

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

MAJA ULAGA

ODVISNOST SILE POTEGA OD POKRČENOSTI ROKE

DIPLOMSKA NALOGA

Mentor: dr. VOJKO STROJNIK
Konzultanta: mag. BOJAN LESKOŠEK
BLAŽ JEREB, prof. športne vzgoje

LJUBLJANA, 1994

KAZALO

<u>1.0</u>	<u>UVOD</u>	<u>3</u>
<u>2.0</u>	<u>PREDMET IN PROBLEM</u>	<u>4</u>
2.1	ŠPORTNO PLEZANJE	5
2.1.1	PREDSTAVITEV ŠPORTNEGA PLEZANJA	5
2.1.2	OPIS BATERIJE TESTOV ZA ŠPORTNE PLEZALCE	8
2.2	FUNKCIONALNA ANATOMIJA MIŠIC	11
2.2.1	HRBTNE MIŠICE	11
2.2.2	MIŠICE PRSNEGA KOŠA	14
2.2.3	RAMENSKE MIŠICE	16
2.2.4	MIŠICE NADLAKTA	17
2.2.5	PREVLADUJOČE MIŠIČNE SKUPINE PRI POSAMEZNIH POLOŽAJIH	19
2.3	DOSEDANJA RAZISKOVANJA	23
2.4	CILJI NALOGE	23
2.5	DELOVNE HIPOTEZE	23
<u>3.0</u>	<u>METODE DELA</u>	<u>24</u>
3.1	VZOREC MERJENCEV	24
3.2	POTEK IN OPIS EKSPERIMENTA	25
3.3	VZOREC SPREMENLJIVK	27
3.4	METODE ODBELAVE PODATKOV	30
<u>4.0</u>	<u>REZULTATI</u>	<u>31</u>
4.1	SPREMINJANJE SILE POTEGA GLEDE NA DOMINANTNOST ROKE, VIŠINO PRIJEMA IN RAMENSKI KOT ROKE	32
4.2	PRIMERJAVA REZULTATOV TEHTNICE Z REZULTATI TENZIOMETRIJSKE PLOŠČE	51
<u>5.0</u>	<u>DISKUSIJA</u>	<u>56</u>
<u>6.0</u>	<u>ZAKLJUČEK</u>	<u>61</u>
<u>7.0</u>	<u>LITERATURA</u>	<u>63</u>
<u>8.0</u>	<u>DODATEK</u>	<u>65</u>

1.0 UVOD

Športno plezanje je mlada, toda hitro razvijajoča se športna panoga. Vedno več mladih in tudi malo starejših ljudi se odloča preizkusiti svoje sposobnosti v skalnatih vertikalah. Nekateri ostanejo samo pri tem poizkusu, drugim pa športno plezanje spremeni način življenja. S športnim plezanjem se veliko ljudi ukvarja ljubiteljsko, dosti pa je tudi vrhunskih športnih plezalcev in alpinistov. Slednji morajo, za doseg vrhunskih rezultatov, svoje življenje popolnoma podrediti zahtevam športnega treniranja.

Nekatere definicije športnega treniranja:

- Športno treniranje je specifičen proces transformacije človeka v stanje, ki omogoča maksimalne dosežke v izbrani športni aktivnosti. Torej, proces treniranja moramo pojmovati kot proces spreminjanja človekovega psihosomatičnega statusa (kineziološka definicija).
- Športno treniranje je proces izpopolnjevanja bio - psiho - socialnih vidikov človeka do maksimalne učinkovitosti v izbrani športni aktivnosti (Šturm, 1991/92).

Športno treniranje je zelo kompleksen proces, ki ga je potrebno skrbno organizirati. Pri načrtovanju treninga je potrebno upoštevati vseh sedem načel športnega treniranja. To so: načelo usmerjenosti, načelo enotnosti osnovne in specialne vadbe, načelo neprekinjenosti procesa treniranja pri sistematičnem izmenjavanju obremenitve in razbremenitve, načelo variabilnosti, načelo postopnega povečevanja zahtevnosti, načelo valovitega spreminjanja obremenitve in načelo cikličnosti (Šturm, 1991/92).

Diplomska naloga se ne bo neposredno ukvarjala z metodiko treniranja, temveč bi lahko vplivala na meritve motoričnih sposobnosti športnih plezalcev, kjer bi lahko v prihodnosti na osnovi rezultatov te naloge izdelali testno nalogo, ki bi plezalcem podala novo povratno informacijo o njihovih sposobnostih. Rezultate raziskave bi lahko koristno uporabili tudi pri samem treningu športnih plezalcev.

Problematika, ki jo bomo obravnavali, ni zanimiva samo za športno plezanje, temveč bi jo lahko koristno uporabili tudi v drugih športnih panogah, predvsem v tistih, ki vsebujejo podobne gibalne naloge in podoben način meritev.

2.0 PREDMET IN PROBLEM

Okvirna ideja se je porodila ob pogovoru z našimi najboljšimi športnimi plezalci v znanem primorskem plezališču Mišja peč pri Ospu. Pogovor je nanese tudi na vročo temo - trening. V meni se je vzbudila želja, da bi s svojo diplomsko nalogo v določeni meri pripomogla pri razvoju metod treniranja za športne plezalce.

Do izoblikovanja končne zamisli pa je prišlo v biomehanskem laboratoriju, kjer smo se pogovarjali o meritvah športnih plezalcev.

Najboljši slovenski športni plezalci imajo dvakrat na leto skupno testiranje motoričnih sposobnosti. Prvo testiranje je na začetku tekmovalne sezone, to je v začetku marca, drugo testiranje pa je ob koncu sezone, meseca decembra. Testiranje obsega sedemintrideset testov, od tega sedem testov za moč rok in ramenskega obroča. Samo testiranje se skoraj vedno zelo zavleče. Vzrok je možno iskati v velikem številu testov, od tega kar sedem testov za maksimalno ali vzdržljivostno moč. Pri testu SMMZGIB1 - zgib z eno roko na drogu za moško člansko reprezentanco oz. testu SMMZGIB - zgib na drogu z obema rokama za dekleta, mladince in srednje kategorije, je naloga merjenja, da dvigne maksimalno breme, ki ga je še sposoben dvigniti. Težo bremena si testiranec določa sam. Velikokrat merjenec nima občutka, kako veliko obtežitev je še sposoben dvigniti, zato testno nalogo ponovi tudi trikrat ali celo večkrat. Med posameznimi ponovitvami si mora vzeti dovolj časa za počitek in se maksimalno pripraviti za naslednjo ponovitev. Na račun tega se testiranje lahko zavleče.

Pomemben je še en problem, ki ga bo naloga tudi obravnavala. Članska moška reprezentanca mora narediti zgib z eno roko iz vese na eni roki z maksimalno dodatno težo do višine, pri kateri brada preide višino žrdi. Vsi ostali testiranci morajo izvesti zgib z obema rokama iz vese na rokah z maksimalno dodatno težo. Pri tem testu se meri samo, ali je merjenec sposoben narediti zgib ali ga ni sposoben, in s kolikšno dodatno obtežitvijo ga je sposoben narediti oz. s kolikšno protiutežjo. Ne moremo pa vedeti, zakaj merjenec ne more narediti zгиба z npr. 30 kg dodatne teže. Pri samem potegu se pojavljata dve kritični točki. Prva kritična točka je na začetku potega, da merjenec pokrči roko, ki je povsem iztegnjena do določenega kota (približno 140°). Drugo kritično točko pa predstavlja zaključek potega, ko merjenec z brado preide višino žrdi. Če npr. merjenec ni sposoben razviti tako velike sile, da bi premagal začetni položaj, potem sploh ne more začeti potega. To pa še ne pomeni, da ni sposoben dvigniti tako velikega bremena iz drugega začetnega položaja (rahlo pokrčene roke).

In prav ta dva problema bomo poizkušali analizirati in skonstruirati primeren test. Zgib z eno roko bo razdeljen na posamezne faze. Merjenec bo v vsaki od teh faz razvil maksimalno izometrično mišično kontrakcijo. To pomeni, da bo poizkušal razviti maksimalno silo v določenem statičnem položaju. Ta informacija bo pomagala ugotoviti silo potega v posameznih fazah za vsakega posameznika. Na ta način bi se lahko trening veliko bolj usmeril na faze, kjer je nižja sila potega.

Trening športnih plezalcev je potrebno bolj sistematizirati in usmeriti na posamezne mišične skupine. Pri razvoju moči mišic ramenskega obroča je potrebno izolirati druge mišične skupine (npr. mišice prstov). Mišice prstov se trenirajo z drugimi sredstvi oz. nalogami. Sistematiziran trening za posamezne mišične skupine povzroča večji napredek teh mišičnih skupin.

Problem, ki izhaja iz predmeta naloge je zelo obširen in ga lahko razdelimo na tri dele:

- ugotoviti, kako se spreminja sila potega glede na višino prijema in ali obstaja razlika med dominantno in nedominantno roko;
- konstrukcija testa za merjenje te sposobnosti;
- poiskati prediktivno vrednost testa za uspešnost pri plezanju.

V diplomski nalogi bo zajet predvsem prvi del problema.

2.1 ŠPORTNO PLEZANJE

2.1.1 PREDSTAVITEV ŠPORTNEGA PLEZANJA

Športno plezanje je mlada športna panoga, ki se je začela pospešeno razvijati v osemdesetih letih. Kot njeno rojstno letnico lahko štejemo leto 1985, ko je bilo v Italiji organizirano prvo veliko mednarodno tekmovanje. Prvi začetki športnega plezanja oz. prostega plezanja pa segajo še mnogo bolj nazaj.

Tu bi bilo smiselno najprej obrazložiti razliko med tehničnim in prostim plezanjem. Tehnično plezanje je plezanje z uporabo klinov in drugih tehničnih pripomočkov pri napredovanju. To pomeni, da se napreduje s pomočjo teh pripomočkov. Pri prostem plezanju pa se klini in drugi tehnični pripomočki uporabljajo izključno samo za varovanje.

Prosto plezanje je konec šestdesetih oz. začetek sedemdesetih let dobilo poseben pomen v ZDA. "Free climbing" za tedanjo mladino ni pomenil samo načina plezanja, temveč tudi način življenja. Vse te ideje so kmalu prišle tudi v Evropo, kjer se po mnenju Wolfganga Güllicha, znanega nemškega plezalca, zgodovina športnega plezanja začela že leta 1974 oz. 1975. V tistem času so plezalci v Nemčiji svoje vzpone, ki so jih preplezali prosto brez padca po predhodnih poizkusih, označili z izrazom "rotpunkt", kar lahko prevedemo v pravilo rdeče pike, ki se še danes uporablja.

Tudi Slovenci nismo veliko zaostajali za razvojem v svetu. Začetnik in glasnik prostega plezanja pri nas je bil Iztok Tomazin, sicer odličen alpinist, ki je leta 1978 obiskal ZDA. Tam se je seznanil s tamkajšnjim "free climbingom" in to idejo razširil tudi po domovini.

Približno v istem času se je v Sloveniji od dotedanjšega prostega plezanja oz. prostega ponavljanja smeri, ki so bile že prej tehnično splezane zlasti v gorah in visokih stenah, odcepila smer, pri kateri gre za prosto plezanje kratkih, večinoma krajših od enega raztežaja, t. j. 50 metrov dolgih smeri v nizkoležečih stenah.

Tako je nastala nova športna panoga - športno plezanje, ki ni enotna, temveč je sestavljena iz več disciplin:

- **plezanje na pogled** (Vzpon v neki smeri je plezalec opravil "na pogled" takrat, ko je smer preplezal v prvem poskusu s sprotnim nameščanjem varovanja. Smeri prej še nikoli ni plezal in o njej ni imel nobenih informacij.)
- **plezanje z rdečo piko** (Vsi ostali vzponi, ki jih je plezalec uspešno opravil po predhodnih poskusih oz. študiju smeri, so vzponi z "rdečo piko".)

- **hitrostno plezanje** (Plezalec mora čim hitreje preplezati smer z varovanjem od zgoraj.)

Vse te discipline se lahko izvajajo v strogih - uradnih tekmovalnih pogojih ali pa " neuradno " - večinoma v naravnih stenah (Leskošek, 1992)

Danes lahko ločimo plezanje v naravnih stenah in plezanje na umetnih stenah.

Naravne stene (plezališča oz. plezalni " vrtni ") so ponavadi visoke od 10 do 50 metrov in imajo urejen dostop in vznožje stene. V steni so nameščeni vsi potrebni svedrovci za vmesna varovanja in sidrišča na vrhu smeri za spuščanje po opravljenem vzponu. Svedrovci zdržijo tudi po več ton in so nameščeni zelo pogosto, navadno od 2 do 4 metre, odvisno od težav, tako da je plezanje izredno varno.



Slika 1: Plezanje na umetni steni.

Umetne stene so ponavadi nižje kot naravne, od 5 do 20 metrov, toda bolj previsne. Največkrat so narejene v telovadnici na poseben način. Na železno konstrukcijo se pritrdijo lesene plošče, na njih pa oprimke in stope. Oprimke in stope lahko poljubno in enostavno menjavamo. Tudi na umetnih stenah so že pritrjeni svedrovci in sidrišča za varno plezanje. V svetu umetne stene prekrivajo s posebno plastjo, ki poveča trenje ali pa jih sestavljajo iz posebnih umetnih plošč. Stena tako dobi bolj naravni videz. Pri nas so take stene še zelo redke.

