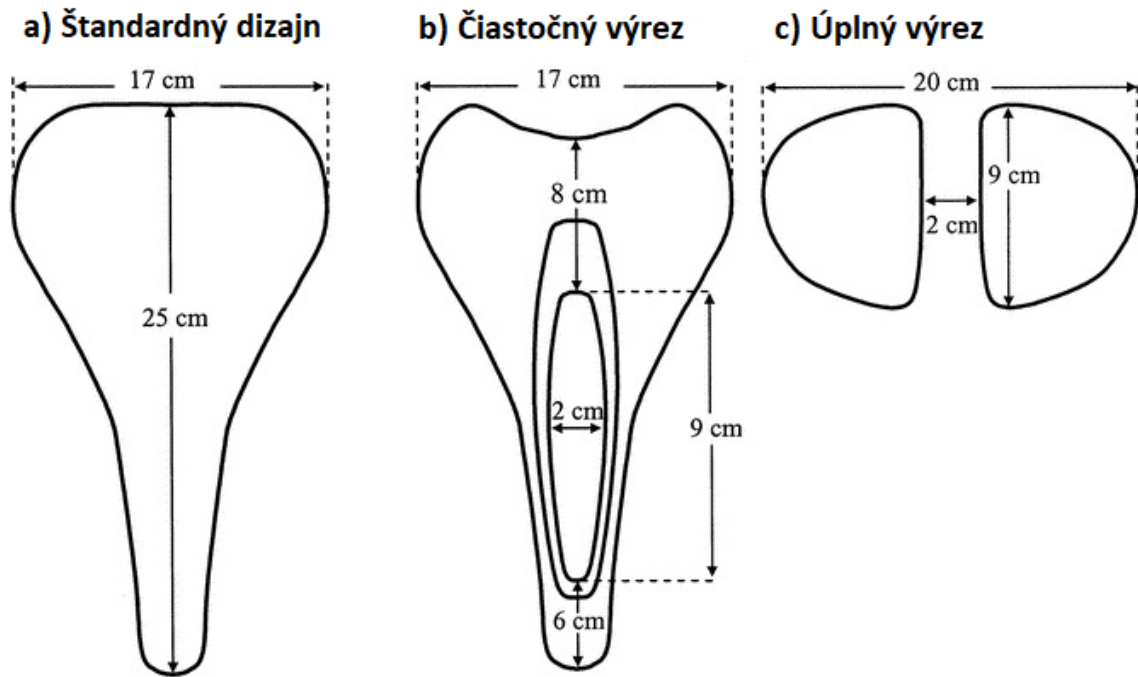
Pri nakláňaní sa pri cyklistike dopredu na riadidlá sa vytvára neželaný tlak na prednú časť spodnej strany panvy. Tento tlak môže byť eliminovaný odstránením časti sedla, ktorá sa tejto partie dotýka. Dnes sa sedadlá navrhujú s výrezom a tak zmierňujú pocit bolesti v oblasti spodnej strany panvy. Taktiež umožňujú panve a trupu posunúť sa dopredu do väčšieho sklonu. Ak je pre cyklistov možné dosiahnuť predný sklon trupu a panvy bez pocitu bolesti v oblasti perinea, úroveň pohodlia v takomto prípade narastá a bolesť pociťovaná počas bicyklovania sa výrazne znižuje. Podľa meraní na 20 cyklistkách štúdia ukázala, že sedlá s čiastočným alebo úplným výrezom zväčšili uhol predklonu a sedlá s úplným výrezom umožnili zväčšiť ohyb trupu. Väčší komfort bol pociťovaný pri sedle s dizajnom čiastočného výrezu. Celkom 55 % označilo za najpohodlnejšie sedlo s čiastočným výrezom a 30 % označilo za najkomfortnejšie bežné sedlo bez výrezu (Obr. 1.6). [68]

Na konci štúdie s 20 cyklistkami bolo výsledkom, že sedlá s výrezmi lokalizovanými v stredovej časti vpredu sú schopné zvýšiť predklon panvy bez ohľadu na to, či je poloha rúk v hornej alebo dolnej časti riadidiel. Aj keď dizajn sedla s úplným výrezom (Obr. 1.6) môže v tomto prípade vyzeráť ako najideálnejší v otázke tlaku spodnej strany panvy na sedlo, reálne cyklistické podmienky vylučujú pocit akéhokoľvek komfortu pri jazde. Predná časť sedla poskytuje stabilitu, ktorú takéto sedlo s absentujúcou prednou časťou ponúknuť nemôže. Preto aj na základe tejto štúdie vychádza sedlo v čiastočným výrezom ako dobrý kompromis, keďže ponúka stabilitu, zvyšuje predklon panvy a taktiež zvyšuje pocit pohodlia. [68]

### 1.10.4 Tvar sedla a zakrivenie

Zakrivenie sedla závisí na tom, aký druh jazdy sa bude na tomto sedle väčšinou vykonávať. Štýl jazdy ovplyvní, aký tvar a dĺžka sedla bude najlepšie fungovať. Sedlá sa zatáčajú v dvoch smeroch, spredu dozadu a zo strany na stranu, a na výber je množstvo rôznych kombinácií kriviek. Predná a zadná krivka sa nazýva „vlna sedla“.

Vo všeobecnosti sú sedlá, ktoré sú viac ploché spredu dozadu, ktoré majú menej „vln“, najlepšie pre jazdcov, ktorí primárne jazdia vo vzpriamenej polohe, ale radi by sa posúvali na sedle s viacerými pohodlnými polohami. Pre jazdcov, ktorí väčšinu času trávia pedálovaním postojacky alebo s úchytom dolu, bude pohodlnejšie menej zvlnené sedlo. Viac zvlnené sedlá sú navrhnuté pre ľudí s prednejším postojom (ako sú triatlonisti) a ľudí so vzpriamenejšou pozíciou, ktorí nemajú flexibilitu sedieť s bokmi na plochom sedle. Viac zvlnené sedlá majú menej pohodlných jazdeckých pozícií, ale ak jazdec ostáva väčšinu času v jednej polohe na sedle, zvlnené sedlo je práve pre takýto druh jazdy. Druhý smer zakrivenia je zo strany na stranu.



Obr. 1.6: Pohľad zhora na tri dizajny sediel a ich rozmery (prevzaté a upravené z [68])

Vo všeobecnosti sú ploché sedlá pohodlnejšie, ak sedlo nemá presne rovnakú šírku ako sedacie kosti, ploché sedlo poskytne viac priestoru na pohyb, aby sa na ňom jazdec cítil pohodlne. Zakrivenejšie sedlo, ktoré jazdcovi dobre padne, ho udrží sústredeného na bicykli a poskytne trochu viac kontroly. [71]

Nakoniec je tu tvar sedla. Pri pohľade na cyklistické sedlo zhora má väčšina sediel tvar „T“ alebo tvar „hrušky“. „T“ sedlá majú úzky nos, potom sa vzadu dramaticky rozširujú. „Hruškové“ sedlá plynule prechádzajú od úzkych po široké. Sedlo v tvare „hrušky“ dáva viac priestoru na pohodlnú zmenu jazdných polôh, ale ak má jazdec občas problémy s odieraním stehien o sedlo, sedlo v tvare T nebude prekážať a pomôže sa tomu vyhnúť. [71]

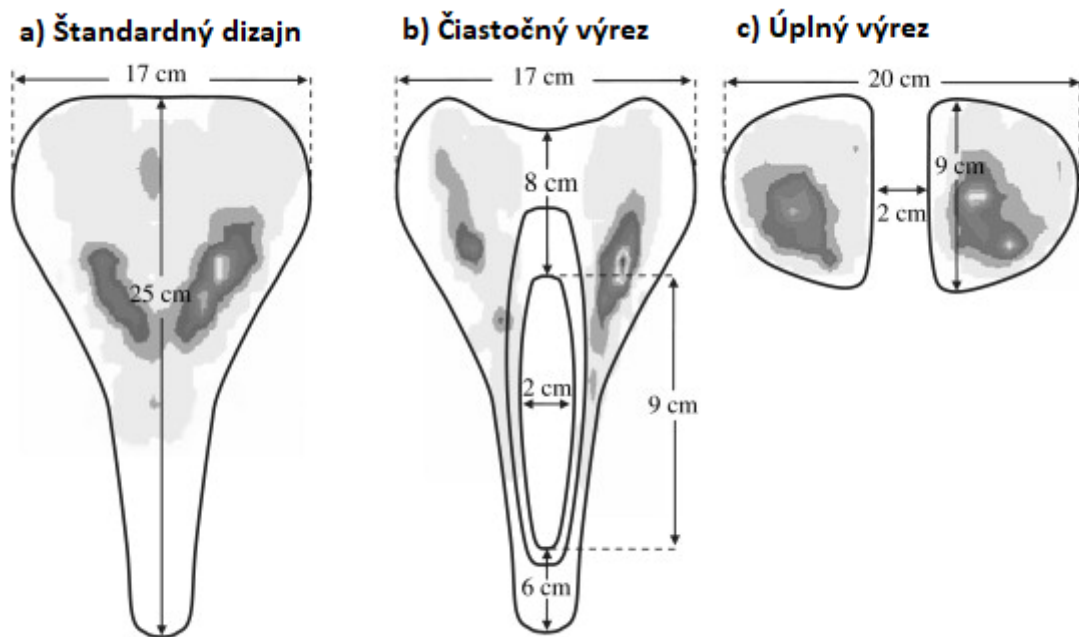
Niekoľko značiek teraz prichádza s kratšími „silnými sedlami“ s tupým nosom. Sú navrhnuté tak, aby poskytli širšiu škálu jazdných pozícií bez toho, aby sa nos sedla odieral alebo prekážal pri pohybe. [71]

### 1.10.5 Tlak na sedlo

Keďže väčšina štúdií skúmajúcich nastavenie rôznych častí bicykla je meraných stacionárne alebo na ergometri v laboratórnych podmienkach, iná štúdia porovnávajúca rôzne dizajny sedla (rovnaké ako v štúdiu s 20 cyklistkami) sa zamerala práve na nestacionárne bicyklovanie. Zameranie štúdie bolo na dizajn sedla a porozumenie

vplyvu na tlak a vnímanú stabilitu sedla u žien aj mužov. Výsledné odozvy tlaku v troch prevedeniach sedla sú takmer totožné s predchádzajúcou štúdiou. Ďalej výsledky ukazujú, že sedlo so žiadnym a čiastočným výrezom zaznamenali rovnaký celkový a predný tlak, avšak tlak v zadnej časti sedla je vyšší pri sedle s čiastočným výrezom ako pri štandardnom dizajne (Obr. 1.7).

Touto štúdiou sa taktiež osvedčilo tvrdenie, že pri výbere sedla nie je dôležitý len tlak na sedlo, pretože najprimeranejší tlak v prednej časti sedla a pocit stability vnímaný jazdcom sa ukazuje ako nepriamo úmerný. [69]



Obr. 1.7: Pohľad zhora na tri dizajny sediel a ich rozmery. Svetlé (nízky tlak) až tmavé (väčší tlak) farby predstavujú typické rozloženie tlaku pri jazde na plochej 350m trati (prevzaté a upravené z [69])

Bressel a Cronin skúmali vplyv pohlavia na držania tela na bicykli. Ich zistením bolo, že u mužov pri jazde v aerodynamickej polohe bolo zaznamenané zníženie tlaku sedla v zadnej časti sedla a v prednej časti sedla nenastala žiadna zmena. Naopak u žien pri jazde v aerodynamickej polohe hodnoty tlaku v zadnej časti ostali nezmenené a tlak v prednej časti sa zvyšoval. [75]

Hodnoty tlaku v prednej a zadnej časti v polohe rúk hore na riadidlách boli porovnateľné s inými štúdiami. Predný a zadný tlak činili 15,9 a 20,0 kPa. Pri záťaži 300 W bol priemerný celkový tlak 13,3 kPa. Namerané hodnoty maximálneho perineálneho tlaku boli 46,2–145,1 kPa. [75]



U žien celkovo zmena polohy rúk nemala taký vplyv na tlak vyvíjaný na sedlo ako u mužov. Jeden z možných dôvodov je ten, že nižšie položené ťažisko u žien znemožňuje presun váhy na riadidlá. Tlaky na sedlo žien boli oproti mužom nižšie v každej časti sedla s výnimkou prednej časti. Stone a Hull vo svojej štúdií zaznamenali pozitívny vzťah medzi silami na sedlo bicykla a indexom telesnej hmotnosti. Keďže tlak je pomer sily pôsobiacej na plochu, menšia telesná hmotnosť žien v štúdií môže byť dôvodom, prečo bol tlak u žien nižší ako u mužov. Avšak tlak zaznamenaný v prednej časti sedla nižší nebol. To môže byť spôsobené anatomickými rozdielmi. V tomto prípade naklonenie špičky sedla nadol môže byť významné a táto stratégia môže znížiť perinálny tlak v prednej časti sedla u cyklistov. [75]

V ďalšej štúdií, ktorej účelom bolo porovnať hodnoty tlaku pri rôznych pracovných záťažach, bol zaznamenaný tlak zataženej plochy narastajúci pri zvyšujúcom sa pracovnom zatažení. Pri narastajúcej pracovnej záťaži sa maximálny tlak v zadnej časti sedla intenzívne znížil. Pokles tlaku pri vyššom zatažení môže byť dôsledkom väčšej sily pôsobiacej na pedále a následne prenášanej cez panvu pri zvýšení výkonu, čo znižuje zataženie sedla. Pri zvyšujúcej sa intenzite bol pozorovaný prírastok plochy zataženia na celej ploche sedla. [70]

Pri pedálovaní na bicykli vzniká prirodzené rolovanie panvy z jednej strany na druhú. Toto rolovanie sa môže zintenzívňovať so zvyšujúcou sa rýchlosťou. Výsledky štúdie ukazujú, že toto kývanie panvy zo strany na stranu sa zvyšuje nielen pri vyššej kadencii, ale aj pri vyššej intenzite s nezmenenou kadenciou. [76]

### **1.10.6 Výplň sedla na bicykel a pohodlie**

Je nesprávne tvrdiť, že úroveň čalúnenia sedla súvisí s jeho pohodlím. Polstrovanie zohráva určitú úlohu, ale tvar je oveľa dôležitejší – sedlo na bicykel, ktoré dobre sedí, bude pohodlnejšie ako polstrované sedadlo. Jazda v cyklistických šortkách s výstelkou poskytuje väčší komfort na bicykli a v takomto prípade jazdcovi stačí aj menej polstované sedlo. Príliš veľa čalúnenia vlastne povedie k odieraniu a nepohodliu pri dlhších jazdách. [71]

## 2 Výsledky študentskej práce

V praktickej časti bakalárskej práce sme sa zamerali na zmenu pôsobenia tlaku na sedlo pri zmene nastavenia posedu, a to konkrétne zníženia výšky riadidiel. Zároveň bola táto zmena pozorovaná na 15 cyklistických sedlách rôznych tvarov a veľkostí.

### 2.1 Zrealizované meranie

Počas celej doby merania boli jednotlivé zložky ergometra nastavené nemenne a jedine, s čím sa manipulovalo, bola výška riadidiel. V prvej časti bola výška sedla vo vodorovnej rovine s výškou riadidiel, v druhej časti sa výška riadidiel znížila o 10 cm pod úroveň sedla.

Výška sedla bola nastavená podľa najohľadupľnejšej metódy voči telu jazdca, ktorá sa primárne využíva na prevenciu zranení, a to Holmesovej metódy [15]. Pri tejto metóde koleno zvierá uhol  $25^\circ$  až  $35^\circ$  (Obr. 1.4).

Dosah riadidiel bol nastavený podľa Melionovej metódy [60] – vzdialenosť od prednej špičky sedla po stred riadidiel zodpovedá vzdialenosti od lakťu po špičku najdlhšieho prsta na ruke.

Sklon sedla bol nastavený vodorovne so zemou.

Meranie bolo vykonané s jedným testovacím subjektom a 15 sedlami rôznych širok, dĺžok, materiálov, s výrezmi a bez výrezov, po dobu 1 minúty.

Meranie bolo zrealizované na jednej osobe - 23 ročná žena, ktorá podpísala informovaný súhlas.

### 2.2 Použité zariadenia

Počas merania boli využívané nasledovné zariadenia: ergometer Lode, tlakový poťah Medilogic a video program Kinovea. Získané dáta boli spacovávané v programe Matlab Online.

#### 2.2.1 Tlakový poťah Medilogic

Keďže medzi každým jazdcom na bicykli sa vyskutujú určité anatomické rozdiely, nájdenie toho správneho sedla pre konkrétne proporcie daného jazdca je viac než dôležité.

*„Flexibilný tlakový poťah Medilogic zachytáva presné rozloženie tlaku v pohybe pri akomkoľvek type bicykla. Výsledná vizualizácia ukazuje, aký veľký tlak pôsobí*

v jednotlivých bodoch tlakového potahu. Toto všetko zachytáva v pohybe a v čase.“ [72]



Obr. 2.1: Tlakový potah Medilogic (prevzaté z [72])

Takýto spôsob meranie tlaku v sedle umožňuje získať údaje o anatomickej polohe, mieste najväčšieho pôsobenia tlaku a celkového rozloženia tlaku na sedle. Merací systém sa tak stáva skvelým nástrojom na prispôsobenie sedla individuálnym potrebám užívateľa. Taktiež sa tlakový potah Medilogic využíva ako certifikovaná zdravotnícka pomôcka.

*Tlakový potah Medilogic umožňuje:*

- *Dynamické meranie tlaku počas jazdy;*
- *Analýzu tlaku počas bicyklovania;*
- *Evidenciu dát rozloženia tlaku;*
- *Prispôsobenie sedla a polohy sedenia;*
- *Bezdrôtový prenos dát;*
- *Mobilné použitie;*
- *Certifikovaná zdravotnícka pomôcka;*
- *Rozloženie tlaku v maximálnej hodnote;*
- *Rozloženie tlaku v priemernej hodnote. [72]*

## 2.2.2 Program Kinovea

Kinovea je video nástroj určený na športovú analýzu. Obsahuje nástroje na meranie pohybu vo videách, zachytenie, porovnanie, spomalenie, komentovanie a sledovanie vývoju viacbodového objektu. [73]



Obr. 2.2: Sledovanie vývoju viacbodového objektu

Pomocou tohto programu bola vykonaná analýza aj na našom meranom subjekte (Obr. 2.2). Znázorneniu uhlov predchádzalo vyznačenie kolenného, bedrového a ramenného kĺbu markermi. Tieto markery boli následne vo videoanalýze pospájané a sledoval sa uhol zvieraný kolenom podľa Holmesovej metódy, ktorý by mal byť v rozmedzí  $25^\circ$  až  $35^\circ$ . Taktiež sme venovali pozornosť statickému uhlu trupu, ktorý sa meria od horizontálnej priamky rovnobežnej so zemou. Táto priamka pretína ďalšiu priamku, ktorá ide od stredu bedrového kĺbu k stredu ramenného kĺbu. Tento uhol sa odporúča nastaviť medzi  $30^\circ$  až  $60^\circ$ . Oba uhly spĺňajú vopred stanovené kritéria.

## 2.3 Spracovanie dát

Dáta sú vo formáte .csv súboru, kde sú pre každý z 94 senzorov nasnímané hodnoty pôsobiaceho tlaku v čase počas pedálovania (1 min), minimum a maximum jednotlivého senzoru a priemer. Hodnoty tlaku sú v kPa.

Pre analýzu dát boli najskôr pomocou programu MATLAB Online vykreslené matice výsledného maximálneho tlaku v oboch pozíciách a následne rozdiel tlaku v týchto dvoch pozíciách. Výsledný zobrazený tlak je znázornený pomocou farebnej škály v kPa.

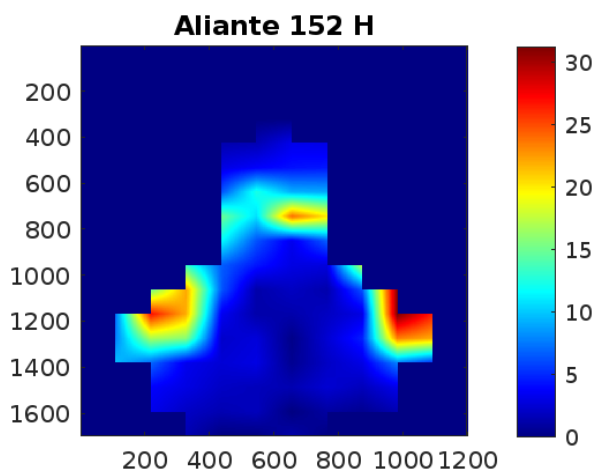
Vykreslená matica bola pre lepšie zobrazenie interponovaná.

Predpokladá sa, že sa keď sa riadidlá nastaví na nižšiu pozíciu, aj váha a tlak na sedlo sa presunie viac dopredu.

## 2.4 Rozdiel tlaku pri zmene výšky riadiel

Ako prvý parameter bol porovnávaný rozdiel tlaku pri zmene výšky riadidiel. Predpokladalo sa, že sa keď sa riadidlá nastaví na nižšiu pozíciu, aj váha a tlak na sedlo sa presunie viac dopredu.

Pri zmene pozície riadidiel z rovnobežnej polohy s výškou sedla (Obr. 2.3) do polohy o 10 cm nižšej ako bola výška sedla (Obr. 2.4) sme pozorovali významný rozdiel v tlaku pôsobiacom na sedlo. Po vykreslení rozdielu (Obr. 2.5) medzi pozíciami hore a dole sme zaznamenali výraznú zmenu, a to hlavne v prednej časti sedla, kde bol tlak omnoho vyšší (červená farba) a rozsiahlejší. Zároveň tlak v oblasti sedacích kostí zreteľne klesol do nižších hodnôt (modrá farba). V ostatných oblastiach sedla nebola zaznamenaná žiadna významná zmena.

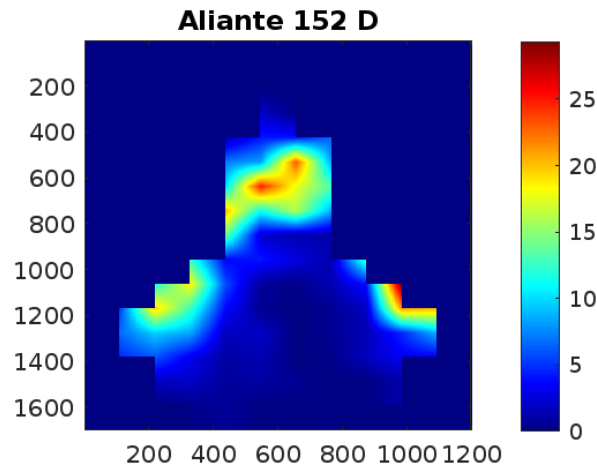


Obr. 2.3: Zobrazenie tlaku (v kPa) na sedlo značky fizik, model Aliante, v pozícii hore (H)

Zároveň tlak pri riadidlách v dolnej pozícii dosahoval vyššie maximálne hodnoty (Tab. 2.1). Sedlá v dolnej pozícii sú skôr na prvých priečkach a naopak výsledné maximálne hodnoty tlaku pre pozíciu s riadidlami hore sú prevažne nižšie v tabulke.

## 2.5 Súmernosť tlaku

Ideálny tlak pôsobiaci na sedlo by mal byť súmerne rozložený na pravej a ľavej strane sedla, aby nedochádzalo k nadmernému odieraniu sedacích alebo iných kostí v panvovej oblasti jednej strany.



Obr. 2.4: Zobrazenie tlaku (v kPa) na sedlo značky fizik, model Aliante, v pozícii dole (D)

Vo výsledkoch vykreslených matíc vidíme nesúmerné rozloženie tlaku naklonené vo väčšine prípadov na pravú stranu. Možným dôvodom tohto zistenia môže byť fakt, že meranému subjektu bola diagnostikovaná skolióza. Taktiež po meraní funkčnej dĺžky celých dolných končatín (od spina iliaca anterior superior po malleolus medialis) bola s dĺžkou 87 cm pre pravú nohu a 87,5 cm pre ľavú nohu zistená hodnota rozdielu v dĺžkach 5 mm. Táto hodnota sa približuje hodnote 6,4 mm, ktorú Holmes [14] uvádza ako „významnú“.

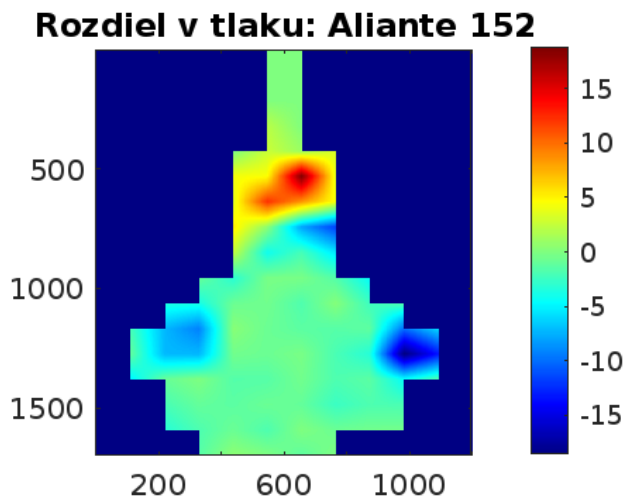
Mohli by sme tvrdiť, že v našom prípade sa skolióza spoločne s rozdielnou dĺžkou dolných končatín ukázala ako veľmi významná a rozdielny tlak na pravú a ľavú stranu sedla viditeľne narúšal súmernosť v tlaku na sedlo (Obr. 2.7).

## 2.6 Mäkkosť a tvrdosť sedla

Mäkkosť a tvrdosť sedla určuje materiál sedacej časti a polstrovanie sedla. V našom meraní boli použité sedlá rôznych materiálov, cez nylonovú škrupinu, nylon vyztužený karbónom až po celokarbónovú škrupinu. Polstrovanie sediel bolo taktiež rôzne. Mäkkšie sedlá boli vyplnené gélovou alebo penovou vrstvou, tvrdšie sedlá boli polstrované menej.