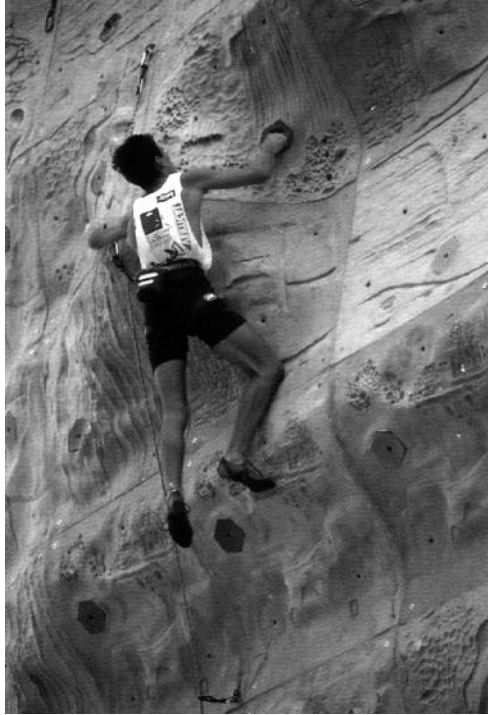
Športno plezanje je pri nas organizirano v okviru Planinske zveze Slovenije (PZS), kjer deluje komisija za alpinizem, ki ima tudi podkomisijo za športno plezanje. Osnovna organizacija alpinistov in športnih plezalcev pri nas so alpinistični odseki, ki delujejo pri planinskih društvih. Pojavljajo pa se tudi že prvi plezalni klubi. V okviru teh organizacij se organizirajo plezalne

šole, kjer si lahko posameznik pridobi naziv pripravnik športnega plezanja ali športni plezalec.

Podkomisija za športno plezanje vsako leto organizira tekmovanja za vse starostne kategorije po tekmovalnem pravilniku za tekoče tekmovalno leto. (Tekmovalni pravilnik za leto 1994, 1994)

Športno plezanje je individualna športna panoga z objektivno izmerljivim rezultatom (dosežena višina, preplezal - ni preplezal, čas). Tekmovanja predstavljajo pravi spektakel za gledalce. Vsako leto se organizirajo tudi tekmovanja za svetovni pokal in svetovno prvenstvo. Na Olimpijskih igrah v Barceloni je bilo športno plezanje predstavljeno kot demonstracijski šport. Mogoče bo v prihodnosti postalo tudi olimpijski šport.

Podlaga za to poglavje je članek v reviji Šport, Leskošek (1990).



Slika 2: François Legrand - svetovni prvak 90 ', 91 ', 93 '

2. 1. 2 OPIS BATERIJE TESTOV ZA ŠPORTNE PLEZALCE

Najboljši slovenski športni plezalci, ki tvorijo slovensko člansko in mladinsko reprezentanco in kandidati za reprezentanco, imajo dvakrat na leto testiranje motoričnih sposobnosti. Meritve obsegajo sedemintrideset testov, od tega triindvajset antropometrijskih testov, šest testov gibljivosti in devet testov moči.

ANTROPOMETRIJSKI TESTI

- AT telesna teža
- AV telesna višina
- ARZGOK razpon zgornjih okončin
- AONMAX obseg nadlakti levo - največji
- AONL obseg nadlakti levo
- AOPL obseg podlakti levo
- AOSL obseg stegna levo
- AOML obseg meč levo
- APKOML premer levega komolca
- APZL premer levega zapestja
- APKOLL premer levega kolena
- APSSL premer levega skočnega sklepa
- ASR širina ramen
- ASM širina medenice
- AKGN kožna guba nadlakti (tricepsova kožna guba)
- AKGB kožna guba nadlakti (bicepsova kožna guba)
- AKGP kožna guba podlakti
- AKGH kožna guba hrbta (subskapularna kožna guba)
- AKGT kožna guba trebuha
- AKGSI kožna guba pasu (suprailiakalna kožna guba)
- AKGPR prsna kožna guba
- AKGS kožna guba stegna
- AKGM kožna guba meč

Vse te antropometrične mere se merijo po ustaljenih merskih postopkih (Bravničar, 1987).

TESTI GIBLJIVOSTI

- MGPNCR čelni razkorak (gibljivost nog in kolčnega sklepa)
- MGPNZBS žaba ob steni (gibljivost kolčnega, kolenskega in skočnega sklepa)
- MGGNOLB kot odnoženja iz leže na boku (gibljivost kolčnega sklepa)
- MGATPK predklon na klopi (gibljivost trupa)
- MGGNLP kot prednoženja iz leže na hrbtu (gibljivost kolčnega sklepa)
- MGARZP zvinek s palico (gibljivost ramenskega obroča)

TESTI MOČI

- MMRTDT45 dviganje trupa na klopi z nagibom 45⁰ (moč trebušnih mišic)
- MDSSTP stisk pesti (moč prstnih mišic - elektronski dinamometer)
- SMVRABC ABC - 123 test (vzdržljivostna moč rok in ramenskega obroča)
- SMMZGIB1 zgib na drogu z eno roko z maksimalnim bremenom

- SMMZGIB zgib na drogu z obema rokama z maksimalnim bremenom
- SMMSBLOK blokada na eni roki v supinaciji pod kotom 90^o
- SMEVPREP preprijemanje na oprimkih širine 2.5 cm in 1.5 cm
- SMMVIS1P visenje z eno roko na minimalnem oprimku - poljuben
prijem
- SMVVESA visenje na oprimku širine 1.5 cm - prijem brez palca

Testi gibljivosti in moči se merijo po ustaljenih merskih postopkih (Leskošek, 1990).

Za diplomsko nalogo sta pomembna predvsem dva testa (SMMZGIB1 in SMMZGIB), zato ju je potrebno natančneje opisati.

Test SMMZGIB1 - zgib z eno roko na drogu

Rekviziti: drog (dosežna višina), uteži (12.5 kg, 7.5 kg, 2 x 5 kg, 2 x 2.5 kg), stojalo za uteži, plezalni pas (zgornji in spodnji del), dve plezalni vponki, škripec, najlonski trak, prusikova vrvica ($\phi = 6$ mm, dolžina = 3 m). Skupna teža stojala, pasu in vponke je 2.5 ali 5.0 kg.

Naloga: Iz vese, na popolnoma iztegnjeni močnejši roki v poljubnem prijemu (podprijem, nadprijem), narediti zgib z eno roko do višine, pri kateri brada preide višino žrdi. Naloga se izvede z maksimalno dodatno težo (pri tem je vponka s stojalom za uteži med nogami plezalca pritrjena na plezalni pas) oz. minimalno protiutežjo (preko škripca, ki je fiksiran na žrdi). Spodnji rob uteži oz. stojala mora biti na začetku naloge (pri protiuteži pa na koncu) postavljen tako visoko, da je za nekaj centimetrov dvignjen od tal, ko se merjenec postavi na iztegnjene noge (pri protiuteži - ko konča zgib).

Ocenjevanje: Rezultat je skupna teža dvignjenih rekvizitov (uteži, stojalo, pas, vponka), merjeno na 2.5 kg natančno. Rezultatu se prišteje konstanta 100, da se izognemo negativnim rezultatom pri protiuteži.

Test SMMZGIB - zgib na drogu z obema rokama

Rekviziti: Enaki rekviziti kot pri prejšnjem testu

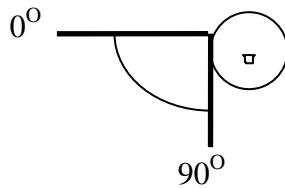
Naloga: Iz vese na popolnoma iztegnjenih rokah v nadprijemu narediti zgib do višine, ko brada preide višino žrdi. Naloga se izvede z maksimalno dodatno težo. Spodnji rob uteži oz. stojala mora biti na začetku naloge postavljen tako visoko, da je za nekaj centimetrov dvignjen od tal, ko se plezalec postavi na iztegnjene noge.

Ocenjevanje: Rezultat je skupna teža dvignjenih rekvizitov (uteži, stojalo, pas, vponka), merjeno na 2.5 kg natančno.

2. 2 FUNKCIONALNA ANATOMIJA MIŠIČ

Iz uvodnih poglavij je razvidno, da bo v diplomski nalogi povdarek predvsem na mišicah, ki dvigujejo trup. Sem sodijo predvsem hrbtne mišice, mišice prsnega koša, ramenske mišice, mišice nadlakta in podlakta ter mišice prstov.

V nalogi je zgib razdeljen na pet faz oz. določenih je pet višin prijemov obroča, od povsem iztegnjene roke do povsem pokrčene roke, poleg tega je vsaka faza opazovana še v treh različnih ramenskih kotih, 0° (nadlaket je v odročanju), 90° (nadlaket je v predročanju) in poljubno. Ramenski kot predstavlja kot med ramensko osjo in nadlaktjo v transverzalni ravnini (slika 3).



Slika 3: Tlorisni pogled na ramenski kot

Za vsako višino prijema in ramenski kot bomo skušali opisati prevladujoče mišice, ki največ pripomorejo pri razvoju sile. Na osnovi tega bo mogoče sklepati, katere mišične skupine so slabše razvite oz. kje prihaja do neugodnih pogojev za njihovo delovanje. Ta informacija bo lahko vplivala na nadaljnji trening.

Pri zgibu imajo največji pomen hrbtne mišice, mišice prsnega koša, ramenske mišice in mišice nadlakta, katerim je v nadaljevanju posvečen največji del. Mišice podlakta in mišice prstov opravljajo predvsem funkcijo fiksacije prstov in dlani, zato bodo samo omenjene.

Funkcionalna anatomija je povzeta po Kobetu s sodelavci (1988) in Boškoviću (1984).

2. 2. 1 HRBTNE MIŠICE

Mišice na hrbtu se delijo v mišice globoke in povrhnje plasti. V vsaki plasti sta po dve skupini.

Za obravnavano problematiko so pomembne samo mišice povrhnje plasti. To so mišice za premikanje glave, ramenskega obroča in zgornje ekstremitete. Sem sodijo naslednje mišice:

- *m. trapezius* (kapucasta mišica)
- *m. latissimus dorsi* (široka hrbtne mišica)
- *mm. rhomboidei* (rombasti mišici)
- *m. levator scapulae* (dvigalka lopatice)

M. trapezius (kapucasta mišica)

Izhodišče: zatilnica (linea nuchae superior) in trni vseh vratnih ter prsnih vretenc.

Nasadišče: zgornji del lopatičnega grebena (spina scapulae) in akromialni del ključnice (extremitas acromialis).

Funkcija:

- zgornja vlakna dvigujejo ramo - dvigujejo lopatico in akromialni del ključnice;
- spodnja vlakna vlečejo lopatico navzdol oz. dvigujejo trup k fiksirani rami;
- zgornja in spodnja vlakna, ki se pripenjajo na koncu lopatičnega grebena pa z istočasno kontrakcijo obračajo lopatico okoli vzdolžne osi;
- zgornja vlakna obeh mišic potezajo glavo nazaj;
- vlakna ene mišice pa obračajo glavo v isto smer, kjer je mišica.

M. latissimus dorsi (široka hrbtna mišica)

Izhodišče: trnje zadnjih petih prsnih vretenc, vseh ledvenih vretenc, greben križnice (crista sacralis mediana) in zadnji del črevničnega grebena (crista iliaca).

Nasadišče: žleb med veliko in malo grčico na nadlaktnici (sulcus intertubercularis).

Funkcija:

- adducira roko, ter zgornji ud medialno rotira;
- pri oprti zgornji ekstremiteti dviga trup in rebra.

M. rhomboideus major (velika rombasta mišica)

Izhodišče: trni prvih štirih prsnih vretenc.

Nasadišče: notranji (vretenčni) rob lopatice (margo medialis).

Funkcija:

- poteza lopatico navzgor in medialno.

M. rhomboideus minor (mala rombasta mišica)

leži malo višje od m. rhomboideus major.

Izhodišče: trni zadnjih dveh vratnih vretenc.

Nasadišče: notranji rob lopatice (margo medialis).

Funkcija:

- poteza lopatico navzgor in medialno.