V tabuľke 2.1 sú uvedené hodnoty nami nameraných maximálnych tlakov na jednotlivé sedlá. Zoradené sú od najväčšej hodnoty po najnižšiu. Hodnoty tlaku sme porovnávali aj vo vzťahu k tvrdosti sedla a teda jeho výrobnému materiálu. Zaujímalo nás, či tvrdšie sedlo spôsobuje nižšie hodnoty pôsobenia tlaku ako sedlo mäkkšie, alebo naopak.

Na základe výsledkov našich meraní a poznatkov o zložení sedla nevieme jednoznačne potvrdiť náš predpoklad, že čím je sedlo tvrdšie, tým menší tlak naň bude



Obr. 2.5: Rozdiel tlakov (v kPa) v pozícii hore a dole na sedlo značky fizik, model Aliante

pri jazde na bicykli vyvíjaný. Zaujímavým zistením pre nás ale je, že napríklad prvé sedlo v tabuľke, fizik Arione R3, bolo sedlo tvrdšie, vystužené karbónom a predsa bol naň vyvíjaný najväčší tlak. Pre porovnanie, pri sedle fizik Aliante, taktiež veľmi tvrdom karbónovom sedle, bola nameraná hodnota maximálneho tlaku takmer o polovicu nižšia. Sedlo MAX Flite, mäkké a extra polstrované gélové sedlo, sa v našom rebríčku maximálnych hodnôt tlaku umiestnilo na posledných priečkach. Dokonca, jeho zistené hodnoty tlaku sú skoro totožné s hodnotami tlaku spomínaného veľmi tvrdého sedla fizik Aliante.

Domnievame sa, že materiál sedla a s ním súvisiaca tvrdosť alebo mäkkosť výrazným spôsobom neovplyvňuje intenzitu tlaku vyvíjaného na sedlo počas jazdy na bicykli. Materiál ale určite zásadne ovplyvňuje hmotnosť sedla a komfort sedenia, ktoré sme zaznamenali počas merania.

## 2.7 Výrez na sedle

V našom meraní bolo použitých 15 rôznych sediel, ktorých odlišoval aj výrez v strednej časti sedla. Niektoré sedlá tento výrez nemali vôbec, iné mali výrez menší, ďalšie zas disponovali výrezom až po špičku nosa. Jedno zo sediel malo výrezom oddelenú ešte aj pravú a ľavú stranu sedla v zadnej časti. Výrezaním stredovej zložky sedla sa eliminuje nadmerný tlak na sedlo v oblasti perinea, taktiež slúži na lepšie prekrvenie a zníženie pocitu necitlivosti po dlhšej jazde na bicykli.

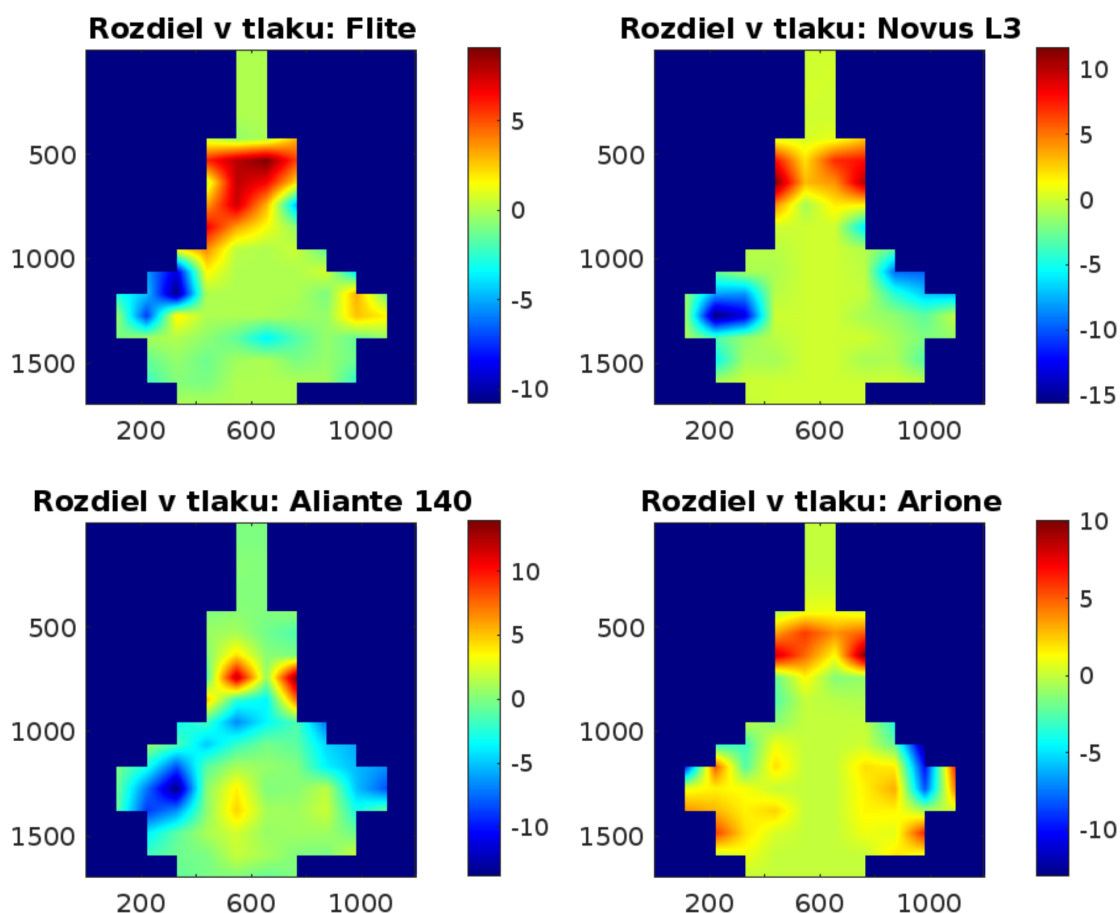
Porovnávali sme aj vplyv výrezu na výsledný tlak a zmenu v hodnotách a rozložení tlaku.

V meraní sme použili 4 sedlá bez výrezu a pri každom z nich sme pozorovali

Tab. 2.1: Maximálne hodnoty pre jednotlivé sedlá v polohe H (hore) a D (dole).

<b>Sedlo</b>	<b>Maximálna hodnota tlaku [kPa]</b>
fizik Arione R3 D	52,3
Novus L3 H	45,8
fizik Antares D	44,6
Pro Stealth H	44,3
fizik Arione R3 H	39,3
Specialized POWER Comp H	38,9
Specialized POWER Comp D	38,3
Selle Italia Flite D	37,0
Selle Italia SLR kit carbonio D	36,8
Selle Italia Novus L3 D	36,1
Selle Italia SP01 H	36,0
fizik Arione bez výrezu D	36,0
Specialized POWER Comp MIMIC D	35,3
fizik Antares H	35,2
fizik Aliante D	34,6
Selle Italia Novus S3 D	33,9
fizik Arione bez výrezu H	33,8
Selle Italia Flite H	33,3
Selle Italia XLR TM H	32,0
fizik Aliante 152 H	31,3
Selle Italia Novus S3 H	31,6
Specialized POWER Comp MIMIC H	31,2
Pro Stealth D	30,3
Selle Italia SLR kit carbonic H	30,1
Selle Italia SP01 D	30,1
fizik Aliante H	29,6
fizik Aliante 152 D	29,3
Selle Italia MAX Flite H	26,7
Selle Italia MAX Flite D	26,1
Selle Italia XLR TM D	23,2



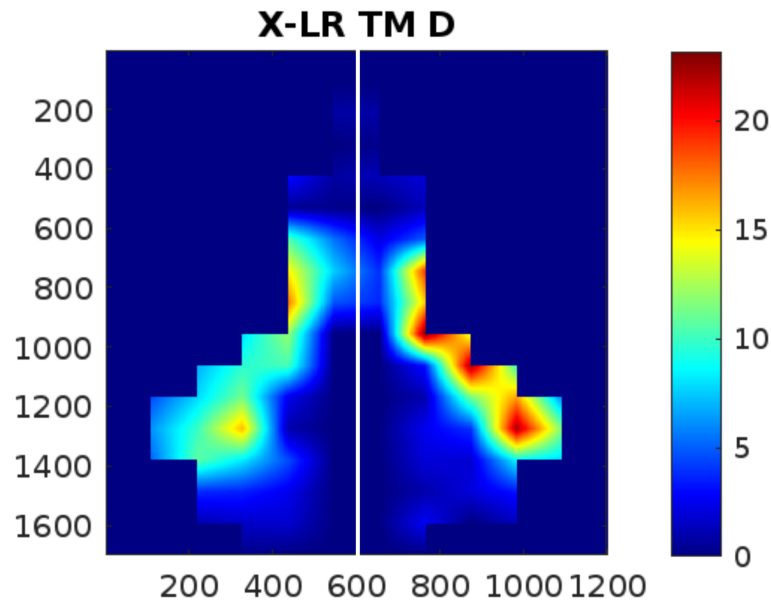


Obr. 2.6: Príklady ďalších rozdielov tlaku (v kPa) medzi hornou a dolnou pozíciou

výrazne väčší tlak na sedlo v prednej časti – na nose sedla, a to v oboch jazdiacich pozíciách. Jedinou výnimkou bolo sedlo Specialized Power Comp MIMIC, ktoré síce nemalo výrez, ale využíva technológiu MIMIC [74]. MIMIC je viacvrstvový systém odpruženia vylisovaný do sedla znižujúci tlak, ktorý poskytuje anatomickú podporu mäkkého tkaniva. Na nose je mäkká pena, ktorá eliminuje tlak a vo výreze je formovateľná pamäťová pena. To by vysvetľovalo, prečo toto sedlo ako jediné nezaznamenalo zvýšený tlak v prednej oblasti nosa sedla.

Sedieli s výrezom sme v našom meraní použili 11. Pri týchto sedlách sme naopak takmer vo všetkých prípadoch zaznamenali viditeľne nižšie pôsobenie tlaku v oblasti nosa sedla. Výsledky samozrejme neboli úplne jednoznačné, keďže výrezy v sedlách nemali jednotný tvar a dĺžku. Najväčšie výchylku od typických vykreslení sme zaznamenali pri sedlách Selle Italia SLR Kit Carbonio, Selle Italia Flite a fyzik Antares. Tieto sedlá síce mali výrez, ale práve v prednej časti sedla bol zreteľne menší a užší v porovnaní s ostatnými sedlami.

Výsledky merania potvrdzujú, že výrez cyklistického sedla zmiernuje tlak v prednej časti sedla, čo bolo porozovateľné aj na konci nášho merania.



Obr. 2.7: Príklad zobrazenia nesúmerného pôsobenia tlaku (v kPa) na sedlo. Pravá strana obrázku zodpovedá pravej končatine

## 2.8 Porovnanie rôznych širok

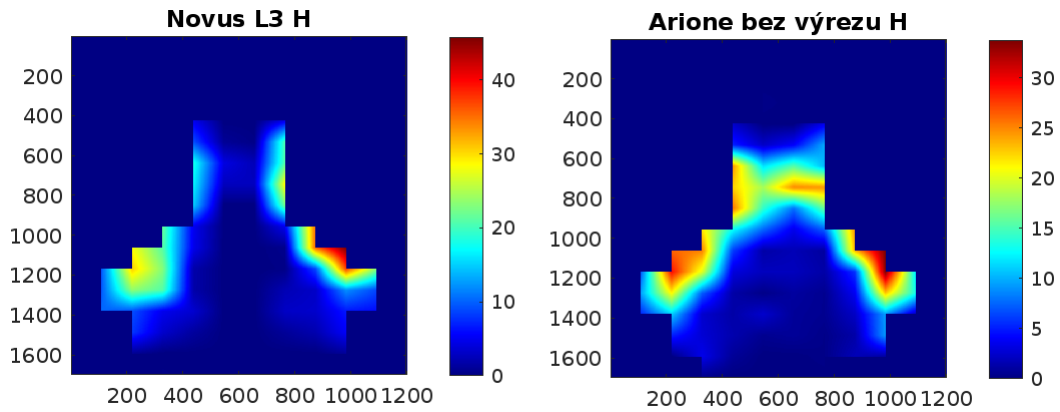
Meranému subjektu bola pomocou penového bloku nameraná šírka sedacích kostí 132 mm. Podľa výskumov a odporúčaní by šírka sedla mala byť približne o 20 mm väčšia ako šírka sedacích kostí, aby sedlo podopieralo sedacie kosti.

V tejto časti výskumu sme sledovali výsledný tlak na sedlo vzhľadom na šírku sedla. Na obr. 2.9 môžeme vidieť ukážku jedného typu sedla, v dvoch prevedeniach o rôznych šírkach. Je badateľné, že tlak v oblasti sedacích kostí na sedlo Aliante so šírkou 152 mm je mierne rozľahlejší, posunutý viac do stredovej oblasti, narozdiel od modelu so šírkou 140 mm. Takýmto spôsobom aj sedacie kosti získavajú viac opory a zvyšujú výkon a komfort pri jazde na bicykli.