M. levator scapulae (dvigalka lopatice)

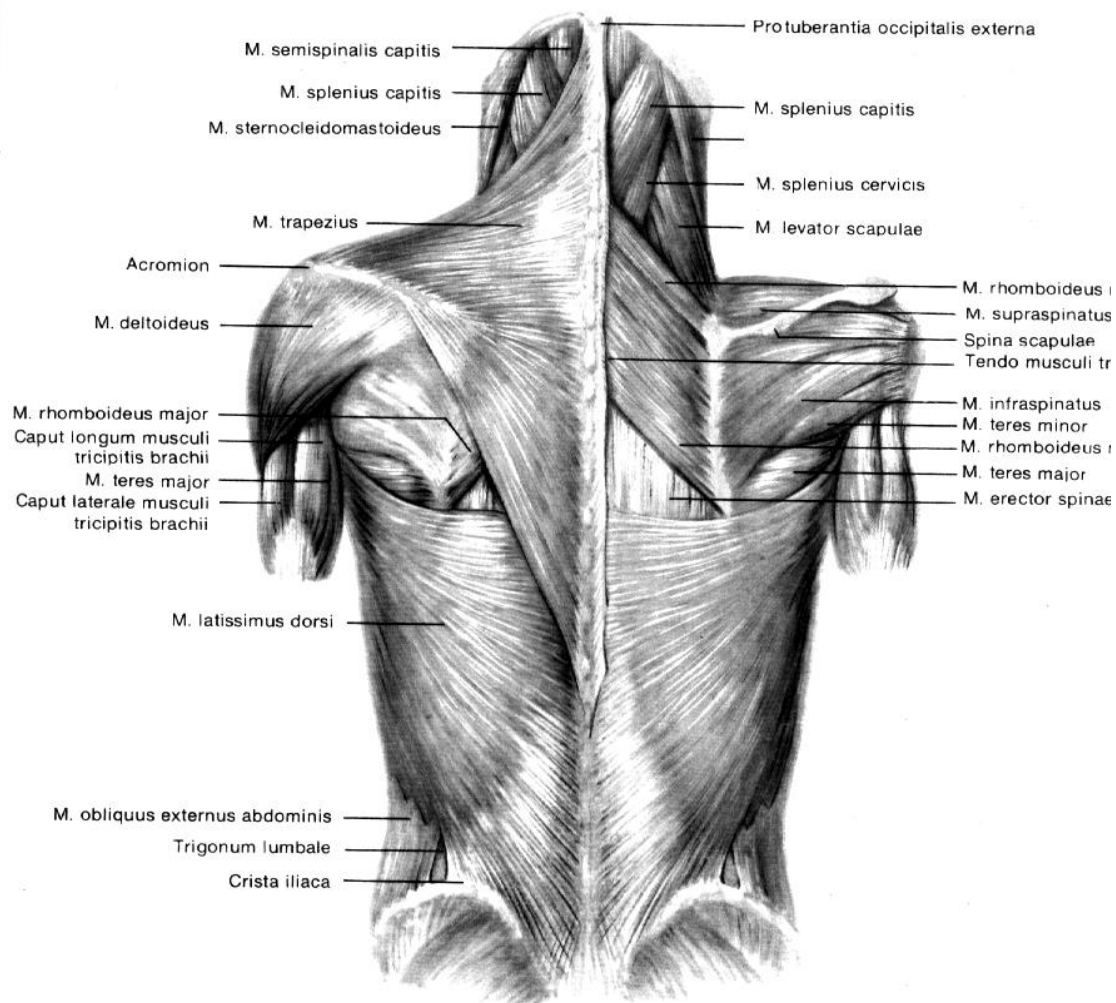
leži pod m. trapezius.

Izhodišče: stranski odrastki prvih štirih vratnih vretenc.

Nasadišče: notranji rob lopatice (margo medialis) in zgornji vogal lopatice (angulus superior).

Funkcija:

- dviga zgornji vogal lopatice navzgor in medialno;
- pri fiksirani lopatici nagiba vratni del hrbtenice v svojo stran.



Slika 4: Hrbtne mišice

2. 2. 2 MIŠICE PRSNEGA KOŠA

Za obravnavano problematiko so pomembne predvsem povrhnje mišice prsnega koša, ki pomagajo pri gibanju zgornje ekstremitete. V to skupino sodijo naslednje mišice:

- ❑ *m. pectoralis major* (velika prsna mišica)
- ❑ *m. pectoralis minor* (mala prsna mišica)
- ❑ *m. subclavius* (podključnična mišica)
- ❑ *m. serratus anterior* (sprednja nazobčana mišica)

M. pectoralis major (velika prsna mišica)

Izhodišče: sternalni del ključnice, prsnica, hrustanci prvih sedem reber in ovojnica preme trebušne mišice (vagina musculi recti abdominis).

Nasadišče: greben večje grčice na nadlaktnici (crista tuberculi majoris).

Funkcija:

- ❑ addukcija nadlakti in fleksija v ramenskem sklepu;
- ❑ medialna rotacija;
- ❑ če je roka fiksirana, ta mišica s pomočjo *m. latissimus dorsi* dviguje celo telo pri zgibu;
- ❑ mišica tvori sprednjo pazdušno gubo.

M. pectoralis minor (mala prsna mišica)

se nahaja pod veliko prsno mišico.

Izhodišče: drugo do peto rebro.

Nasadišče: lopatični kljun (processus coracoideus).

Funkcija:

- ❑ pomika ramo naprej in navzdol;
- ❑ dviguje rebra, če je rama fiksirana in pomaga pri vdihu.

M. subclavius (podključnična mišica)

Izhodišče: prvo rebro.

Nasadišče: ključnica.

Funkcija: učvrsti ključnico v sklepu s prsnico in lopatico.

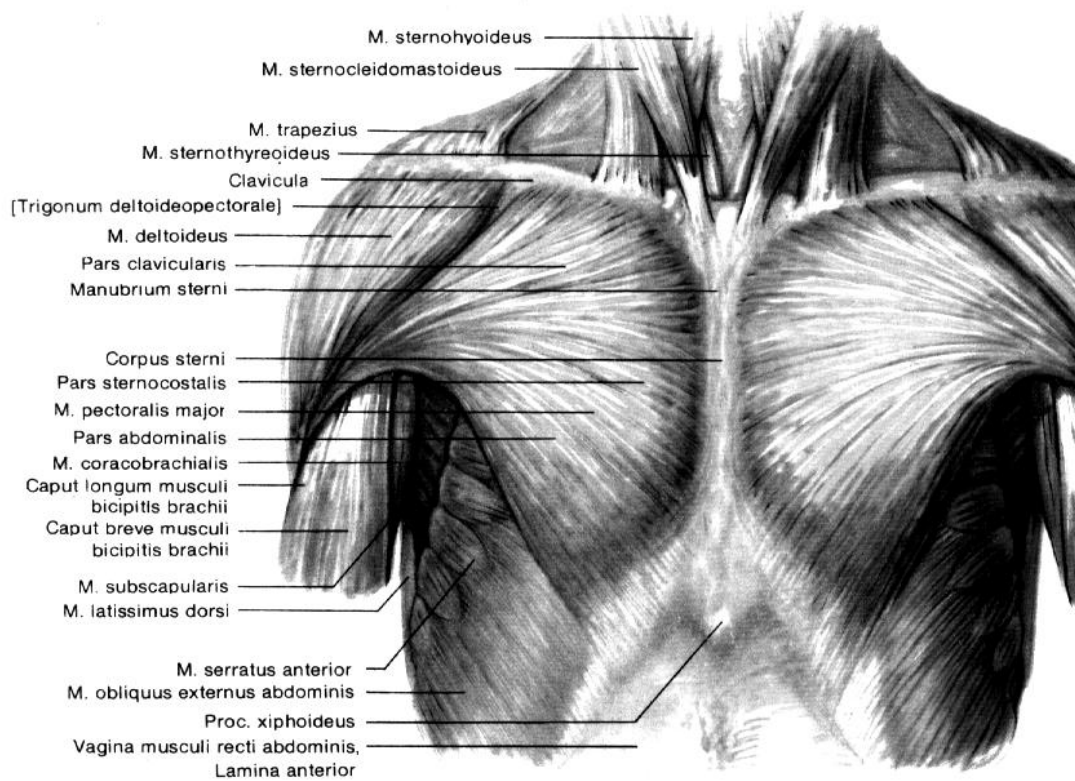
M. serratus anterior (sprednja nazobčana mišica)

Izhodišče: pričenja z dolgimi jeziki na prvih devetih rebrih.

Nasadišče: notranji rob lopatice (margo medialis).

Funkcija:

- ❑ zgornja vlakna lopatico dvigujejo;
- ❑ spodnja vlakna lopatico vlečejo naprej in jo rotirajo;
- ❑ je zelo pomembna pri dvigovanju roke nad horizontalno črto in ima celo večji pomen kot *m. trapezius*, ki opravlja isto gibanje.



Slika 5: Mišice prsnega koša

2. 2. 3 RAMENSKÉ MIŠICE

- ❑ *m. deltoideus* (trikotna mišica)
- ❑ *m. supraspinatus* (nadgrebenčna mišica)
- ❑ *m. infraspinatus* (podgrebenčna mišica)
- ❑ *m. teres major* (velika okrogla mišica)
- ❑ *m. teres minor* (mala okrogla mišica)
- ❑ *m. subscapularis* (podlopatična mišica)

M. deltoideus (trikotna mišica),

ki s svojo obliko pokriva zunanjo stran rame, je zelo močna in predstavlja glavno mišico, ki dviguje roko v stran.

Izhodišče: akromialni del ključnice, akromion in lopatični greben (spina scapulae).

Nasadišče: trikotna grčavost na zunanji strani nadlaktnice (tuberositas deltoidea).

Funkcija:

- ❑ sodeluje pri vseh gibih ramenskega sklepa;
- ❑ abdukcija nadlakti samo do horizontale, pri nadaljnjem dvigovanju roke pride do obračanja lopatice;
- ❑ sprednja vlakna vlečejo nadlaket naprej (fleksija);
- ❑ zadnja vlakna vlečejo nadlaket nazaj (ekstenzija);
- ❑ sprednja in zadnja vlakna pri istočasni kontrakciji delujejo kot odmikalci ali primikalci, odvisno od položaja roke glede na sagitalno ravnino ramenskega sklepa. Ko je roka odmaknjena več kot 60°, se prednji in zadnji del *m. deltoideusa* postavljata v ravnino sagitalne osi sklepa in delujeta kot odmikalca. V nasprotnem primeru pa s svojo kontrakcijo privlačita nadlaket.
- ❑ lateralna in medialna rotacija nadlaktnice.

M. supraspinatus (nadgrebenčna mišica)

Izhodišče: nadgrebenčna jama lopatice (fossa supraspinata).

Nasadišče: večja grčavina nadlaktnice (tuberculum majus).

Funkcija:

- ❑ pomožni odmikalec roke (abdukcija);
- ❑ lateralna rotacija.

M. infraspinatus (podgrebenčna mišica)

Izhodišče: podgrebenčna jama lopatice (fossa infraspinata).

Nasadišče: večja grčavina nadlaktnice (tuberculum majus).

Funkcija:

- ❑ lateralna rotacija zgornjega uda;
- ❑ ko je roka dvignjena v stran, se zgornji del mišice postavlja nad sagitalno ravnino ramenskega sklepa in deluje kot abduktor.

M. teres major (velika okrogla mišica)

Izhodišče: spodnji del lateralnega roba lopatice (angulus inferior)

Nasadišče: greben manjše grčavine nadlaktnice (crista - tuberculi minoris).

Funkcija:

- ❑ ekstenzija nadlakti;
- ❑ medialna rotacija nadlakti;
- ❑ rahla addukcija nadlakti.

M. teres minor (mala okrogla mišica)

Izhodišče: zgornji del lateralnega roba lopatice (margo lateralis).

Nasadišče: večja grčavina nadlaktnice (tuberculum majus).

Funkcija:

- lateralna rotacija nadlakti;
- rahla addukcija nadlakti.

M. subscapularis (podlopatična mišica)

Izhodišče: podlopatična jama na prednji strani lopatice (fossa subscapularis).

Nasadišče: manjša grčavina nadlaktnice (tuberculum minus).

Funkcija:

- addukcija nadlakti;
- glavni medialni rotator nadlakti.

2. 2. 4 MIŠICE NADLAKTA

- m. biceps brachii* (dvoglava nadlaktna mišica)
- m. coracobrachialis* (pazdušna mišica)
- m. brachialis* (nadalaktna mišica)
- m. triceps brachii* (troglava nadlaktna mišica)

Prve tri mišice sodijo v sprednjo skupino mišic nadlakta in imajo funkcijo fleksije komolca. V zadnji skupini pa je *m. triceps brachii*, ki je zelo močan ekstenzor komolca.

M. biceps brachii (dvoglava nadlaktna mišica)

Izhodišče: dolga glava (caput longum) ima izhodišče na zgornjem robu lopatične sklepne jamice (tuberculum supraglenoidale). Kita drsi skozi ramenski sklep in ga zapušča skozi žleb med obema grčavinama (sulcus intertubercularis). Kratka glava (caput breve) ima nasadišče na lopatičnem klunu (processus coracoideus) in poteka medialno glede na dolgo glavo. Obe glavi se kasneje spojita in tvorita vretenasto telo dvoglave mišice.

Nasadišče: mišica je pripeta z močno kito na koželjnični grčavini (tuberositas radii).

Funkcija:

- upogibalka v komolcu (fleksija);
- supinator podlakti;
- s svojima glavama v ramenskem sklepu pomaga pri fleksiji in abdukciji zgornjega uda;
- pronirani podlaket najprej supinira in nato flektira;
- dvoglava mišica deluje z večjim učinkom v enem sklepu, če je v drugem sklepu iztegnjena. Najboljši položaj za dvoglavo *m.* je takrat, ko je podlaket v fleksiji pod kotom 90°. Takrat se mišica oddaljuje od sklepa in naredi prostor delovanju *m. brachialisu*.

M. coracobrachialis (pazdušna mišica)

Izhodišče: lopatični klun (processus coracoideus).

Nasadišče: greben manjše grčavine nadlaktnice (crista tuberculi minoris).

Funkcija:

- fleksija nadlakti v ramenskem sklepu;
- medialna rotacija;
- s svojim tonusom fiksira glavo nadlaktnice v lopatično jamico.

M. brachialis (nadalaktna mišica)

Izhodišče: medialna in sprednja površina nadlaktnice.

Nasadišče: podlaktična grčavina (tuberositas ulnae) na koronoidnem odrastku.

Funkcija:

- fleksija v komolčnem sklepu.

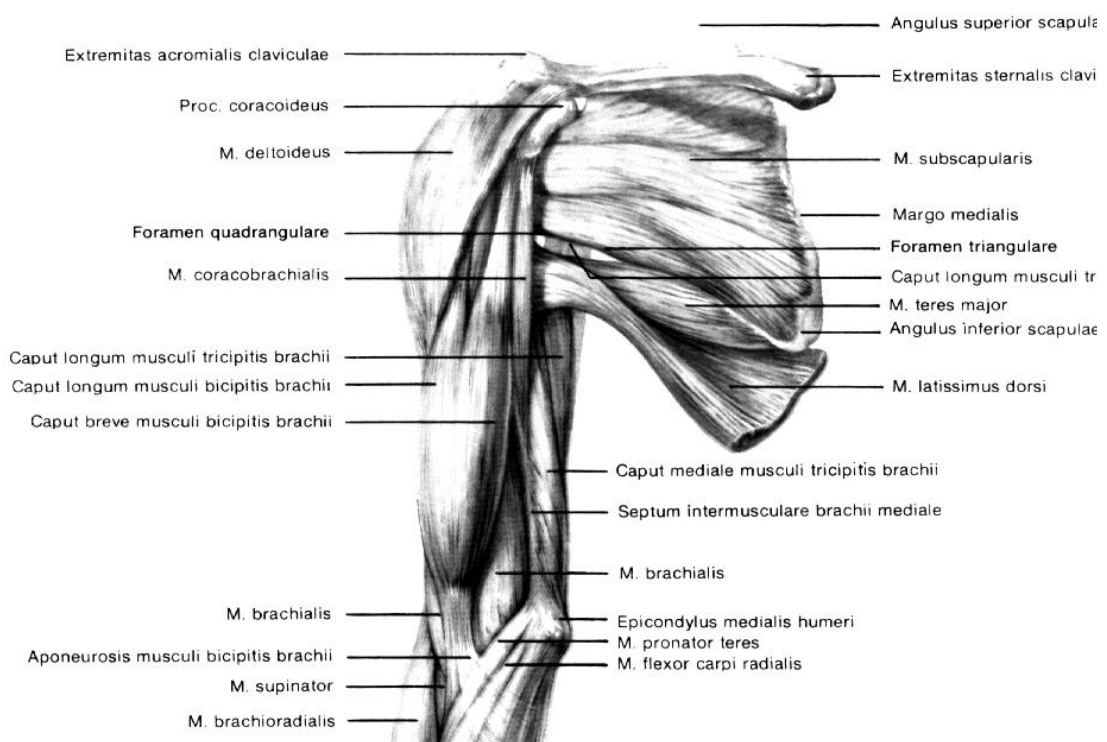
M. triceps brachii (troglava nadalaktna mišica)

Izhodišče: dolga glava (caput longum) izvira s kito na spodnjem robu lopatične sklepne jamice (tuberculum intraglenoidale), drugi dve glavi (caput mediale in caput laterale) pa na zadnji površini nadlaktnice.

Nasadišče: vse tri glave imajo skupno kito pripeto na olecranon.

Funkcija:

- ekstenzija v komolčnem sklepu;
- addukcija in ekstenzija zgornjega uda.



Slika 6: Mišice nadlaktka

2. 2. 5 PREVLADUJOČE MIŠIČNE SKUPINE PRI POSAMEZNIH POLOŽAJIH

Ena od nalog je tudi ugotoviti, katere mišice največ pripomorejo pri razvoju sile potega pri različnih višinah prijemov in ramenskih kotih. Na osnovi rezultatov sile potega lahko ugotovimo položaj, kjer posameznik razvije najmanjšo silo in nadaljni trening bolj usmerimo v razvoj slabše razvitih mišičnih skupin.

Pri določevanju prevladujočih mišičnih skupin glede na višino prijema in ramenski kot smo naleteli na manjši problem. V dostopni literaturi ni bilo nobene raziskave, ki bi se neposredno nanašala na problematiko te naloge. Högfors in sodelavci (1987) so opisali biomehanski model ramenskega sklepa in nakazali gibanja kosti v ramenskem sklepu glede na posamezne mišice oz. (1991) metodo za raziskovanje delovanja ramenskega sklepa. Raziskava Veeger in sodelavci (1991) prikazuje mišično - skeletni mehanizem ramenskega sklepa na osnovi tridimenzionalnih meritev vseh morfoloških struktur, ki so potrebne za model.

Krožni graf (Wood in sodelavci, 1989 B), ki prikazuje učinkujoče mišice na nadlaket in s tem tudi na gibanja ramenskega sklepa, omogoča določanje mišic, ki največ pripomorejo pri opazovanem gibanju v ramenskem sklepu. (Slika 7)

Gibanja v ramenskem sklepu opravlja približno dvanajst mišic, ki so prikazane v tabeli (Tabela 1).

Tabela 1: Gibanja, ki jih opravljajo mišice v ramenskem in komolčnem sklepu (Romanes, 1986)

	fleksija ¹	ekstenzija ¹	abdukcija	addukcija	lat. rotacija	med. rotacija	fleksija ²	ekstenzija ²
biceps dolga glav.							+	
biceps kratka glav	+						+	
triceps								+
coracobrachialis	+			+				
latissimus dorsi		+ ³		+		+		
teres major		+ ³		+		+		
teres minor				+	+			
infraspinatus					+			
supraspinatus			+					
subscapularis						+		
deltoideus	+ ⁴	+ ⁵	+		+	+		
pectoralis major	+			+		+		
brachialis							+	

¹ glede na ramenski sklep

² glede na komolčni sklep

³ če je roka fleksirana v ramenskem sklepu

⁴ sprednja vlakna

⁵ zadnja vlakna

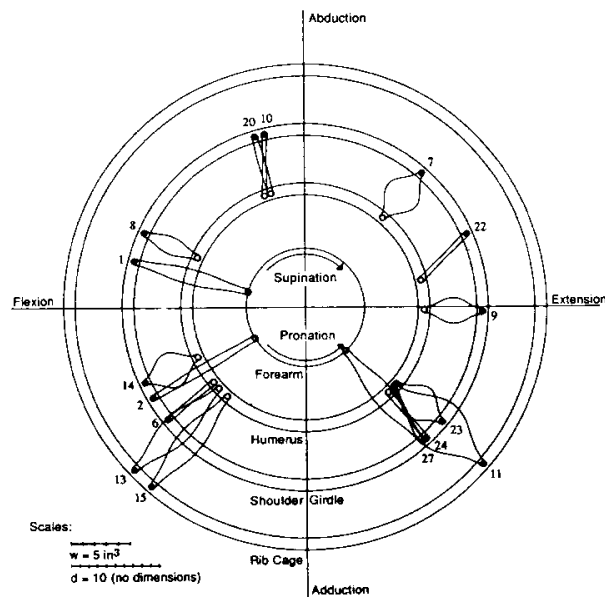
Pri nalogi pridejo v poštev predvsem mišice, ki vršijo addukcijo in ekstenzijo. To so naslednje mišice: coracobrachialis, latissimus dorsi, teres major, teres minor in pectoralis major.

Nekatere od teh mišic prispevajo večji delež pri razvoju sile potega pri določeni višini prijema in ramenskem kotu, druge mišice pa manjši. Maksimalno silo, ki jo razvije posamezna mišica lahko približno določimo s pomočjo fiziološkega prečnega preseka mišice. V preglednici 2 so rezultati maksimalnega prečnega preseka mišic (A_c) in fiziološki presek (V/L) mišic (A_p), ki nas zanimajo (Wood, 1989 A).

Tabela 2: Rezultati dolžine mišic (L), volumna (V), maksimalnega preseka mišic (A_c) in fiziološkega preseka mišic (A_p)

	L (in)	V (in ³)	A_c (in ²)	A_p (in ²)
(6) coracobrachialis	7.3	1.3	0.2	0.2
(11) latissimus dorsi	10.6	20.7	2.0	2.0
(13) pectoralis major (abdominal part)	8.6	4.8	0.8	0.6
(14) pectoralis major (clavicular part)	7.3	5.7	1.3	0.8
(15) pectoralis major (sternocostal part)	8.5	5.9	0.8	0.7
(23) teres major	4.8	4.3	1.3	0.9
(24) teres minor	4.1	1.5	0.4	0.4

Na osnovi rezultatov in matrike koeficientov (Wood, 1989 A) je bil izdelan krožni diagram, ki prikazuje delovanje mišic v ramenskem in komolčnem sklepu (fleksija in ekstenzija glede na ramenski sklep, abdukcija in addukcija nadlakti ter rotacija podlakti) (Wood, 1989 B).



Slika 7: Shematičen prikaz mišic, ki izvajajo gibanja v ramenskem sklepu. Mišice so skicirane tako, da njihov zunanji del predstavlja izhodišče, notranji del pa nasadišče mišice. Njihova širina predstavlja navor, ki ga razvije mišica v posameznem sklepu

Slika 7 shematično prikazuje mišice, ki izvajajo gibanje v ramenskem sklepu. Mišice so označena s številkami, ki pomenijo:

- 1 biceps - caput longum
- 2 biceps - caput breve
- 6 coracobrachialis
- 7 deltoideus - pars acromialis
- 8 deltoideus - pars clavicularis
- 9 deltoideus - pars scapularis
- 10 infraspinatus
- 11 latissimus dorsi
- 13 pectoralis major - pars abdominalis
- 14 pectoralis major - pars clavicularis
- 15 pectoralis major - pars sternocostalis
- 20 supraspinatus
- 22 subscapularis
- 23 teres major
- 24 teres minor
- 27 triceps - caput longum

S pomočjo slike je mogoče ugotoviti, da so pri addukciji nadlakti najpomembnejše mišice latissimus dorsi (11), pectoralis major - sternocostal part (15), pectoralis major - abdominal part (13), ker gredo skozi ramenski sklep in lahko razvijejo največji navor. Pomembni sta tudi pectoralis major - clavicular part (14) in teres major (23), ki imata izhodišče v ramenskem sklepu in nasadišče na nadlaktnici. Nekoliko manjši učinek na razvoj sile pri addukciji imata mišici teres minor (24) in coracobrachialis (6).

Potrebno se je zavedati, da se glede na višino prijema in ramenski kot spreminja tudi dolžina mišice in njena ročica. Vsak položaj za mišico ni vedno idealen, tako da lahko v različnih položajih razvije različno silo.

Če pogledamo mišico latissimus dorsi (11), je možno ugotoviti, da je zanjo najbolj idealen položaj za razvoj sile, ko je roka fiksirana nad glavo. Mišico latissimus dorsi imenujejo tudi "climbing muscle", zato ker skupaj z mišico pectoralis major dviguje telo, če sta roki fiksirani nad glavo. Ko nadlaket spustimo v odročanje, je latissimus dorsi še vedno zelo močan adduktor. Če pa je nadlaket v fleksiji, glede na ramenski sklep, pa postane močan ekstenzor nadlakti. Ročica mišice se s tem, ko nadlaket fleksiramo, nekoliko poveča, tako da je rezultirajoči navor mišice večji, kot pri abducirani nadlakti. Iz krožnega diagrama (slika 7) je mogoče razbrati, da lahko latissimus dorsi in pectoralis major razvijeta največjo mišično silo pri addukciji nadlakti.

Druga zelo pomembna mišica pri dvigovanju trupa je pectoralis major ali velika prsna mišica. Mišico lahko funkcionalno razdelimo na tri dele:

- Pectoralis major - pars clavicularis (14), ki predstavlja zgornji del mišice ob ključnici. Ta del mišice izvaja fleksijo nadlaktnice do horizontale. Glede na sliko 7, je mogoče ugotoviti, da predstavlja zelo močno mišico za fleksijo nadlakti, medtem ko pri addukciji nima večjega pomena.
- Pectoralis major - pars sternocostalis (15), pa predstavlja srednji, največji del mišice. Njena glavna funkcija je addukcija nadlakti.
- Pectoralis major - pars abdominalis (13) - predstavlja spodnji del mišice in je tudi adduktor nadlakti.

Cela mišica je adduktor nadlakti in skupaj z latissimus dorsi predstavlja glavno dvigovalko trupa. Idealen položaj za mišico je, če je roka v odročanju. V tem primeru je njena dolžina normalna in ima dovolj veliko ročico, da lahko razvije zelo veliko silo. Če nadlaket postavimo v fleksijo, s tem zmanjšamo njeno dolžino in ročico. Sila, ki jo lahko v tem primeru razvije pri addukciji, je dosti manjša.

Mišica teres major (23) ali velika okrogla mišica je tudi ena od adduktorjev nadlakti. Razteza se od spodnjega lateralnega roba lopatice do grebena manjše grčavine na nadlaktnici. Ima precej velik fiziološki presek in lahko razvije temu primerno silo. Poleg tega lahko mišica pomaga pri ekstenziji, če je nadlaket v fleksiji. Iz krožnega diagrama je vidno, da se mišica nahaja približno na sredini med addukcijo in ekstenzijo. Iz tega je mogoče sklepati, da opravlja obe funkciji približno enako močno.

Teres minor (24) in coracobrachialis (6) sta najmanjši mišici, ki sta omenjeni, zato imata manjši vpliv na addukcijo roke kot prej naštetih mišice.

S spremembo višine prijema in kota v komolcu se spreminjajo pogoji za razvoj maksimalnega navora v ramenskem sklepu, od katerega je v največji meri odvisna sila potega. Te spremembe povzročajo spremembe v dolžinah in ročicah, ki jih imajo te mišice na sklepe. Mišica razvija največjo silo pri svoji normalni dolžini (2.6 μ m na sarkomero), pri skrajšanju ali podaljšanju dolžine mišice, se njena maksimalna sila zmanjša (Huijing, 1991). Dolžina mišice in njena ročica sta odvisni od načina poteka mišice glede na sklep (ali poteka na sprednji ali zadnji strani sklepa), od pripajališč mišice in od geometrije sklepa.