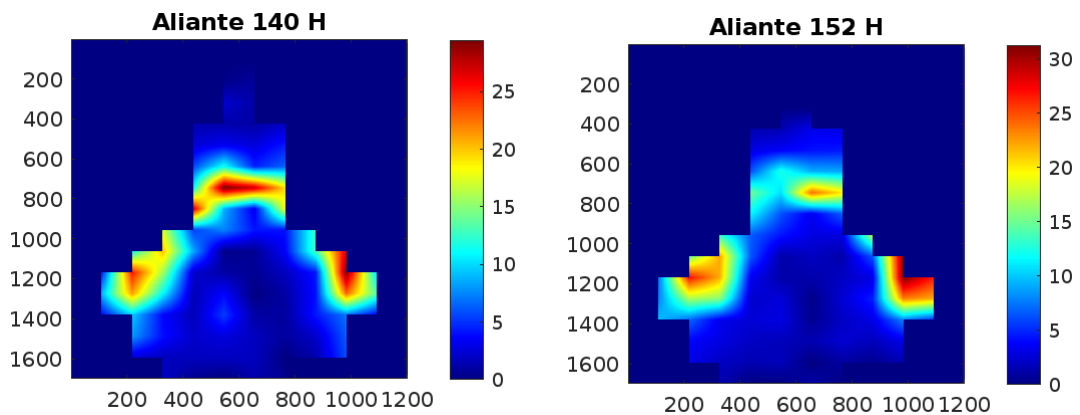
Vo výsledkoch merania sme pozorovali odlišné vykreslenie pôsobenia tlaku medzi širšími a užšími sedadlami. Šírka sedla má účinok ako na výsledný tlak, tak aj na pocit opory a zvýšeného pohodlia počas jazdy.

## 2.9 Tvar sedla

V tejto časti výskumu sme sledovali výsledný efekt tlaku pri zmene tvaru sedla. Tvar sedla môže byť „hruškový“ alebo „T“ tvar. Sedlo v tvare „T“ slúži na zmenšenie odierania dolných končatín v oblasti vnútorného stehna o boky sedla. Po porovnaní všetkých výsledných vykreslení tlaku v prednej časti sedla (nos sedla) sme nebadali



Obr. 2.8: Tlak (v kPa) na model sedla s výrezom (naľavo) a bez výrezu (napravo)



Obr. 2.9: Tlak (v kPa) na sedlo rôznej šírky toho istého modelu sedla

žiadne výrazné zmeny a odlišnosti medzi sedlami „hruškového“ a „T“ tvaru. To môže byť spôsobené tým, že meraný objekt nemal až tak výraznú vnútornú časť stehien.

Čo sa týka tvaru prednej časti sedla – nosa sedla, tam sme pri rôznych šírkach sedla (napr. PRO Stealth – veľmi široký nos, naproti tomu napr. sedlo fizik Antares – zúžená predná časť sedla) nepozorovali výsledky s definovateľnými závermi. Pri PRO Stealth sedle so širším nosom by sme čakali, že tlak na boky nosa bude viditeľnejší a výraznejší, ale vo výslednom vykreslení nebol takmer žiadny. Naopak sedlo fizik Antares, s veľmi úzkym nosom, zaznamenal počas merania vysoký tlak v bočnej oblasti nosa aj napriek veľmi malej šírke v prednej časti.

Výsledky v oblasti tvaru sedla sa nezhodujú s tým, čo sme očakávali. Možné príčiny týchto výsledkov môžu byť spôsobené chybami v meraní a nastavení posedu, posunom tlakového poťahu počas pedálovania alebo anatomickou stavbou meraného subjektu.

### 3 Diskusia

Výber správneho sedla je jednou z kľúčových aspektov pri bicyklovaní. Sedlo je miestom, na ktorom pri cyklistike spočíva významná časť hmotnosti cyklistu. Zároveň mu poskytuje oporu potrebnú na šliapanie. Z týchto dôvodov je veľmi dôležité si cyklistické sedlo správne vybrať, aby jazda bola pohodlná a efektívna.

Keďže má každý človek iné anatomické usporiadanie, aj sedlo bicykla sa týmito kritériám musí prispôbiť. Takisto štýl jazdy a frekvencia zohráva veľkú úlohu. V neposlednom rade aj ohybnosť jazdca a jeho osobný pocit komfortu zo sedenia na sedle.

V našej bakalárskej práci sme sa pozreli na niekoľko parametrov sedla a ich súvislosť s pôsobením tlaku na jednotlivé časti sedla. Pozornosť sme venovali parametrom ako mäkkosť a tvrdosť sedla, šírka a tvar, výrez v sedle a súmernosť výsledného tlaku. Taktiež sme sledovali, ako sa mení tlak na sedlo pri zmene výšky riadidiel.

Pri zmene výšky riadidiel z polohy vodorovnej s výškou sedla o 10 cm nižšie sme badali celkový posun tlaku do prednej časti sedla pri každom z 15 sediel. Najvýraznejší rozdiel sa udial v oblasti sedacích kostí, kde tlak klesol a následne na nose sedla, kde nastalo zvýraznenie tlaku. Zníženie riadiel má veľký vplyv na výsledný tlak pôsobiaci na perineum jazdca. Sedlo by malo podopierať hlavne sedacie kosti, aby bol umožnený prietok krvi do ostatných partií hrádze a nevznikali tak rôzne genitourinárne problémy.

Ďalej sme sledovali aj vyváženosť medzi pravou a ľavou stranou sedla. Nerovnomerné rozloženie tlaku znamená, že jedna strana panvy je namáhaná viac, čo môže mať následky, ktoré sa prejavia až neskôr. Počas merania sme zaznamenali zvýšený tlak na pravú stranu sedla takmer pri všetkých sedlách a pozíciách. To môže byť spôsobené tým, že meraný subjekt má diagnostikovanú skoliózu a takisto má pravú nohu kratšiu ako ľavú. Tento problém môže byť riešený ortopedickými vložkami do topánok alebo pripevnením dlhšej nohy o pedál, pričom kratšia noha by mala upravená rozdiel dĺžok a to takým spôsobom, že sa vytvorí priestor medzi pedálom a topánkou cyklistu.

Čo sa týka materiálu sedla s tým súvisiacia mäkkosť alebo tvrdosť sedla, tu sme žiadne viditeľné rozdielnosti nezaznamenali. Nedalo sa jednoznačne tvrdiť, či je na mäkké sedlo vyvíjaný tlak väčší a na tvrdé sedlo menší alebo naopak. Materiál v tomto prípade skôr určuje komfort sedenia a hmotnosť daného sedla.

V súvislosti s výrezom na sedle sme pozorovali veľký rozdiel medzi sedlami s výrezom a bez neho. Funkciou výrezu je hlavne pomoc s krvným obehom. Pri dlhších jazdách môže tlak na perineum viesť k spomaleniu krvného obehu v životne dôležitých častiach tela. Preto je dôležité zabezpečiť nerušený prietok krvi. Výsledky nášho merania potvrdzujú skutočnosť, že výrez v sedle zmierňuje tlak

v prednej časti sedla a tým umožňuje zabrániť tlaku na tepny v okolí lonovej kosti.

Pri rôznych šírkach sedla bola rovnako pozorovateľná istá odlišnosť. Pri širších sedlách bol tlak v oblasti sedacích kostí rozľahlejší, obrys sedacej kosti je výraznejší a plocha pôsobiaceho tlaku je väčšia. Je podstatné, aby sedacie kosti dostali od sedla dostatok opory tak zvyšovali výkon a pocit pohodlia pri jazde na bicykli.

Pri porovnaní tvarov sedla, a to konkrétne „hruškového“ alebo „T“ tvaru, sme nepozorovali žiadne výrazné odlišnosti. To môže byť zapríčinené tým, že meraný objekt nemal až tak výraznú vnútornú časť stehien, keďže „T“ tvar sedla slúži práve na eliminovanie odierania vnútornej časti stehien o boky sedla. Pri porovnávaní prednej časti sedla – nosa sedla, sme taktiež nebadali výraznejší tlak v danej oblasti, hoci sme väčší tlak pôsobiaci na nos sedla očakávali.

Je dôležité spomenúť, že je možné, že počas merania nastali chyby a odchýlky, ktoré mohli spôsobiť isté vychýlenie od očakávaných výsledkov, ako napr. nesprávne odmerané uhly a vodorovné roviny, dynamická pozícia v sede meraného subjektu namiesto statickej, nekonštantný výkon a frekvencia a mnohé iné. Taktiež výsledky sa vzťahujú len na ženské pohlavie. U mužov by bol výsledný efekt rozdielny v dôsledku odlišného anatomického zloženia.

## Záver

Prvým cieľom bakalárskej práce bolo zoznámiť sa s problematikou optimalizácie cyklistického posedu. Táto problematika je rozobraná v teoretickej časti práce v prvých deviatich kapitolách. Prvá kapitola nám dáva náhľad do cyklistiky z anatomického a fyziologického hľadiska. Druhá kapitola predstavuje prevenciu zranení v cyklistike a rôzne riešenia týchto komplikácií. Tretia kapitola poukazuje na riziká a príčiny najčastejších zranení ako vznik bolesti kolena, krku, chrbta a genitourinárne problémy. Kapitola 4 až 8 sumarizuje poznatky o nastavovaní posedu a jednotlivých komponentov bicykla podľa rôznych metód a postupov. Posledná kapitola teoretickej časti obsahuje rôzne parametre cyklistického sedla a ich vplyv na výsledný tlak na sedlo.

Praktickým cieľom práce bolo porovnať kľúčové hodnoty dôležité pri nastavovaní posedu a z toho plynúce možné zmeny v rozložení tlaku na sedle. Meranie prebehlo na 15 rozdielnych sedlách v dvoch jazdiacich pozíciách. Najväčší rozdiel bol zaznamenaný pri zmene polohy riadiel z výšky vodorovnej s výškou sedla do polohy o 10 cm nižšej. Tlak sa viditeľne presunul do prednej časti sedla a tlak pôsobiaci v oblasti sedacích kostí výrazne klesol. Taktiež pri výreze sedla bola zaregistrovaná výrazná rozdielnosť medzi sedlami s výrezom a bez výrezu. Ďalšie výsledky merania ohľadom ostatných parametrov sú rozpísané v diskusii vyššie.

Pri výbere sedla je viac než dôležité individuálne zohľadniť anatomické špecifiká jednotlivca, preferovaný typ cyklistiky, sklon trupu, šírku sedacích kostí alebo šírku stehien. Pri nesprávne zvolenom type sedla riskujeme pocitovanú bolesť počas jazdy, iné zdravotné následky po jazde a v najhoršom prípade trvalé komplikácie v budúcnosti.

## Literatúra

- [1] OJA, P., S. TITZE, A. BAUMAN, B. DE GEUS, P. KRENN, B. REGER-NASH a T. KOHLBERGER. Health benefits of cycling: a systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [online]. 2011, **21**(4), 496-509 [cit. 2022-01-05]. ISSN 09057188. Dostupné z: doi:10.1111/j.1600-0838.2011.01299.x
- [2] HARVEY, Martyn, John BONNING a Grant CAVE. Injury severity in mountain bike competitions : letter to the editor. *International SportMed Journal* [online]. 2008, 1 Jan 2008, 182-183 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: doi:10.10520/EJC48639
- [3] KIM, Peter T. W., Dalbhir JANGRA, Alec H. RITCHIE, Mary Ellen LOWER, Sharon KASIC, D Ross BROWN, Greg A. BALDWIN a Richard K. SIMONS. Mountain Biking Injuries Requiring Trauma Center Admission: A 10-year Regional Trauma System Experience. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* [online]. 2006, **60**(2), 312-318 [cit. 2022-01-05]. ISSN 0022-5282. Dostupné z: doi:10.1097/01.ta.0000202714.31780.5f
- [4] WANICH, Tony, Christopher HODGKINS, Jean-Allain COLUMBIER, Erika MURASKI a John G. KENNEDY. Cycling Injuries of the Lower Extremity. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* [online]. 2007, **15**(12), 748-756 [cit. 2022-01-05]. ISSN 1067-151X. Dostupné z: doi:10.5435/00124635-200712000-00008
- [5] ASPLUND, Chad a Patrick ST PIERRE. Knee Pain and Bicycling. *The Physician and Sportsmedicine* [online]. 2015, **32**(4), 23-30 [cit. 2022-01-05]. ISSN 0091-3847. Dostupné z: doi:10.3810/psm.2004.04.201
- [6] BINI, Rodrigo R. a Felipe P. CARPES, ed. *Biomechanics of Cycling* [online]. Cham: Springer International Publishing, 2014 [cit. 2022-01-05]. ISBN 978-3-319-05538-1. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-05539-8
- [7] SOVNDAL, Shannon. Cycling anatomy. In: *Human Kinetics* [online]. Champaign (IL), 2020 [cit. 2022-01-05]. ISBN 978-1-4925-6873-5.
- [8] RYAN, Mary M. a Robert J. GREGOR. EMG profiles of lower extremity muscles during cycling at constant workload and cadence. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [online]. 1992, **2**(2), 69-80 [cit. 2022-01-05]. ISSN 10506411. Dostupné z: doi:10.1016/1050-6411(92)90018-E