Na žalost ni bilo dostopne literature, ki bi natančno opisala, katere mišice največ pripomorejo pri razvoju sile potega pri različnih višinah prijemov in ramenskih kotih.

2.3 DOSEDANJA RAZISKOVANJA

Na področju športnega plezanja in alpinizma je na Fakulteti za šport narejenih že nekaj diplomskih nalog, ki to problematiko obravnavajo predvsem z vidika zgodovine, pedagogike in psihologije. Diplomsko delo B. Jereba (1988) se direktno dotika načina treninga za športne plezalce, saj opisuje razvoj vzdržljivosti v moči upogibalk prstov na rokah z električno stimulacijo, ki bi lahko v prihodnosti bistveno pripomogla pri načrtovanju treninga za mišice prstov. Diplomsko delo A. Dolenca (1993) opozarja na pomembnost razvoja gibljivosti v strukturi razvoja motoričnih sposobnosti, saj poleg moči največ pripomore k uspešnosti plezanja. V zadnjih letih je športno plezanje v Sloveniji zelo napredovalo in zahteva natančno programiran in upravljan transformacijski proces. Vendar je na tem področju še vedno narejeno premalo raziskav, ki bi lahko bistveno pripomogle k sami optimizaciji treninga.

V tuji literaturi sicer že obstajajo knjige, ki prikazujejo način načrtovanja treninga (Glowacz in Pohl, 1992; Hurn in Igle, 1988), vendar ni bila opažena nobena raziskovalna naloga iz tega področja.

2.4 CILJI NALOGE

Temeljni cilj naloge je na podlagi biomehanskih meritev ugotoviti kakšna je odvisnost sile potega od pokrčenosti roke, in ali obstaja razlika med dominantno in nedominantno roko v vzorcu najboljših slovenskih športnih plezalcev.

Globalni cilj pa podrobneje opredeljujejo naslednji operativni cilji:

- Ugotoviti, kakšna je odvisnost maksimalne sile potega glede na pokrčenost roke oz. glede na višino prijema.
- Ugotoviti, kakšna je odvisnost maksimalne sile potega glede na ramenski kot v transverzalni ravnini pri določeni pokrčenosti roke.
- Ugotoviti, ali obstaja razlika med dominantno in nedominantno roko v maksimalni sili potega pri posamezni višini prijema in pri posameznem ramenskem kotu.
- Na osnovi meritev s tehtnico ugotoviti, ali so rezultati dovolj natančni v primerjavi s tenziometrijsko ploščo, da bi bilo mogoče testno nalogo uporabiti tudi doma kot sprotno preverjanje učinka načrtne vadbe.

2.5 DELOVNE HIPOTEZE

Glede na predmet in problem uvodnih poglavij in glede na cilje naloge so bile postavljene naslednje hipoteze:

H1: maksimalne sile potegov pri posameznih višinah prijemov se med seboj ne razlikujejo glede na ramenski kot pri isti roki

H2: maksimalne sile potegov v posameznih ramenskih kotih se med seboj ne razlikujejo glede na višino prijema pri isti roki

H3: med dominantno in nedominantno roko ni razlik v maksimalni sili potegov pri posameznih višinah prijemov in posameznih ramenskih kotih

3.0 METODE DELA

3.1 VZOREC MERJENCEV

Vzorec merjencev je bil sestavljen z devetnajstimi športnimi plezalcami iz članskih, mladinskih in kadetskih vrst, ki so v svojih kategorijah sodili med najboljše športne plezalce v Sloveniji. Iz članske kategorije je bilo prisotnih devet merjencev, od tega tri merjenke in šest merjencev. Iz mladinske kategorije so bili prisotni štiri merjenci moškega spola. Iz kadetske vrste pa je bilo prisotnih šest merjencev, od tega štiri merjenke in dva merjenca. Vsega skupaj je bilo na testiranju sedem merjenk in dvanajst merjencev.

Vsi merjenci so bili predhodno seznanjeni z eksperimentalnim postopkom in so prostovoljno sodelovali v raziskavi. V času meritev so bili vsi zdravi in brez poškodb.

Vzorec je bil sestavljen tako iz moškega in ženskega spola, ker smo menili, da razlika v spolu bistveno ne vpliva na rezultat meritev. Vzorec tudi ni bil slučajnostno izbran, saj so bili izbrani naši najboljši športni plezalci na osnovi lanskoletnih dosežkov in testiranj.

Povprečna starost merjencev je bila 20.4 ± 4.6 leta, telesna teža 57.0 ± 6.4 kg in 169.3 ± 5.7 cm telesne višine. Več kot polovica merjencev je bilo izkušenih športnih plezalcev, saj je bil njihov plezalni staž dolg od 4 do 11 let - povprečno 4.5 ± 2.4 leta. (Tabela 3)

Tabela 3: Osnovne karakteristike merjencev.

Merjenec	Starost (leta)	Telesna teža (kg)	Telesna višina (cm)	Športno - plezalni staž	Najboljša preplezana smer z rdečo piko na pogled	
M1	25	48.6	159.0	7	8a+	7b
M2	28	61.5	175.4	10	8b+	7c
M3	16	55.5	165.8	4	6b	6b
M4	21	49.6	160.1	4	7c+/8a	7b
M5	18	65.0	173.7	3	8a+/8b	7b+
M6	18	64.7	177.5	4	8a	7b
M7	23	58.7	169.2	4	8b	7a
M8	17	48.2	166.4	3	7c/7c+	7a+
M9	16	49.4	166.2	3	7b	6c+
M10	17	50.2	170.0	2	7c	7a+
M11	19	57.3	175.1	3	8a	7a
M12	20	67.7	175.4	5	8b	7c+
M13	33	62.2	170.1	11	8a+	7b+
M14	16	56.6	165.9	2	8a	6c
M15	21	64.6	173.6	4	8b+	7c+
M16	24	63.5	169.8	5	8b+/8c	7c+
M17	18	58.1	177.8	4	8a+	6c
M18	15	48.5	165.8	2		6b
M19	23	54.0	160.0	6	7b	6c+
povprečje	20.4	57.1	169.3	4.5		
SD	4.7	6.6	5.9	2.5		

3.2 POTEK IN OPIS EKSPERIMENTA

Eksperiment je potekal v laboratoriju za biomehanske meritve na Fakulteti za šport v Ljubljani v začetku marca. Meritve za enega merjenca so trajale približno eno uro in trideset minut, saj je moral merjenec devetdesetkrat razviti maksimalno mišično silo (petinštiridesetkrat z dominantno in petinštiridesetkrat z nedominantno roko).

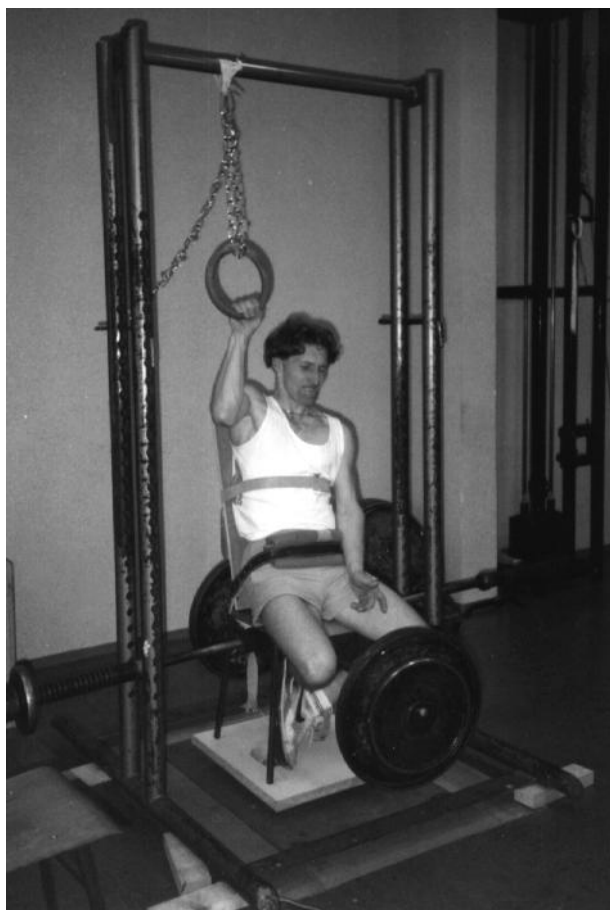
Sila mišičnega napreznja je bila merjena s tenziometrijsko ploščo in s pomočjo tehtnice. Za nadaljnjo obdelavo rezultatov so bili uporabljeni rezultati tenziometrijske plošče, medtem ko so rezultati tehtnice služili za primerjavo in ugotavljanje, ali so rezultati dovolj natančni, da bi lahko tehtnico uporabili za izvajanje testne naloge doma.

Opis eksperimenta:

Tehtnica je bila postavljena na tenziometrijsko ploščo in na njo lesena plošča, ki je imela izdolbeno luknjo, skozi katero je bilo mogoče odčitavati rezultate. Stol, ki je bil postavljen na ploščo, je bil dodatno obtežen. S tem je bilo merjencem preprečeno dvigovanje stola. Železna konstrukcija je bila postavljena preko stola in na njej je visela veriga z lesenim obročem. S pomočjo verige je bila določena višina prijema do polovice člena natančno.

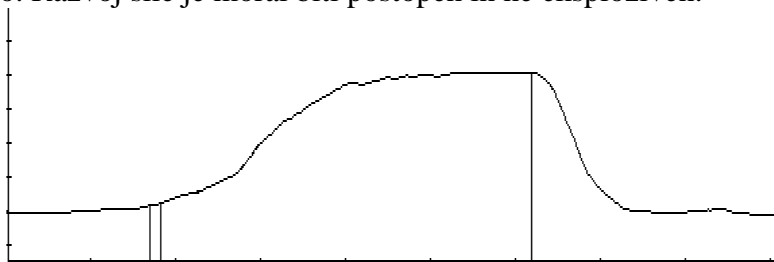
Položaj preiskovanca med meritvijo:

Merjenec je med meritvijo sedel na stolu, ki je bil na tenziometrijski plošči. S pomočjo trakov je bil privezan preko medeničnega obroča in prsnega koša. Tako si pri izvajanju testne naloge ni mogel pomagati z različnimi odkloni. Obroč, ki je bil fiksiran na železni konstrukciji, je visel točno nad ramo oz. nad vertikalno osjo ramenskega sklepa. Roka merjenca, s katero je izvajal nalogo, je držala obroč v nadprijemu. Obroč je moral biti točno nad ramo in ga niso smeli odmikati iz določenega položaja oz. obračati okoli vertikalne osi. Druga roka je lahko prosto visela ob telesu ali je bila položena na stegna. Noge so bile v času meritev prekržane pod stolom, tako da si merjenec ni mogel pomagati pri izvajanju naloge. Pogled je moral biti usmerjen naprej.



Slika 8: Položaj merjenca med meritvijo (dominantna roka - prijem 3 - kot 3)

Na znak merilca je moral merjenec v približno treh sekundah razviti maksimalno mišično silo. Razvoj sile je moral biti postopen in ne eksploziven.



Graf 1: Primer zapisa razvoja mišične sile (x os: čas (s); y os: sila (N)).

Merjenec je izvajal maksimalni poteg z dominantno in nedominantno roko pri posamezni višini prijema in ramenskem kotu. Vrstni red potegov glede na višine prijemov je bil določen z žrebom in s tem je bila izločena možnost sistematičnega vpliva utrujenosti pri npr. peti višini prijema. (Če bi si višine prijemov sledile od 1 do 5.)

Glede na ramenske kote so se potegi začeli pri prvem kotu (0°), nadaljevali pri drugem (90°) in končali pri tretjem kotu (poljuben ramenski kot - položaj, kjer je merjenec mislil, da bo lahko razvil največjo mišično silo). Pri vsaki višini prijema in ramenskem kotu je merjenec trikrat razvil maksimalno mišično kontrakcijo. Za računalniško obdelavo je bilo vzeto povprečje vseh treh potegov z določeno roko, pri določeni višini prijema in v določenem ramenskem kotu.

Primer:

Vrstni red meritev pri merjencu št. 8:

1. desna roka - višina prijema 2 - ramenski kot 1 (3 ponovitve)
2. desna roka - višina prijema 2 - ramenski kot 2 (3 ponovitve)
3. desna roka - višina prijema 2 - ramenski kot 3 (3 ponovitve)
4. leva roka - višina prijema 2 - ramenski kot 1 (3 ponovitve)
5. leva roka - višina prijema 2 - ramenski kot 2 (3 ponovitve)
6. leva roka - višina prijema 2 - ramenski kot 3 (3 ponovitve)
7. desna roka - višina prijema 5 - ramenski kot 1 (3 ponovitve)
8. desna roka - višina prijema 5 - ramenski kot 2 (3 ponovitve)
9. desna roka - višina prijema 5 - ramenski kot 3 (3 ponovitve)
10. leva roka - višina prijema 5 - ramenski kot 1 (3 ponovitve)
11. leva roka - višina prijema 5 - ramenski kot 2 (3 ponovitve)
12. leva roka - višina prijema 5 - ramenski kot 3 (3 ponovitve)

Po istem vrstnem redu so sledili položaji 3, 4 in 1.

Najprej so merjenci izvedli vseh devet potegov pri isti višini prijema z desno roko, potem so isto ponovili še z drugo roko. Ves postopek se je ponovil še pri drugih višinah prijemov.

3.3 VZOREC SPREMENLJIVK

Pri eksperimentu so bile uporabljene naslednje neodvisne in odvisne spremenljivke.

NEODVISNE SPREMENLJIVKE

Maksimalna sila potega je bila merjena v 30 različnih položajih, od tega 15 položajev za dominantno roko in 15 položajev za nedominantno roko. Posamezni položaji so bili določeni glede na:

- dominantnost roke,
- višino prijema,
- ramenski kot v transverzalni ravnini.

Dominantna - nedominantna roka

Kot dominantna je bila določena tista roka, ki jo merjenec uporablja za vsakdanja opravila (npr. uporaba noža). Pri večini merjencev, razen pri enem (devetem merjencu), je bila to desna roka. Druga roka je bila poimenovana nedominantna. Pri merjencu, ki je levičar, je bila dominantna roka leva, nedominantna pa desna.

Posamezne višine prijemov

Ves poteg, od popolnoma iztegnjene roke do pokrčene roke, je bil razdeljen na pet višin prijemov. Določena je bila prva in peta višina prijema, ostale tri pa so bile določene glede na odstotek relativne višine prijema.

Prva višina prijema je bila določena tako, da je merjenec maksimalno dvignil desno roko v vzročnje in prijel obroč z vsemi členki prstov na roki. Proksimalni členki so morali biti na zgornji površini držala.

Peta višina prijema je bila določena na podoben način, le da je bila roka toliko pokrčena, da je bila zgornja višina členkov, ki so držali obroč, v višini rame.

Ostale višine prijemov so bile izračunane po naslednjem postopku:

1. višina prijema popolnoma iztegnjena roka - maksimalna višina prijema - 100%,
2. višina prijema pokrčena roka - 75% relativne višine prijema,
3. višina prijema pokrčena roka - 50% relativne višine prijema,
4. višina prijema pokrčena roka - 25% relativne višine prijema,
5. višina prijema pokrčena roka - prijem v višini rame - 0%.

Na tak način so bile določene višine prijemov za desno roko. Pri levi roki so bile prevzete iste višine, ker med dolžinami rok ni bistvenih razlik.

Izraz prijem 1, prijem 2 ... bo v nadaljnem tekstu pomenil isto kot višina prijema 1, višina prijema 2 ... in bo označen s P 1, P 2, ..., P 5.

Ramenski koti v transverzalni ravnini

V vsakem položaju so bili definirani tudi trije ramenski koti v transverzalni ravnini (slika 3).

Pri nadaljni uporabi termina ramenski kot v transverzalni ravnini bo uporabljen samo izraz ramenski kot.

1. ramenski kot - nadlaket je v odročanju - 0° ,
2. ramenski kot - nadlaket je v predročanju - 90° ,
3. ramenski kot - je poljuben od posameznika do posameznika; položaj, kjer merjenec misli, da lahko razvije največjo mišično silo.

Tabela 4: Povprečja kotov in standardnih odklonov za 3. (poljuben) ramenski kot glede na roko in prijem.

višina prijema	dominantna roka (stopinje)	nedominantna roka (stopinje)
P 1	33.2 ± 11.8	36.6 ± 9.4
P 2	40.5 ± 10.2	42.2 ± 10.1
P 3	45.1 ± 11.8	45.9 ± 12.8
P 4	44.3 ± 13.6	45.7 ± 13.8
P 5	9.1 ± 29.8	9.7 ± 31.6

Tabela 4 prikazuje povprečne kote in standardne odklone pri tretjem ramenskem kotu, glede na roko in višino prijema. Ugotoviti je mogoče, da ni bistvenih odstopanj v ramenskih kotih in tudi ne pri standardnih odklonih med dominantno in nedominantno roko. Pri prijemih pa bistveno odstopata prvi in peti prijem. Pri petem prijemu so se pojavljali celo negativni koti, kar pomeni, da so merjenci nadlaket potegnili nazaj, v zaročenje. Tudi standardni odklon pri petem položaju je zelo velik, kar kaže na velika odstopanja pri položaju nadlakti med posamezniki. Ramenski koti pri 2., 3. in 4. položaju so si v povprečju zelo podobni, saj se gibljejo od 40.5° pa do 45.1° , vendar pa med merjenci obstajajo znatne razlike, na kar kažejo velike standardne deviacije.

Zanimive rezultate dobimo, če naredimo korelacijsko tabelo med posameznimi višinami prijemov.

Tabela 5: Korelacijska tabela tretjega ramenskega kota med posameznimi višinami prijemov pri dominantni roki. Rezultati, ki se statistično pomembno razlikujejo od mejne vrednosti pri 5% napaki, so označeni z eno zvezdico (*), statistično pomembne razlike pri 1% napaki pa z dvema zvezdicama ().**

	P1	P2	P3	P4	P5
P1	1				
P2	0.351	1			
P3	0.562*	0.391	1		
P4	0.489*	0.265	0.852**	1	
P5	0.253	0.011	0.328	0.368	1

Tabela 6: Korelacijska tabela tretjega ramenskega kota med posameznimi višinami prijemov pri nedominantni roki. Način prikazovanja statistično pomembnih razlik je enak kot pri preglednici 5.

	P1	P2	P3	P4	P5
P1	1				
P2	0.633**	1			
P3	0.711**	0.822**	1		
P4	0.692**	0.693**	0.760**	1	
P5	0.542*	0.422	0.453	0.573*	1

Na osnovi korelacijskih tabel poljubnega ramenskega kota (Tabela 5 in 6) med posameznimi višinami prijemov je mogoče ugotoviti, da merjenci v glavnem niso uporabljali istih poljubnih ramenskih kotov pri vseh prijemih, saj so korelacijski koeficienti večinoma nizki. Pri dominantni roki se pojavljajo statistično nepomembne korelacije med drugo višino prijema in ostalimi višinami, ter peto višino prijema in ostalimi višinami prijemov. Pri nedominantni roki so te razlike v glavnem statistično pomembne, samo korelaciji petega prijema z drugo in tretjo višino prijema sta statistično nepomembni.

Na osnovi rezultatov je mogoče ugotoviti, da merjenci silo potega v tretjem ramenskem kotu glede na višine prijemov niso razvijali v približno enakih kotih, temveč so se ti koti iz položaja v položaj spreminjali, pri čemer so merjenci spreminjali kot v približno enakih razmerjih, čeprav ne v takšni meri kot je bilo za pričakovati.

ODVISNE SPREMENLJIVKE

Odvisne spremenljivke predstavljajo sile potega roke, glede na višino prijema in ramenski kot. Glede na neodvisne spremenljivke je bilo določenih 30 odvisnih spremenljivk, ki so bile poimenovane na poseben način:

FD11, FD12, FD13, FD21, FD22, FD23, FD31, FD32, FD33, FD41, FD42, FD43, FD51, FD52, FD53, FN11, FN12, FN13, FN21, FN22, FN23, FN31, FN32, FN33, FN41, FN42, FN43, FN51, FN52, FN53

Obrazložitev spremenljivk:

- | | |
|---------------------------------|--|
| - prvi znak: F | sila potega |
| - drugi znak: D ali N | dominantna ali nedominantna roka |
| - tretji znak: 1, 2, 3, 4 ali 5 | višina prijema 1, višina prijema 2 ... |
| - četrti znak: 1, 2 ali 3 | ramenski kot 1, ramenski kot 2 ... |

Sile potega so bile izmerjene s pomočjo tenziometrijske plošče (Kistler, model 9287, Švica), ki meri silo teže na plošči. Sila je bila merjena v mirovanju in pri maksimalnem potegu. Razlika sile teže pred potegom in med maksimalnim potegom je določala silo potega, ki nas je zanimala. Sila potega je bila merjena v Newtonih (N). (Dodatek - Tabela 13)

Sila potega je bila merjena tudi s tehtnico na podoben način. Zapisovani so bili kilogrami, ki jih je kazala skala tehtnice v mirovanju in pri maksimalnem potegu. S pomočjo razlike med kilogrami je bila določena velikost sile potega.

$$\text{sila potega}_{\text{tehtnice}} = (\text{kilogrami}_{\text{v mirovanju}} - \text{kilogrami}_{\text{pri maksimalnem potegu}}) \times 10$$

Tehtnica je bila pri maksimalnem potegu razbremenjena, zato so se rezultati tehtnice pri maksimalnem potegu odšteli od rezultatov tehtnice v mirovanju. Na tak način so bile preprečene negativne vrednosti razlike.

3.4 METODE ODBELAVE PODATKOV

Za vsak položaj so bile izmerjene tri ponovitve maksimalne mišične sile izvedene zaporedoma. Za nadaljno obdelavo podatkov so bile uporabljene povprečne vrednosti vseh treh potegov.

Izračunani so bili temeljni parametri posameznih spremenljivk: srednja vrednost, standardna deviacija ter največja in najmanjša vrednost (Tabela 13 - dodatek).

Za ugotavljanje statistične pomembnosti med posameznimi višinami prijemov glede na ramenski kot in roko je bila uporabljena analiza variance.

Za ugotavljanje statistične pomembnosti med posameznimi ramenskimi koti glede na višino prijema in roko je bila uporabljena analiza variance.

Za ugotavljanje razlik med dominantno in nedominantno roko glede na višino prijema in ramenski kot je bil uporabljen t - test za odvisne vzorce.

Vse analize zbranih podatkov so bile narejene s programom KWIKSTAT[®].

4.0 REZULTATI

Rezultati so podani v dveh vsebinsko zaokroženih sklopih, ki omogočajo preglednost in možnost logičnega dopolnjevanja ugotovitev.

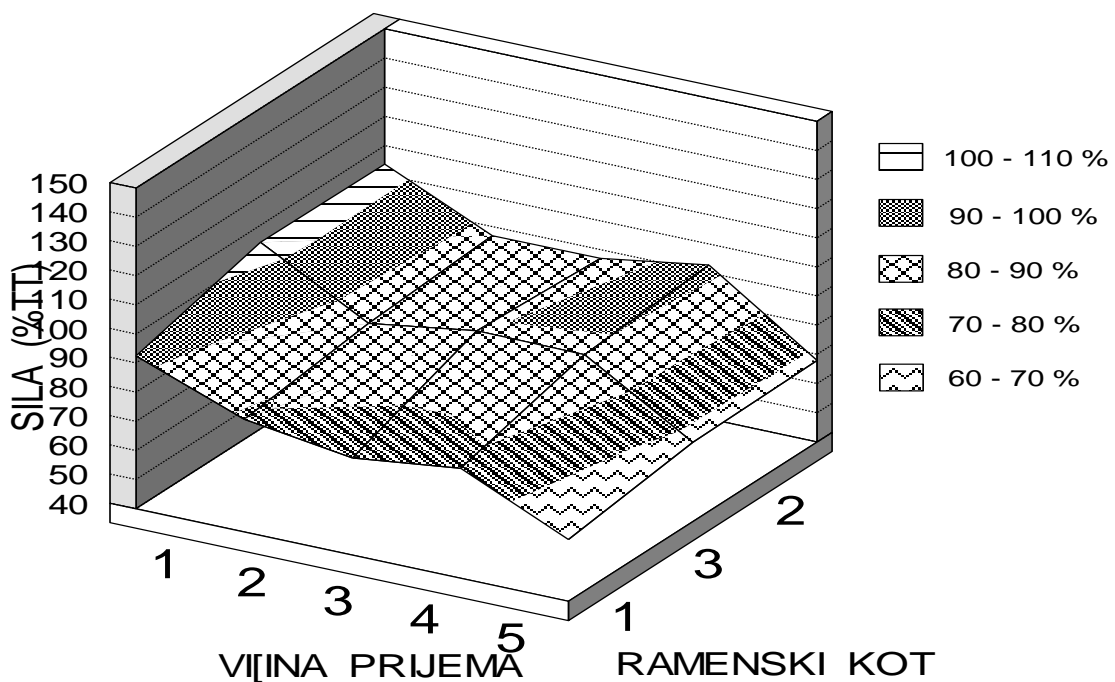
V prvem sklopu so najprej predstavljeni osnovni rezultati, to so sile potega v odvisnosti od dominantnosti roke, od pokrčenosti roke in od ramenskega kota. Zanima nas, kako se relativna sila potega spreminja glede na vse tri komponente.

V drugem delu primerjamo rezultate tehtnice z rezultati tenziometrijske plošče in ugotavljamo ali so rezultati v dovolj veliki korelaciji, da bi lahko tehtnico uporabili tudi pri vadbi doma oz. pri spremljanju učinka vadbe.

4.1 SPREMINJANJE SILE POTEGA GLEDE NA DOMINANTNOST ROKE, VIŠINO PRIJEMA IN RAMENSKI KOT ROKE

Najpomembnejša naloga vadbenega procesa športnih plezalcev je razvoj moči, tako maksimalne kot tudi vzdržljivostne. S posebnim načinom treninga je potrebno razvijati moč mišic prstov in mišic rok oz. vseh tistih mišic, ki pripomorejo pri izvajanju zgiba. V nalogi je bil dan poudarek predvsem na maksimalno moč tistih mišic trupa in ramenskega obroča, ki pripomorejo pri zgibu.

Iz dobljenih rezultatov eksperimenta je mogoče lepo videti krivuljo spreminjanja sile potega glede na vse tri faktorje. V naslednjih grafih bo prikazana povprečna relativna sila potega glede na telesno težo posameznikov oz. skupine in bo podana v odstotkih.