- [9] CHAPMAN, Andrew, Bill VICENZINO, Peter BLANCH a Paul HODGES. Do differences in muscle recruitment between novice and elite cyclists reflect different movement patterns or less skilled muscle recruitment?. *Journal of Science and Medicine in Sport* [online]. 2009, **12**(1), 31-34 [cit. 2022-01-05]. ISSN 14402440. Dostupné z: doi:10.1016/j.jsams.2007.08.012
- [10] SHRIER, Ian. Stretching Before Exercise Does Not Reduce the Risk of Local Muscle Injury. *Clinical Journal of Sport Medicine* [online]. 1999, **9**(4), 221-227 [cit. 2022-01-05]. ISSN 1050-642X. Dostupné z: doi:10.1097/00042752-199910000-00007
- [11] HERBERT, R. D. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ* [online]. **325**(7362), 468-468 [cit. 2022-01-05]. ISSN 09598138. Dostupné z: doi:10.1136/bmj.325.7362.468
- [12] CALLAGHAN, Michael J. Lower body problems and injury in cycling. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [online]. 2005, **9**(3), 226-236 [cit. 2022-01-05]. ISSN 13608592. Dostupné z: doi:10.1016/j.jbmt.2005.01.007
- [13] HOLMES, JC, AL PRUITT a NJ WHALEN. Cycling knee injuries. In: *Cycling Science* [online]. 2. 1991, s. 11-14 [cit. 2022-01-05].
- [14] HOLMES, James C., Andrew L. PRUITT a Nina J. WHALEN. Iliotibial band syndrome in cyclists. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 1993, **21**(3), 419-424 [cit. 2022-01-05]. ISSN 0363-5465. Dostupné z: doi:10.1177/036354659302100316
- [15] HOLMES, James C., Andrew L. PRUITT a Nina J. WHALEN. Lower Extremity Overuse in Bicycling. *Clinics in Sports Medicine* [online]. 1994, **13**(1), 187-203 [cit. 2022-01-05]. ISSN 02785919. Dostupné z: doi:10.1016/S0278-5919(20)30363-X
- [16] GIUBILATO, Federico a Nicola PETRONE. Stress Analysis of Bicycle Saddles Structural Components during Different Cycling Conditions. *Procedia Engineering* [online]. 2014, **72**, 636-641 [cit. 2022-03-15]. ISSN 18777058. Dostupné z: doi:10.1016/j.proeng.2014.06.103
- [17] MELLION, Morris B. Neck and Back Pain in Bicycling. *Clinics in Sports Medicine* [online]. 1994, **13**(1), 137-164 [cit. 2022-01-05]. ISSN 02785919. Dostupné z: doi:10.1016/S0278-5919(20)30360-4
- [18] BROKER, JP a RJ GREGOR. Cycling biomechanics. In: *High-tech cycling* [online]. 1. Human Kinetics, Champaign, IL, 1996, s. 145-166 [cit. 2022-01-05].



- [19] RUBY, Patricia, M.L. HULL, Kevin A. KIRBY a David W. JENKINS. The effect of lower-limb anatomy on knee loads during seated cycling. *Journal of Biomechanics* [online]. 1992, **25**(10), 1195-1207 [cit. 2022-01-05]. ISSN 00219290. Dostupné z: doi:10.1016/0021-9290(92)90075-C
- [20] WHEELER, Jeffrey B., Robert J. GREGOR a Jeffrey P. BROKER. The Effect of Clipless Float Design on Shoe/Pedal interface Kinetics and Overuse Knee injuries during Cycling. *Journal of Applied Biomechanics* [online]. 1995, **11**(2), 119-141 [cit. 2022-01-05]. ISSN 1065-8483. Dostupné z: doi:10.1123/jab.11.2.119
- [21] DVORČŠÍK, Milan. [konzultácia]. Brno [cit. 2021-12-08].
- [22] ERICSON, Mats O, Ralph NISELL a Jan EKHOLM. Varus and valgus loads on the knee joint during ergometer cycling. In: *Scandinavian journal of sports sciences* [online]. Jun 1984, s. 39-45 [cit. 2022-01-05]. ISSN 0357-5632.
- [23] MILLSLADGLE, Duane, Sara RUBBELKE, Tom MULLIN, John KEENER a Ryan SWETKOVICH. Effects of Foot-Pedal Positions by Inexperienced Cyclists at the Highest Aerobic Level. *Perceptual and Motor Skills* [online]. 2004, **98**(3), 1074-1080 [cit. 2022-01-05]. ISSN 0031-5125. Dostupné z: doi:10.2466/pms.98.3.1074-1080
- [24] SCHWELLNUS, MP, G SOLE, J MILLIGAN, E VAN ZYL a TD NOAKES. Biomechanical considerations in the aetiology and management of patellofemoral pain in cyclists. In: *Australian Conference of Science and Medicine in Sport Program and Abstract: 28-31 October 1996* [online]. Sports Medicine Australia, 1996, s. 320-321 [cit. 2022-01-05].
- [25] HANNAFORD, DR, GT MORAN a HF HLAVAC. *Video analysis and treatment of overuse knee injury in cycling: a limited clinical study.* [online]. In: . 3. 1986, 01 Oct 1986, s. 671-678 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2946395/>
- [26] SANDERSON, David J, Alec H BLACK a Joanne MONTGOMERY. *The effect of varus and valgus wedges on coronal plane knee motion during steady-rate cycling* [online]. In: . 4. Biomechanics Laboratory, School of Human Kinetics, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada, April 1994, s. 120-124 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: [https://journals.lww.com/cjsportsmed/Abstract/1994/04000/The\\_Effect\\_of\\_\\_Varus\\_and\\_Valgus\\_Wedges\\_on\\_Coronal.9.aspx](https://journals.lww.com/cjsportsmed/Abstract/1994/04000/The_Effect_of__Varus_and_Valgus_Wedges_on_Coronal.9.aspx)
- [27] SANNER, WH a WD O'HALLORAN. The biomechanics, etiology, and treatment of cycling injuries. *Journal of the American Podiatric Medical Association*

- [online]. 2000, **90**(7), 354-376 [cit. 2022-01-05]. ISSN 8750-7315. Dostupné z: doi:10.7547/87507315-90-7-354
- [28] MELLION, Morris B. Common Cycling Injuries. *Sports Medicine* [online]. 1991, **11**(1), 52-70 [cit. 2022-01-05]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/00007256-199111010-00004
- [29] JOGANICH, Timothy G. a Philip E. MARTIN. Influence of orthotics on lower extremity function in cycling. *Journal of Biomechanics* [online]. 1992, **25**(6) [cit. 2022-01-05]. ISSN 00219290. Dostupné z: doi:10.1016/0021-9290(92)90189-8
- [30] NIGG, Benno M. The Role of Impact Forces and Foot Pronation: A New Paradigm. *Clinical Journal of Sport Medicine* [online]. 2001, **11**(1), 2-9 [cit. 2022-01-05]. ISSN 1050-642X. Dostupné z: doi:10.1097/00042752-200101000-00002
- [31] BALL, Kevin Arthur a Margaret J. AFHELDT. Evolution of foot orthotics-part 2: Research reshapes long-standing theory. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* [online]. 2002, **25**(2), 125-134 [cit. 2022-01-05]. ISSN 01614754. Dostupné z: doi:10.1067/mmt.2002.121416
- [32] BURKE, ER a AL PRUITT. Body positioning for cycling. In: *High-tech cycling* [online]. 2. Champaign(IL), 2003, s. 69—92 [cit. 2022-01-05].
- [33] WILBER, C., G. HOLLAND, R. MADISON a S. LOY. An Epidemiological Analysis of Overuse Injuries Among Recreational Cyclists. *International Journal of Sports Medicine* [online]. 1995, **16**(03), 201-206 [cit. 2022-01-05]. ISSN 0172-4622. Dostupné z: doi:10.1055/s-2007-972992
- [34] ASPLUND, Chad, Charles WEBB a Thad BARKDULL. Neck and Back Pain in Bicycling. *Current Sports Medicine Reports* [online]. 2005, **4**(5), 271-274 [cit. 2022-01-05]. ISSN 1537-890X. Dostupné z: doi:10.1097/01.CSMR.0000306221.25551.69
- [35] WEISS, Barry D. Clinical Syndromes Associated with Bicycle Seats. *Clinics in Sports Medicine* [online]. 1994, **13**(1), 175-186 [cit. 2022-01-05]. ISSN 02785919. Dostupné z: doi:10.1016/S0278-5919(20)30362-8
- [36] SOMMER, F., U. SCHWARZER, T. KLOTZ, H.-P. CASPERS, G. HAUPT a U. ENGELMANN. Erectile Dysfunction in Cyclists. *European Urology* [online]. 2001, **39**(6), 720-723 [cit. 2022-01-05]. ISSN 1421-993X. Dostupné z: doi:10.1159/000052533

- [37] ASPLUND, Chad, Thad BARKDULL a Barry D. WEISS. Genitourinary Problems in Bicyclists. *Current Sports Medicine Reports* [online]. 2007, **6**(5), 333-339 [cit. 2022-01-05]. ISSN 1537-890X. Dostupné z: doi:10.1097/01.CSMR.0000306497.53648.d5
- [38] SANDERSON, David J. a Annita T. AMOROSO. The influence of seat height on the mechanical function of the triceps surae muscles during steady-rate cycling. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [online]. 2009, **19**(6), e465-e471 [cit. 2022-01-05]. ISSN 10506411. Dostupné z: doi:10.1016/j.jelekin.2008.09.011
- [39] PEVELER, Will W. Effects of Saddle Height on Economy in Cycling. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2008, **22**(4), 1355-1359 [cit. 2022-01-05]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e318173dac6
- [40] PEVELER, W, P BISHOP, J SMITH, M RICHARDSON a E WHITEHORN. Comparing methods for setting saddle height in trained cyclists. In: *Journal of Exercise Physiology* [online]. 8. 2005, 1 Feb 2005, s. 2-5 [cit. 2022-01-05]. ISSN 1097-9751. Dostupné z: doi:10.1.1.544.9967
- [41] DE VEY MESTDAGH, K. Personal perspective. *Applied Ergonomics* [online]. 1998, **29**(5), 325-334 [cit. 2022-01-05]. ISSN 00036870. Dostupné z: doi:10.1016/S0003-6870(97)00080-X
- [42] PRICE, D. a B. DONNE. Effect of variation in seat tube angle at different seat heights on submaximal cycling performance in man. *Journal of Sports Sciences* [online]. 1997, **15**(4), 395-402 [cit. 2022-01-05]. ISSN 0264-0414. Dostupné z: doi:10.1080/026404197367182
- [43] SWART, Jeroen a Wendy HOLLIDAY. Cycling Biomechanics Optimization—the (R) Evolution of Bicycle Fitting. *Current Sports Medicine Reports* [online]. 2019, **18**(12), 490-496 [cit. 2022-01-05]. ISSN 1537-8918. Dostupné z: doi:10.1249/JSR.0000000000000665
- [44] GREGOR, Robert J., Jeffrey P. BROKER a Mary Margaret M.S. RYAN. 4 The Biomechanics of Cycling. In: *Exercise and Sport Sciences Reviews* [online]. 19. 1991, Jan 1991, s. 127-170 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: [https://journals.lww.com/acsm-essr/Citation/1991/01000/4\\_The\\_Biomechanics\\_of\\_Cycling.4.aspx](https://journals.lww.com/acsm-essr/Citation/1991/01000/4_The_Biomechanics_of_Cycling.4.aspx)
- [45] WISHV-ROTH, T. Assessment of cycling biomechanics to optimise performance and minimise injury. *Journal of Science and Medicine in*

- Sport* [online]. 2009, **12** [cit. 2022-01-05]. ISSN 14402440. Dostupné z: doi:10.1016/j.jsams.2008.12.119
- [46] *Atlas of Anatomy 24 Hip & Thigh* [online]. [cit. 2021-12-23]. Dostupné z: <https://doctorlib.info/medical/anatomy/26.html>
- [47] Calculator for frame size and inseam length. *Calculator for frame size and inseam length* [online]. [cit. 2021-11-04]. Dostupné z: <https://www.ebike24.com/determine-your-frame-size>
- [48] HAMLEY, EJ a V THOMAS. Physiological and postural factors in the calibration of the bicycle ergometer. In: *The Journal of physiology* [online]. 191. 1967, s. 55-56 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6050117/>
- [49] LEMOND, Greg. *Greg LeMond's Complete Book of Bicycling* [online]. In: . 1. Perigee Trade, 1990, January 30, 1990, s. 352 [cit. 2022-01-05]. ISBN 0399515941.
- [50] SHENNUM, P.L. a H.A. DE VRIES. The effect of saddle height on oxygen consumption during bicycle ergometer work. In: *Medicine and science in sports* [online]. 8. 1976, s. 119-121 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/957931/>
- [51] NORDEEN-SNYDER, K. S. The effect of bicycle seat height variation upon oxygen consumption and lower limb kinematics. In: *Medicine and science in sports* [online]. 9. 1977, Summer 1977, s. 113-117 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/895427/>
- [52] BURKE, Edmund R. *Serious cycling: Perfect positioning* [online]. In: . Champaign (IL), 2002, 2002, s. 235-245 [cit. 2022-01-05]. ISBN 0-7360-4129-X.
- [53] BINI, Rodrigo, Patria A. HUME a James L. CROFT. Effects of Bicycle Saddle Height on Knee Injury Risk and Cycling Performance. *Sports Medicine* [online]. 2011, **41**(6), 463-476 [cit. 2022-01-05]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/11588740-000000000-00000
- [54] PEVELER, Will W., Josh D. POUNDERS a Phillip A. BISHOP. Effects of Saddle Height on Anaerobic Power Production in Cycling. *The Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2007, **21**(4), R-20316 [cit. 2022-01-05]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/R-20316.1

- [55] RICHMOND, David R. Handlebar Problems in Bicycling. *Clinics in Sports Medicine* [online]. 1994, **13**(1), 165-173 [cit. 2022-01-05]. ISSN 02785919. Dostupné z: doi:10.1016/S0278-5919(20)30361-6
- [56] MATHENY, Fred. Hammerhead-s disease. In: *Bicycling* [online]. 36. 1995, 1995, s. 98-117 [cit. 2022-01-05]. ISSN 0006-2073.
- [57] JOHNSON, S a B SCHULTZ. The physiological effects of aerodynamic handlebars. In: *Cycling Science* [online]. 2. 1990, s. 9-12 [cit. 2022-01-05].
- [58] BURT, Phil. *Bike fit: optimise your bike position for high performance and injury avoidance*. London: Bloomsbury, 2014. ISBN 978-1-4081-9030-2.
- [59] HOLLIDAY, Wendy a Jeroen SWART. Anthropometrics, flexibility and training history as determinants for bicycle configuration. *Sports Medicine and Health Science* [online]. 2021, **3**(2), 93-100 [cit. 2022-01-05]. ISSN 26663376. Dostupné z: doi:10.1016/j.smhs.2021.02.007
- [60] MELLION, B MORRIS, WALSCH, W MICHAEL, SHELTON a L GUY. *The Team Physician's Handbook* [online]. In: . LWW, 1991, s. 1321 [cit. 2022-01-05]. ISBN 978-1560530015.
- [61] CHRISTIAANS, Henri H.C.M. a Angus BREMNER. Comfort on bicycles and the validity of a commercial bicycle fitting system. *Applied Ergonomics* [online]. 1998, **29**(3), 201-211 [cit. 2022-01-05]. ISSN 00036870. Dostupné z: doi:10.1016/S0003-6870(97)00052-5
- [62] MARTIN, J.C. a W.W. SPIRDUSO. Determinants of maximal cycling power: crank length, pedaling rate and pedal speed. *European Journal of Applied Physiology* [online]. 2001, **84**(5), 413-418 [cit. 2022-01-05]. ISSN 1439-6319. Dostupné z: doi:10.1007/s004210100400
- [63] MANDROUKAS, K. Some effects of knee angle and foot placement in bicycle ergometer. In: *The Journal of sports medicine and physical fitness* [online]. 2. 1990, Jun 1990, s. 155-159 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2402135/>
- [64] VAN SICKLE, J.R. a M.L. HULL. Is economy of competitive cyclists affected by the anterior—posterior foot position on the pedal?. *Journal of Biomechanics* [online]. 2007, **40**(6), 1262-1267 [cit. 2022-01-05]. ISSN 00219290. Dostupné z: doi:10.1016/j.jbiomech.2006.05.026
- [65] Scientia: the Science beneath the Design: Selle Royal. *Selle Royal* [online]. [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://www.selleroyal.com/en/scientia>

- [66] KUO, Jo-Yu, Chun-Hsien CHEN, Jonathan R. ROBERTS a Danni CHANG. Evaluation of the user emotional experience on bicycle saddle designs via a multi-sensory approach. *International Journal of Industrial Ergonomics* [online]. 2020, **80** [cit. 2022-03-15]. ISSN 01698141. Dostupné z: doi:10.1016/j.ergon.2020.103039
- [67] POTTER, JAMES J., JULIE L. SAUER, CHRISTINE L. WEISSHAAR, DARRYL G. THELEN a HEIDI-LYNN PLOEG. Gender Differences in Bicycle Saddle Pressure Distribution during Seated Cycling. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. 2008, **40**(6), 1126-1134 [cit. 2022-02-21]. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1249/MSS.0b013e3181666eea
- [68] BRESSEL, EADRIC a BRAD J. LARSON. Bicycle Seat Designs and Their Effect on Pelvic Angle, Trunk Angle, and Comfort. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. 2003, **35**(2), 327-332 [cit. 2022-03-15]. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1249/01.MSS.0000048830.22964.7c
- [69] BRESSEL, Eadric, Shantelle BLISS a John CRONIN. A field-based approach for examining bicycle seat design effects on seat pressure and perceived stability. *Applied Ergonomics* [online]. 2009, **40**(3), 472-476 [cit. 2022-03-15]. ISSN 00036870. Dostupné z: doi:10.1016/j.apergo.2008.10.001
- [70] WARD, Samuel R., Michael R. TERK a Christopher M. POWERS. Influence of patella alta on knee extensor mechanics. *Journal of Biomechanics* [online]. 2005, **38**(12), 2415-2422 [cit. 2022-01-05]. ISSN 00219290. Dostupné z: doi:10.1016/j.jbiomech.2004.10.010
- [71] How to Choose a Bike Seat or Saddle. *Evo* [online]. [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://www.evo.com/guides/how-to-choose-bike-seat-saddle>
- [72] Bicycle seat measurement. *Medilogic.com* [online]. [cit. 2022-01-06]. Dostupné z: <https://medilogic.com/en/bicycle-seat-measurement/>
- [73] *Kinovea: A MICROSCOPE FOR YOUR VIDEOS* [online]. [cit. 2022-01-06]. Dostupné z: <https://www.kinovea.org/>
- [74] Women's power saddle s technologií MIMIC. *Specialized* [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.specialized.com/cz/cs/stories/power-saddle-mimic>
- [75] BRESSEL, Eadric a John CRONIN. Bicycle seat interface pressure: reliability, validity, and influence of hand position and workload. *Journal of Biomechanics*

- [online]. 2005, **38**(6), 1325-1331 [cit. 2022-03-15]. ISSN 00219290. Dostupné z: doi:10.1016/j.jbiomech.2004.06.006
- [76] HOLLIDAY, Wendy, Julia FISHER a Jeroen SWART. The effects of relative cycling intensity on saddle pressure indexes. *Journal of Science and Medicine in Sport* [online]. 2019, **22**(10), 1097-1101 [cit. 2022-03-15]. ISSN 14402440. Dostupné z: doi:10.1016/j.jsams.2019.05.011
- [77] PRO Stealth Saddle. *PRO Bike Gear* [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.pro-bikegear.com/uk/road/saddles/stealth-saddle>

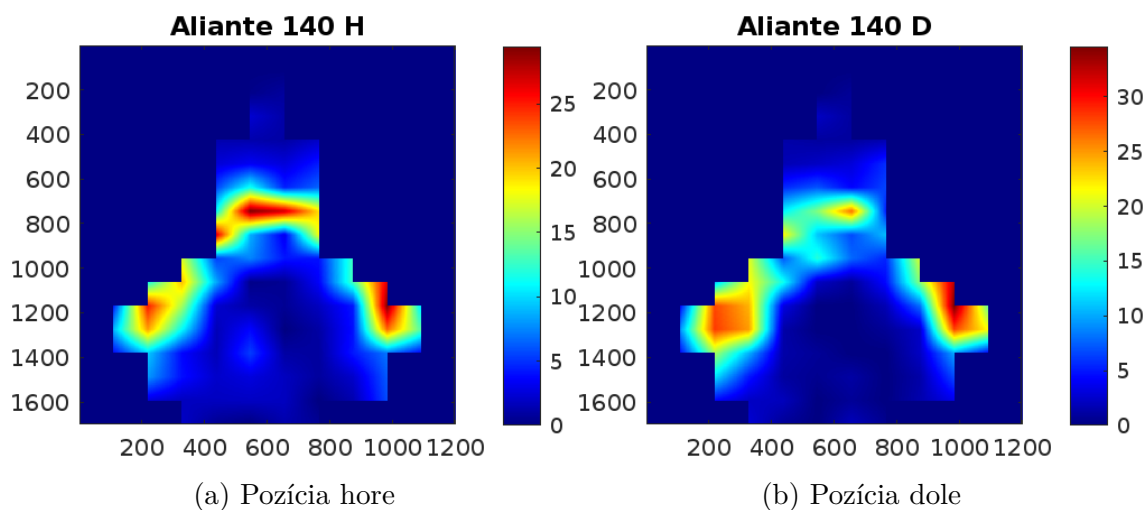
## 4 Fotky sediel spolu s vykreslením tlaku v oboch pozíciách

### 4.1 Sedlo fizik Aliante 140

šírka 140 mm, dĺžka 280 mm



Obr. 4.1: Sedlo Aliante 140



Obr. 4.2: Výsledný tlak (v kPa) na sedlo Aliante 140 v pozícii hore (a) a dole (b)

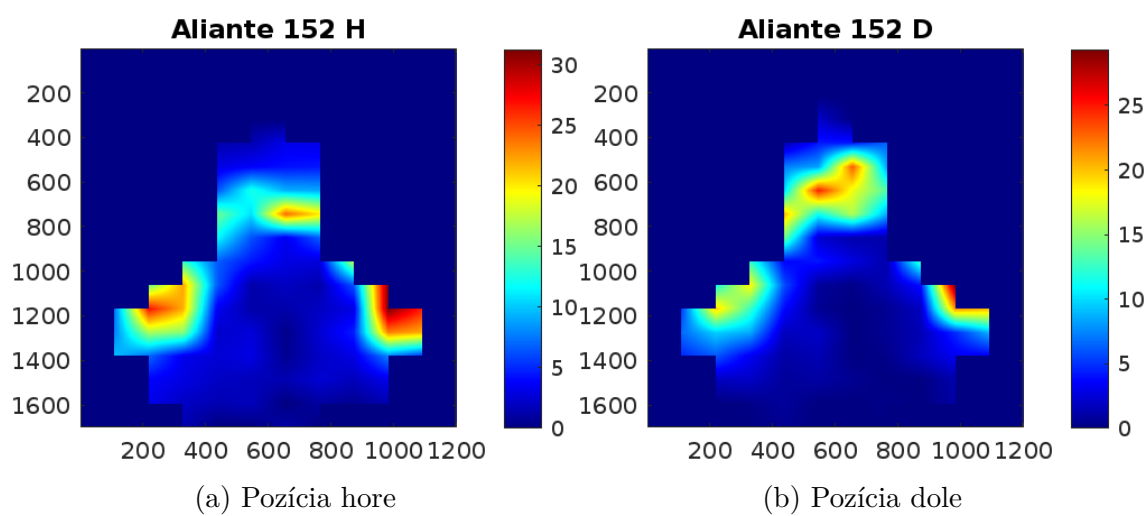


## 4.2 Sedlo fizik Aliante 152

šírka 152 mm, dĺžka 280 mm



Obr. 4.3: Sedlo Aliante 152



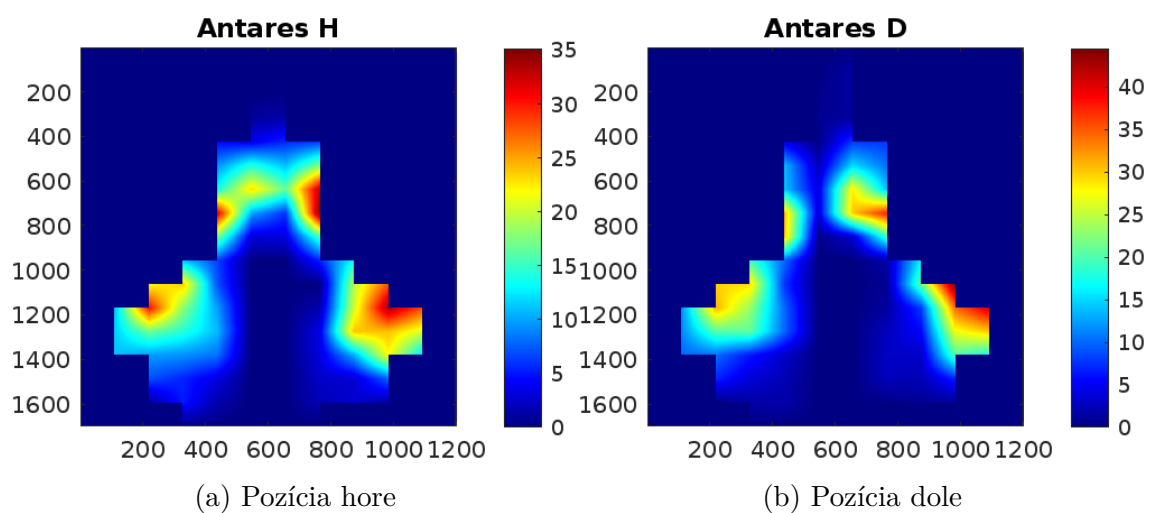
Obr. 4.4: Výsledný tlak (v kPa) na sedlo Aliante 152 v pozícii hore (a) a dole (b)