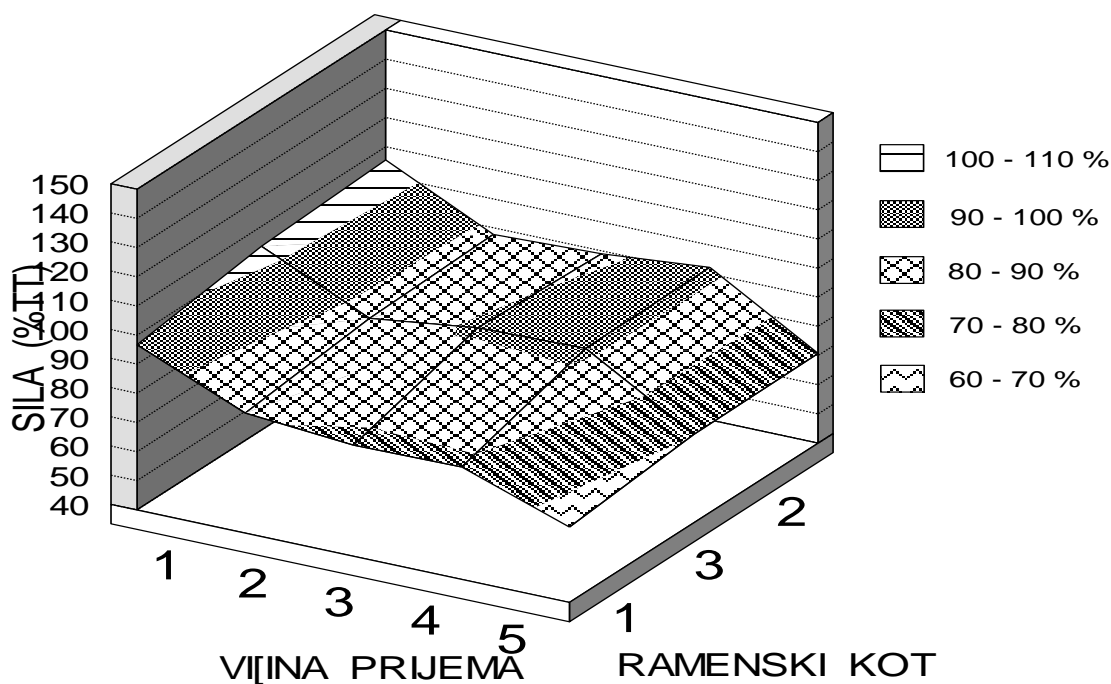


Graf 2: Spreminjanje sile potega pri vseh merjencih z dominantno roko.

Graf 2 prikazuje spreminjanje sile potega pri vseh merjencih z dominantno roko. Y os predstavlja silo potega preračunano na povprečno telesno težo vseh merjencev in je podana v odstotkih. X os prikazuje višino prijema roke, Z os pa ramenski kot v transverzalni ravnini. S pomočjo legende je mogoče določiti vrednosti na Y osi. Površina iste barve predstavlja silo potega na intervalu v istem razponu 10%. (Npr. od 90% do 100% sile predstavlja najtemnejša površina na krivulji.) Vsi nadaljni tovrstni grafi so prikazani na enak način.

Največjo silo potega so merjenci razvili pri prvem prijemu in drugem ramenskem kotu (104%), najmanjšo silo pa pri petem prijemu in prvem ramenskem kotu (61%). Velikost sile je pri prvi višini prijema in v drugem in tretjem ramenskem kotu presegla nivo 100%, medtem ko je v prvem ramenskem kotu vrednost sile komaj malo nad 90%. Najmanjša sila potega vseh merjencev je bila pri petem prijemu, ko je roka najbolj pokrčena. Pri prvem ramenskem kotu je bila vrednost sile malo nad 60%, pri drugem in tretjem ramenskem kotu pa je nivo sile narastel do približno 67%. Pri vmesnih višinah prijema se sile pojavljajo približno na istem nivoju. Tudi tu je opaziti,

da je imela sila potega pri drugem in tretjem ramenskem kotu približno enako velikost glede na višino prijema. Od nivoja sile (80% - 90%), na katerem se pojavljajo vrednosti sile potega pri drugi, tretji, četrti višini prijema in drugem oz. tretjem ramenskem kotu, malo odstopa četrti prijem in drugi ramenski kot, ki doseže velikost sile nad 90%. Prvi ramenski kot je tudi pri vmesnih višinah prijema najslabši, saj nivo sile dosega vrednosti približno od 73% do 78%.



Graf 3: Spreminjanje sile potega pri vseh merjencih z nedominantno roko.

Krivulja spreminjanja sile potega pri vseh merjencih z nedominantno roko (graf 3) je zelo podobna krivulji spreminjanja sile potega vseh merjencev z dominantno roko (graf 2). Način prikazovanja rezultatov pri grafu 3 je enak kot pri grafu 2.

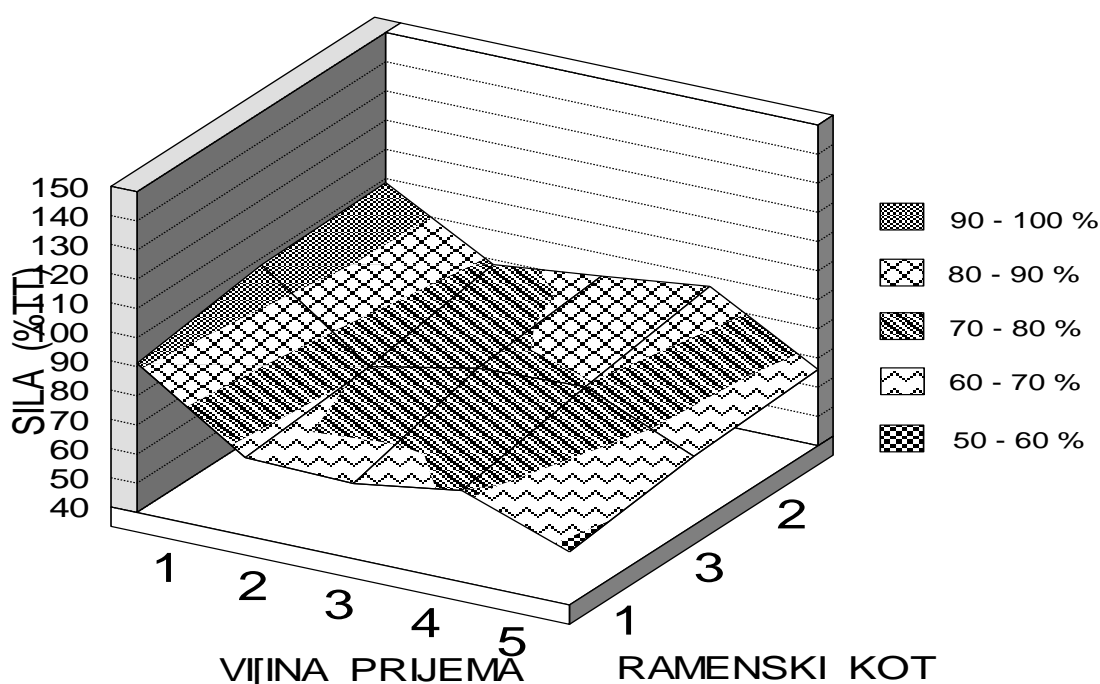
Največjo silo potega z nedominantno roko so merjenci razvili pri prvi višini prijema in v drugem ramenskem kotu (105%), najmanjšo pa pri petem prijemu in prvem ramenskem kotu (65%). Pri prvi višini prijema so merjenci dosegali najvišje vrednosti sile potega, saj je vrednost samo pri prvem ramenskem kotu padla pod 100%. Najnižje vrednosti so merjenci dosegali pri peti višini prijema, kjer so vrednosti sile nihale med 65% in 71%. Pri drugem in tretjem ramenskem kotu so bile vrednosti sile nad 70%, medtem ko je bila pri prvem ramenskem kotu vrednost približno 65%. Nivo sile potega je od druge do tretje višine prijema nihalo od 78% do 93%. Pri poljubnem in drugem ramenskem kotu merjenci dosegajo približno isti nivo sile, le pri tretji višini prijema je bila vrednost poljubnega kota nekoliko višja kot vrednost drugega ramenskega kota. Najnižje vrednosti so se pojavljale pri prvih ramenskih kotih, kjer je sila potega pri vmesnih višinah prijema nihala od 78% do 81%.

Primerjava sile potega pri vseh merjencih z dominantno in nedominantno roko (graf 2, graf 3) je pokazala, da med rokama ni bilo velikih razlik pri vrednosti sile potega. Prav tako tudi ni bilo velikih razlik pri konfiguraciji krivulje. Pri obeh krivuljah se pojavi prvi padec sile potega po prvi višini prijema, pri vmesnih višinah prijema lahko zaznamo nek plato sile, ki se po četrtem prijemu zopet prevesi v drugi padec krivulje. Pri drugem in tretjem ramenskem kotu so bile vrednosti sile približno na istem nivoju,

pri prvem ramenskem kotu pa se nivo krivulje nekoliko zniža. S pomočjo preglednice 7, grafa 2 in grafa 3 je mogoče ugotoviti, da so bile vrednosti sile potega pri nedominantni roki nekoliko višje skoraj pri vseh položajih.

Tabela 7: Rezultati sile potega pri vseh merjencih. (Rezultati so preračunani na povprečno težo vseh merjencev in so podani v odstotkih.)

VSI %	DOMINANTNA ROKA			NEDOMINANTNA ROKA		
	ramenski kot			ramenski kot		
	1	2	3	1	2	3
prijem						
1	92.4	103.6	104.1	96.6	105.4	103.2
2	78.6	86.9	84.3	81.1	87.7	86.3
3	73.2	87.1	89.6	78.0	89.1	90.9
4	77.7	92.7	89.2	78.5	92.3	91.8
5	61.2	67.9	67.1	65.9	70.7	70.2

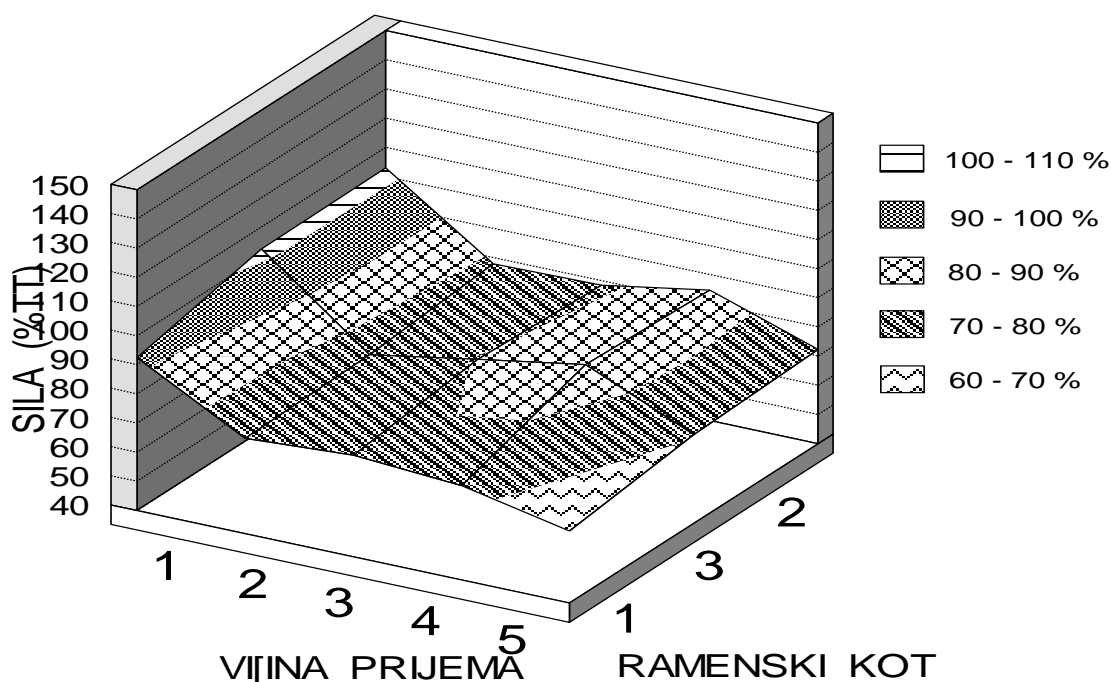


Graf 4: Spreminjanje sile potega pri dekletih z dominantno roko.

Graf 4 prikazuje spreminjanje sile potega pri dekletih z dominantno roko. Način prikazovanja grafa je opisan pri grafu 2, le da je pri grafu 4 in 5 na y osi vrednost sile potega preračunana na povprečno težo vseh merjenk.

Največja vrednost sile potega je bila pri prvi višini prijema in drugem ramenskem kotu, kjer je dosegla skoraj 100%. Pri prvem ramenskem kotu je sila padla na 91%. Pri peti višini prijema in prvem ramenskem kotu pa vrednost sile potega pade pod 60%, medtem ko je nivo pri drugem in tretjem ramenskem kotu približno pri 65%. Vrednosti sile potega pri vmesnih višinah prijema so bile v območju od 65% do 87%. Najvišji nivo je dosegla četrta in tretja višina prijema v drugem ramenskem kotu,

najnižji nivo pa druga in tretja višina prijema v prvem ramenskem kotu. Iz grafa 4 je mogoče razbrati, da je bila pri merjenkah z dominantno roko sila potega pri poljubnem ramenskem kotu manjša kot pri drugem ramenskem kotu.