### 4.3 Sedlo fizik Antares:R3

šírka 142 mm, dĺžka 276 mm



Obr. 4.5: Sedlo Antares



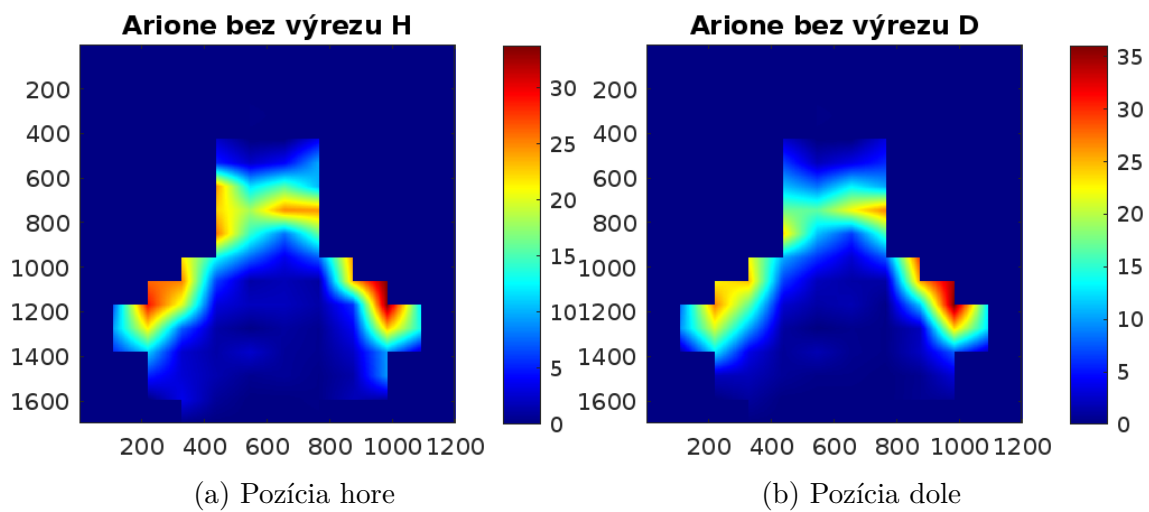
Obr. 4.6: Výsledný tlak (v kPa) na sedlo Antares v pozícii hore (a) a dole (b)

## 4.4 Sedlo fizik Arione:R3

šírka 130 mm, délka 300 mm



Obr. 4.7: Sedlo Arione R3



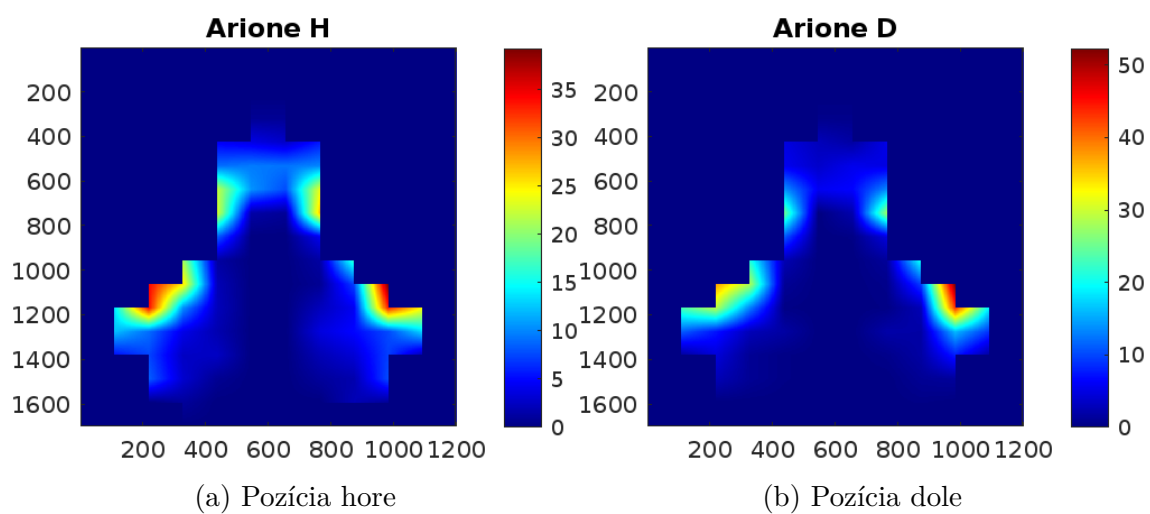
Obr. 4.8: Výsledný tlak (v kPa) na sedlo Arione R3 v pozícii hore (a) a dole (b)

## 4.5 Sedlo fizik Arione

šírka 130 mm, dĺžka 300 mm



Obr. 4.9: Sedlo Arione



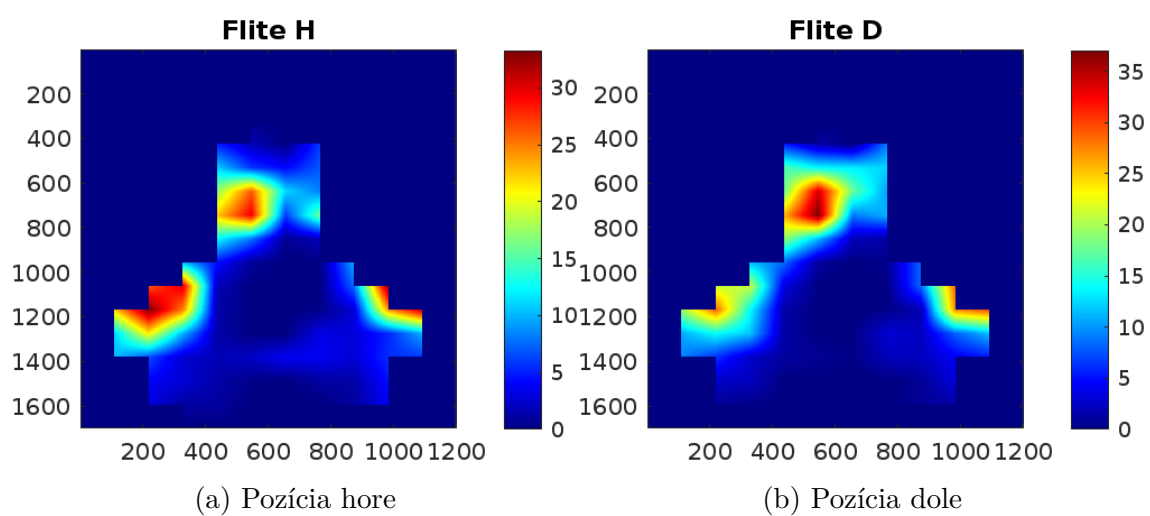
Obr. 4.10: Výsledný tlak (v kPa) na sedlo Arione v pozícii hore (a) a dole (b)

## 4.6 Sedlo Selle Italia Flite

šírka 145 mm, dĺžka 275 mm



Obr. 4.11: Sedlo Flite



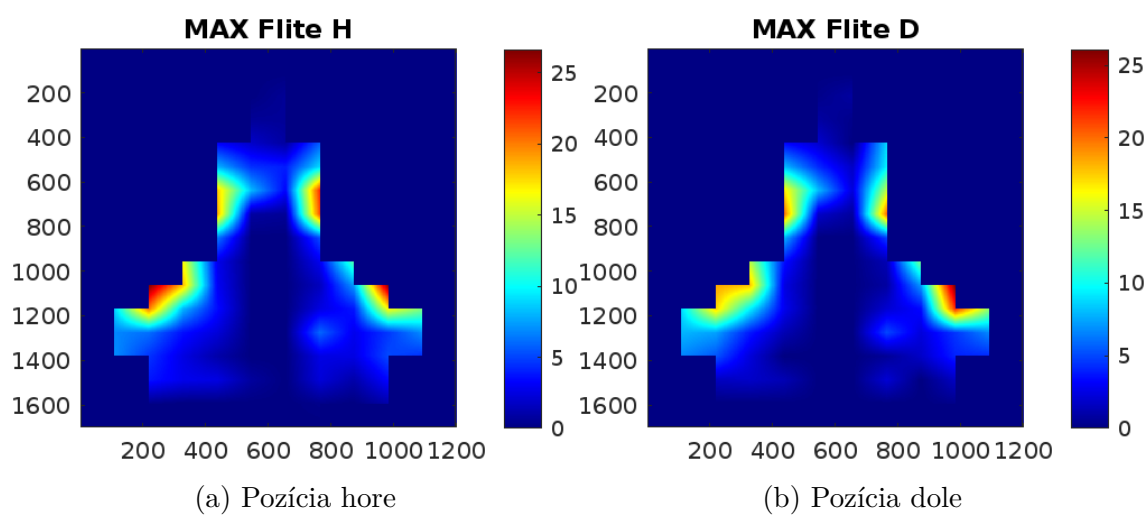
Obr. 4.12: Výsledný tlak (v kPa) na sedlo Flite v pozícii hore (a) a dole (b)

## 4.7 Sedlo Selle Italia MAX Flite Superflow

šírka 148 mm, dĺžka 278 mm



Obr. 4.13: Sedlo MAX Flite



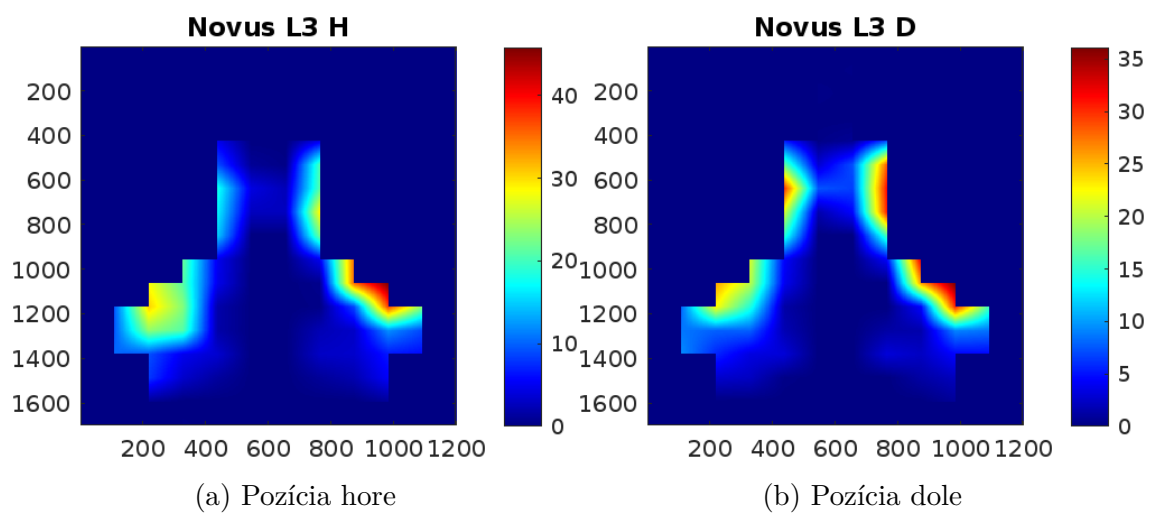
Obr. 4.14: Výsledný tlak (v kPa) na sedlo MAX Flite v pozícii hore (a) a dole (b)

## 4.8 Sedlo Selle Italia Novus L3 Boost Superflow

šírka 148 mm, délka 255 mm



Obr. 4.15: Sedlo Novus L3



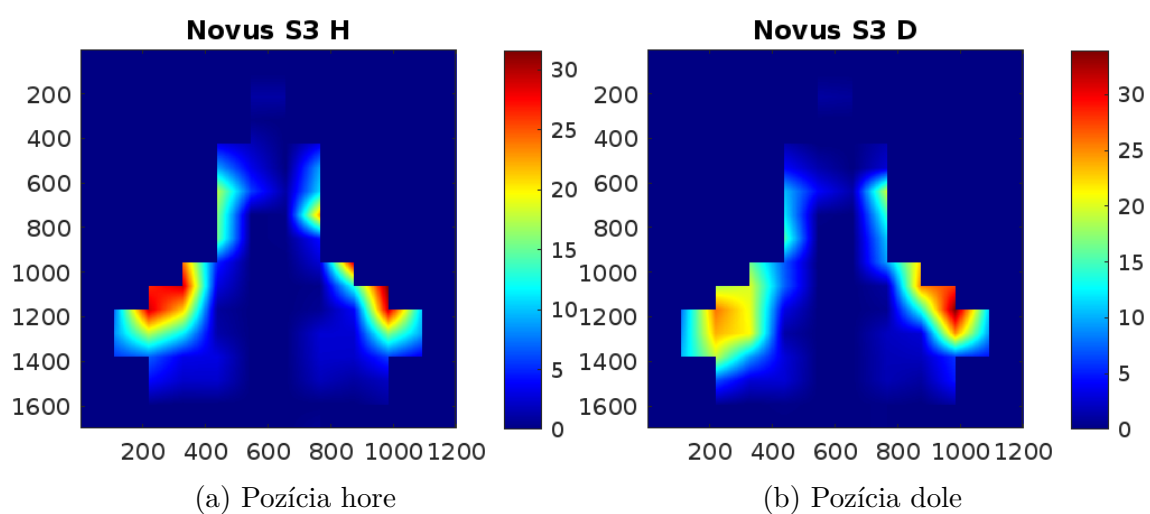
Obr. 4.16: Výsledný tlak (v kPa) na sedlo Novus L3 v pozícii hore (a) a dole (b)

## 4.9 Sedlo Selle Italia Novus S3 Boost Superflow

šírka 135 mm, dĺžka 255 mm



Obr. 4.17: Sedlo Novus S3



Obr. 4.18: Výsledný tlak (v kPa) na sedlo Novus S3 v pozícii hore (a) a dole (b)

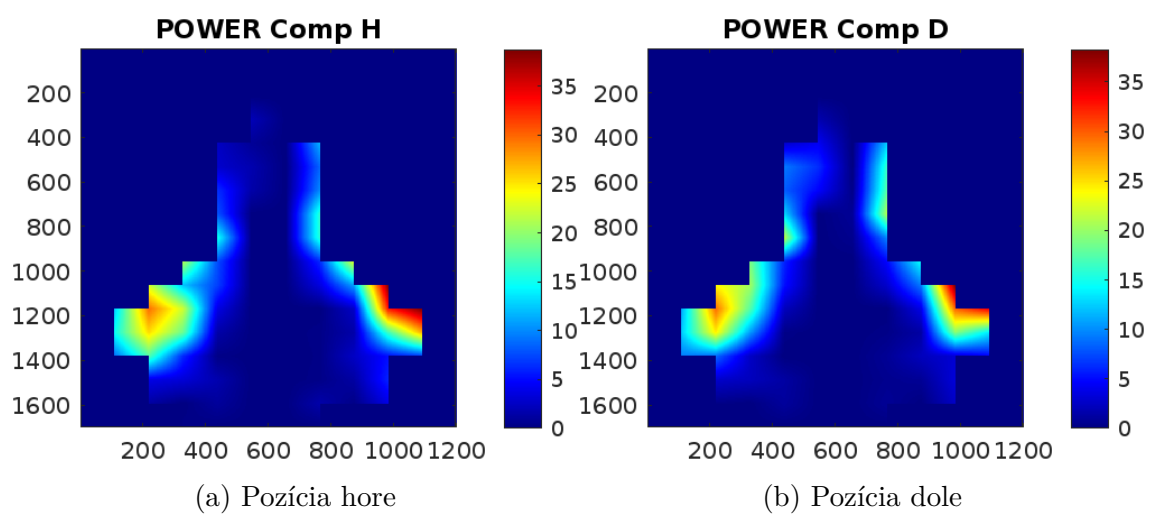


## 4.10 Sedlo Specialized POWER Comp

šírka 155 mm, dĺžka 240 mm



Obr. 4.19: Sedlo POWER Comp



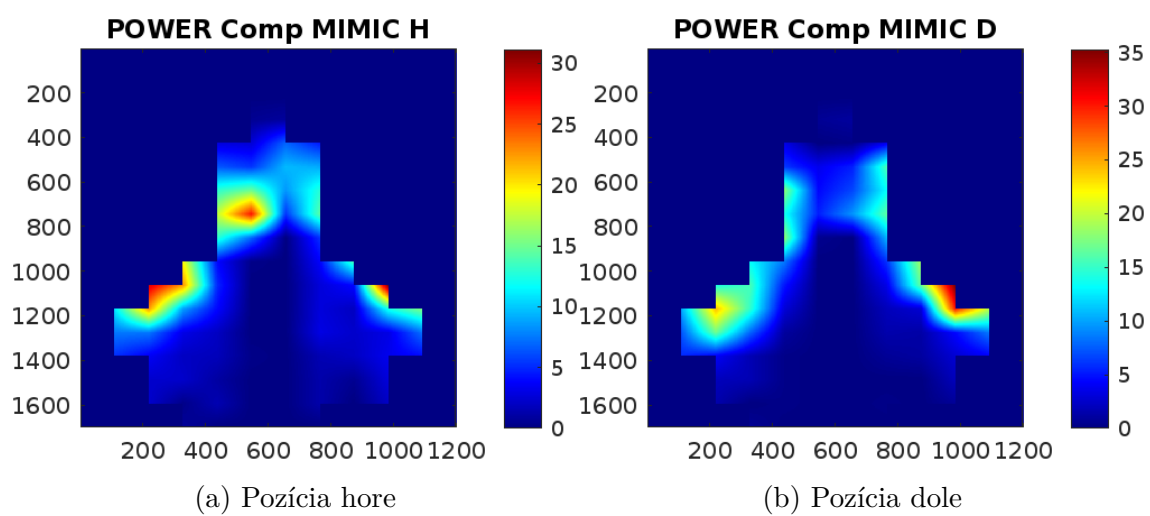
Obr. 4.20: Výsledný tlak (v kPa) na sedlo POWER Comp v pozícii hore (a) a dole (b)

## 4.11 Sedlo Specialied POWER Comp MIMIC

šírka 156 mm, dĺžka 241 mm



Obr. 4.21: Sedlo POWER Comp MIMIC (prevzaté z [74])



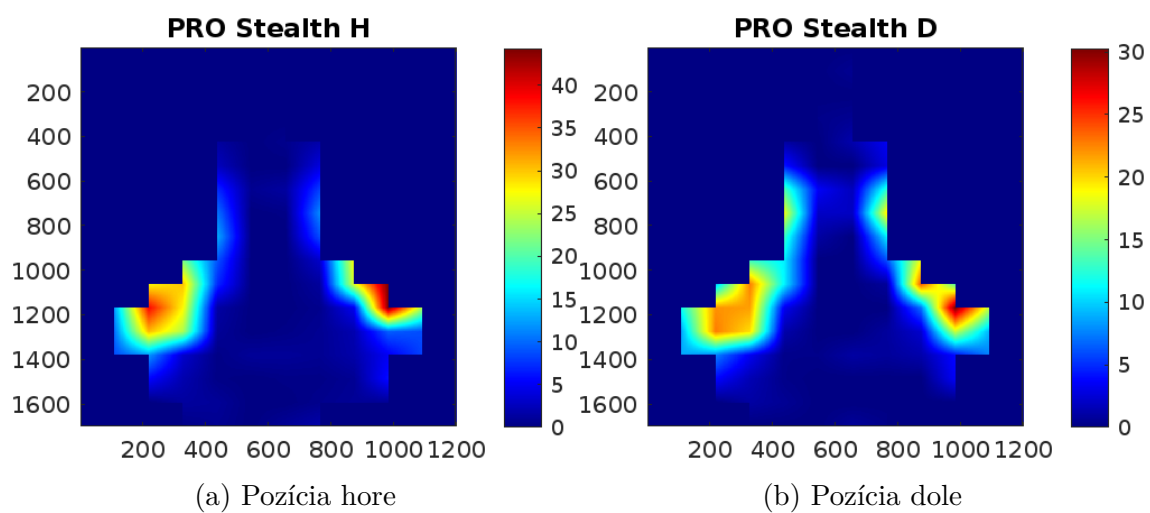
Obr. 4.22: Výsledný tlak (v kPa) na sedlo POWER Comp MIMIC v pozícii hore (a) a dole (b)

## 4.12 Sedlo PRO Stealth

šírka 142 mm, délka 255 mm



Obr. 4.23: Sedlo PRO Stealth (prevzaté z [77])



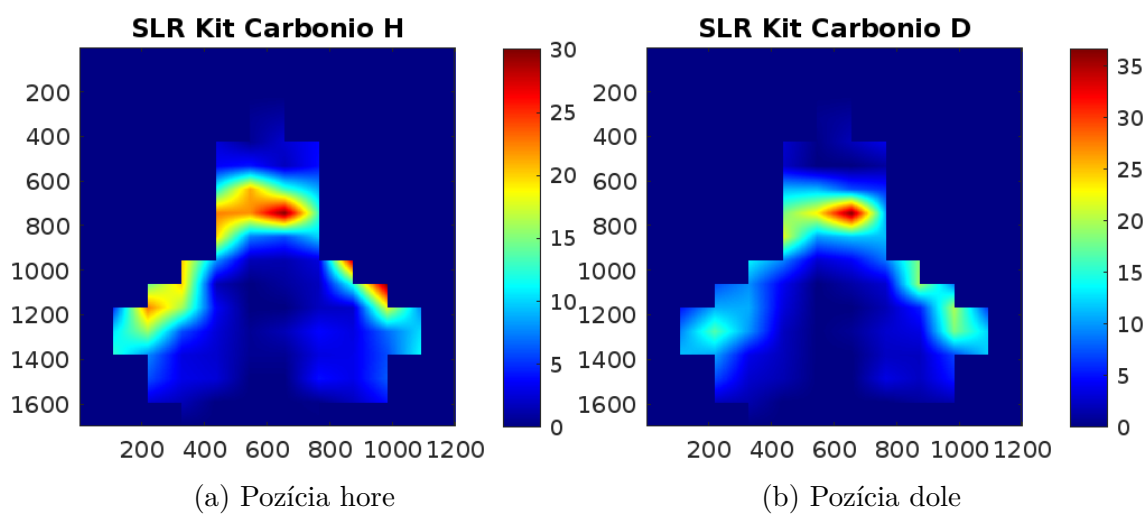
Obr. 4.24: Výsledný tlak (v kPa) na sedlo PRO Stealth v pozícii hore (a) a dole (b)

## 4.13 Sedlo Selle Italia SLR Kit Carbonio Superflow

šírka 131 mm, dĺžka 275 mm



Obr. 4.25: Sedlo SLR Kit Carbonio



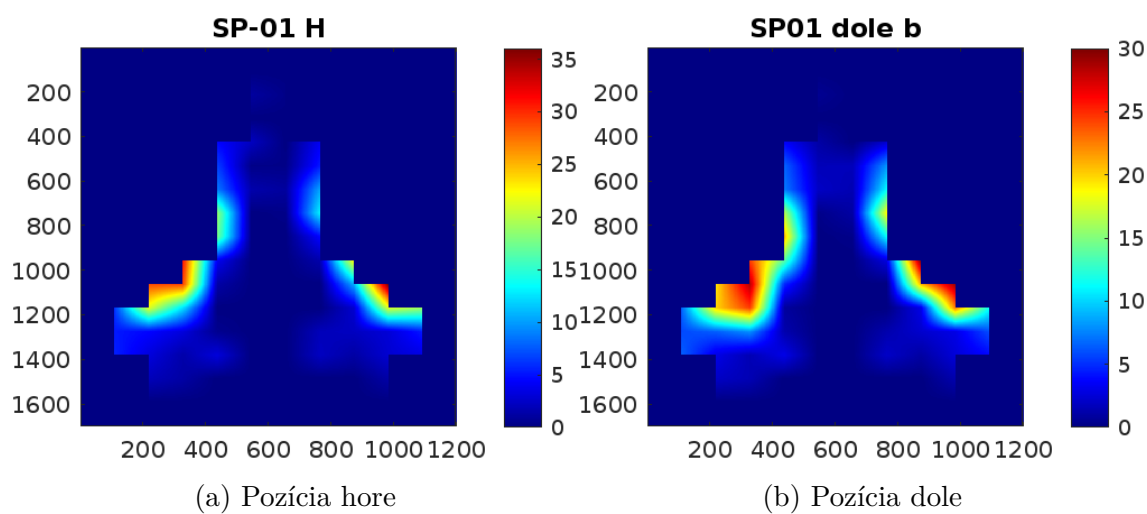
Obr. 4.26: Výsledný tlak (v kPa) na sedlo SLR Kit Carbonio v pozícii hore (a) a dole (b)

## 4.14 Sedlo Selle Italia SP-01 Boost Superflow

šírka 146 mm, dĺžka 250 mm



Obr. 4.27: Sedlo SP-01



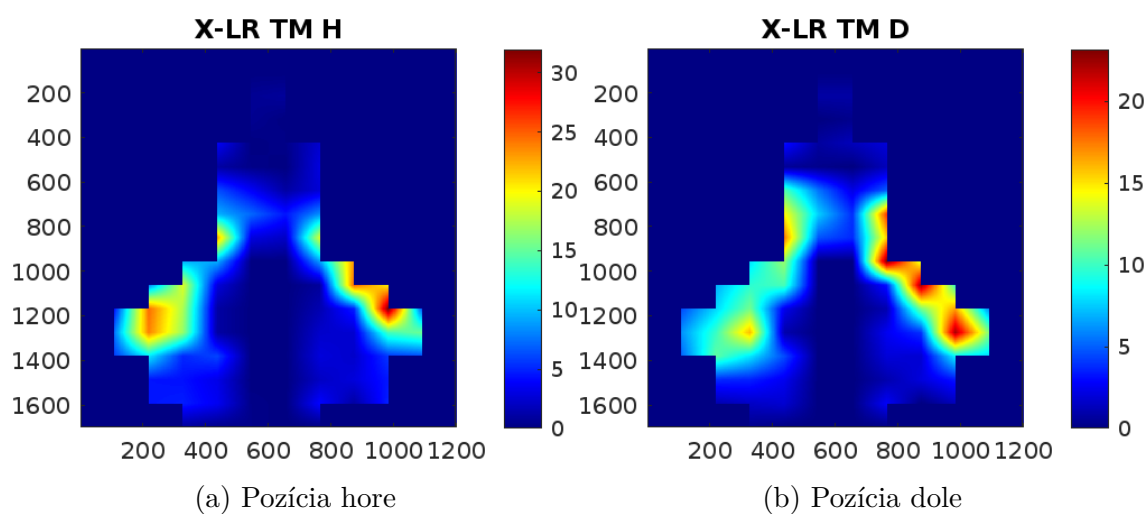
Obr. 4.28: Výsledný tlak (v kPa) na sedlo SP-01 v pozícii hore (a) a dole (b)

## 4.15 Sedlo Selle Italia X-LR TM Superflow

šírka 131 mm, délka 265 mm



Obr. 4.29: Sedlo X-LR TM



Obr. 4.30: Výsledný tlak (v kPa) na sedlo X-LR TM v pozícii hore (a) a dole (a)