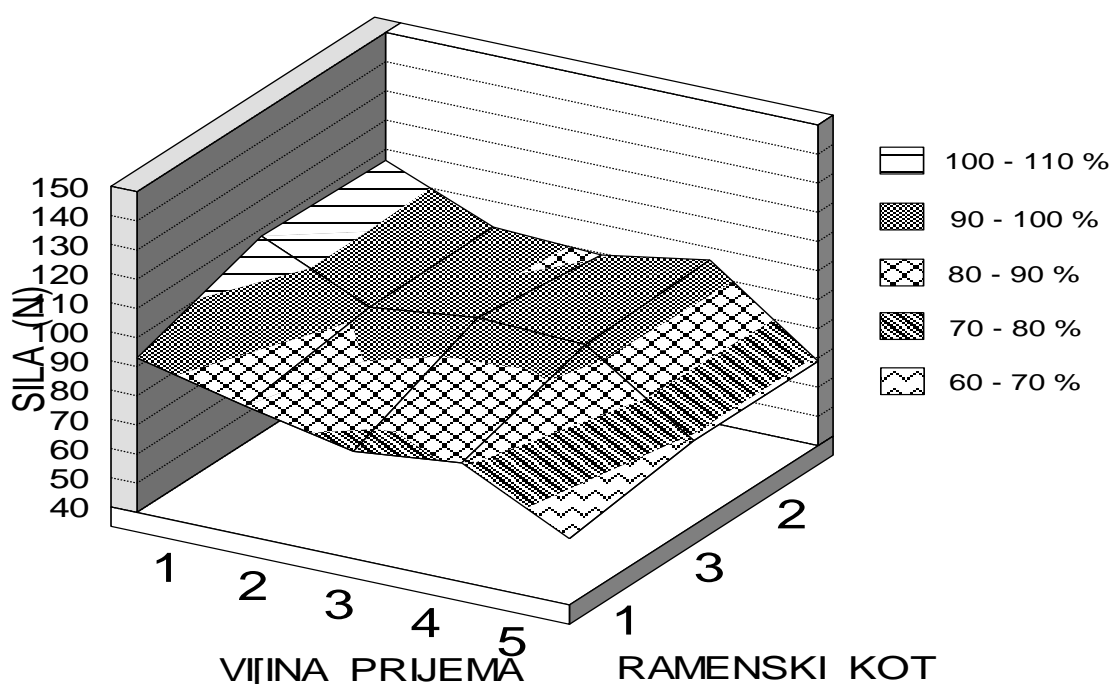
Graf 5: Spreminjanje sile potega pri dekletih z nedominantno roko.

Graf 5 prikazuje spreminjanje sile potega pri dekletih z nedominantno roko. Največja sila potega se pojavlja pri prvem prijemu, kjer je sila nihala od 92% pri prvem ramenskem kotu do 103% pri drugem ramenskem kotu. Najmanjša sila je bila pri peti višini prijema, kjer je najnižjo točko dosegla prav pri prvem ramenskem kotu (65%). Pri drugem in tretjem ramenskem kotu pa so vrednosti sile potega nekoliko višje, malo nad 70%. Pri drugi, tretji in četrti višini prijema se pojavlja plato, kjer sile dosegajo približno enake vrednosti (70% - 80%). Najbolj odstopa četrti prijem v drugem in tretjem ramenskem kotu, kjer sila preseže 80%. Pri prvem ramenskem kotu je mogoče opaziti, da se nivo sile, glede na druga dva ramenska kota, manj zmanjša kot pri dominantni roki (graf 4).

Primerjava konfiguracije krivulje pri ženskah z dominantno in nedominantno roko (graf 4, graf 5) je pokazala, da so merjenke nekoliko močnejše z nedominantno roko. Konfiguracija krivulje z nedominantno roko (graf 5) je zelo podobna konfiguraciji krivulj pri vseh merjencih (graf 2 in 3), le da je njen nivo nekoliko nižji.

Tabela 8: Rezultati sile potega pri merjenkah. (Rezultati so preračunani na povprečno težo vseh merjenk in so podani v odstotkih.)

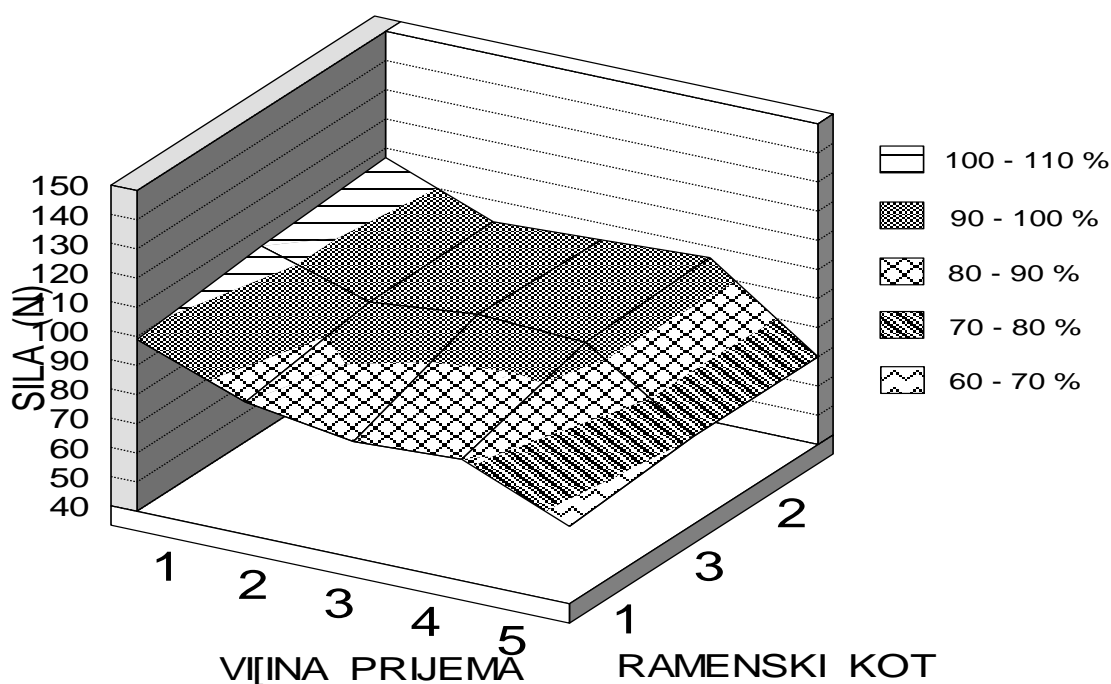
DEK	DOMINANTNA ROKA			NEDOMINANTNA ROKA		
%	ramenski kot			ramenski kot		
prijem	1	2	3	1	2	3
1	91.2	98.5	97.5	92.3	102.9	102.3
2	66.7	78.3	70.7	72.7	77.9	74.0
3	65.8	82.4	78.0	74.8	78.5	80.3
4	71.3	86.8	79.6	72.3	84.8	86.5
5	58.1	66.1	63.6	64.7	72.4	70.4



Graf 6: Spreminjanje sile potega pri fantih z dominantno roko.

Graf 6 prikazuje spreminjanje sile potega pri merjenkih moškega spola z dominantno roko. Način prikazovanja grafa je opisan pri grafu 2, le da je pri grafu 6 in 7 na y osi sila potega preračunana na povprečno težo vseh merjencev moškega spola.

Največja sila potega je bila pri prvi višini prijema v tretjem ramenskem kotu (107%), najnižja pa pri petem prijemu v prvem ramenskem kotu (63%). Pri prvi višini prijema je bila vrednost sile pri drugem in tretjem ramenskem kotu malo pod 110%, medtem ko je v prvem ramenskem kotu dosegla 93%. Tudi pri peti višini prijema sta sili potega v drugem in tretjem ramenskem kotu približno enako veliki (69%), pri prvem ramenskem kotu pa sila potega pade pod 70%. Pri drugi, tretji in četrti višini prijema v drugem in tretjem ramenskem kotu se pojavlja plato, ki ima nivo okoli 80%. Pri prvem ramenskem kotu velikost sile potega močno pade, saj v tretjem prijemu doseže 77%.



Graf 7: Spreminjanje sile potega pri fantih z nedominantno roko.

Graf 7 prikazuje spreminjanje sile potega pri merjenjih moškega spola z nedominantno roko. Največja sila potega je bila pri prvi višini prijema v drugem ramenskem kotu, najmanjša pa pri petem prijemu v prvem ramenskem kotu. Sile potega so v prvih ramenskih kotih pri vseh višinah prijema nižje, kot pri drugem oz. tretjem ramenskem kotu. Plato pri drugi, tretji in četrti višini prijema v drugem in tretjem ramenskem kotu je bolj enakomeren, kot pri dominantni roki (graf 6), saj se sile potega pojavljajo od 92% do 96%.

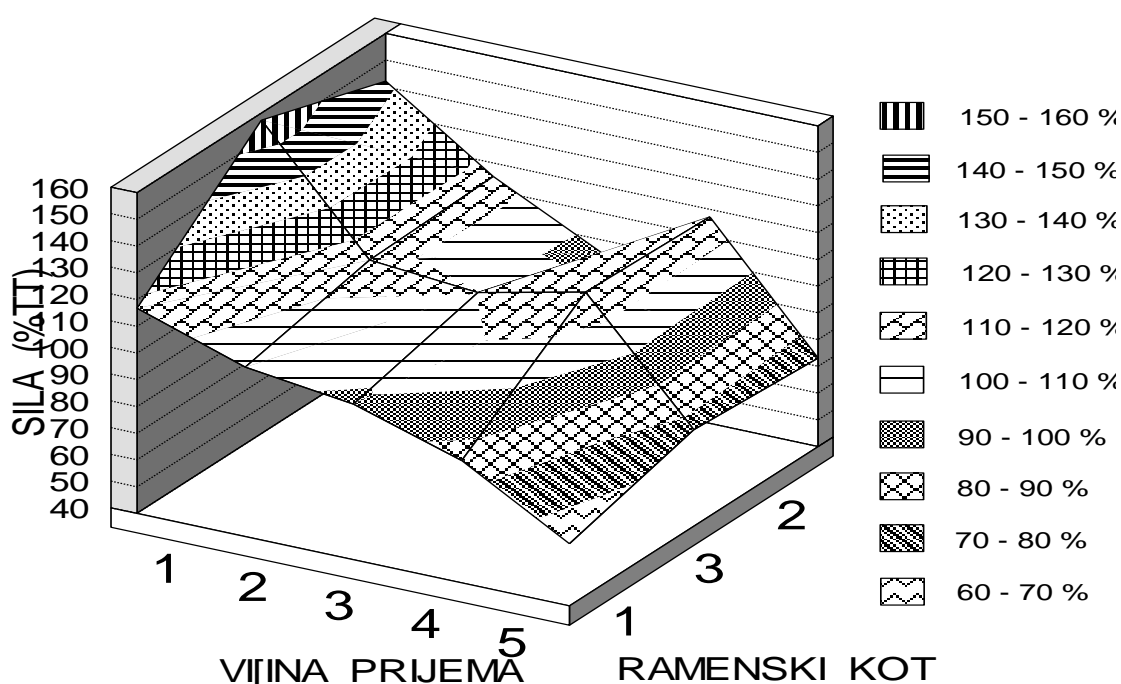
Tabela 9: Rezultati sile potega pri merjenjih moškega spola. (Rezultati so preračunani na povprečno težo vseh merjencev moškega spola in so podani v odstotkih.)

FAN	DOMINANTNA ROKA			NEDOMINANTNA ROKA		
%	ramenski kot			ramenski kot		
prijem	1	2	3	1	2	3
1	93.1	106.1	107.4	98.8	106.7	103.7
2	84.5	91.2	90.9	85.3	92.6	92.4
3	76.8	89.5	95.3	79.7	64.3	96.1
4	80.8	95.6	94.0	81.5	96.1	94.5
5	62.7	69.0	68.9	66.5	70.0	70.2

Konfiguracije krivulj so pri obeh spolih zelo podobne (graf 4, 5, 6, 7). Pri merjenkah je nivo krivulje nekoliko nižji, predvsem pri vmesnih višinah prijema, kjer pri dominantni roki in prvem ramenskem kotu nivo sile pade celo pod 70% (graf 4). Pri nedominantni roki je vmesni nivo približno na isti ravni (graf 5). Pri moških je vmesni nivo krivulje (drugi, tretji in četrti položaj) bolj enakomeren. Nivo sile se pojavlja nekje med 90 in 100% v drugem in tretjem ramenskem kotu, medtem ko v prvem kotu nivo sile potega pade pod 90%. Iz grafov se lepo vidi, da je nedominantna roka

nekoliko močnejša kot dominantna, saj se pri moških vmesni del pojavlja malo pod 100% sile, medtem ko pri dominantni roki seže v nekaterih delih komaj čez 90%. Te krivulje (graf 4, 5, 6, 7) potrjuje dejstvo, da merjenci razvijejo najmanjšo mišično silo prav v prvem ramenskem kotu, medtem ko so vrednosti sile v drugih dveh kotih skoraj enake. Kritični položaj pri obeh spolih se pojavlja pri dominantni roki v tretjem prijemu in prvem ramenskem kotu, medtem ko se pri merjenkah pojavi tudi že pri četrti višini prijema. Drugo kritično točko predstavlja najbolj zaprt položaj roke, saj se krivulja spusti v nekaterih delih celo pod 70% pri moških, pri ženskah pa pri prvem ramenskem kotu celo malo pod 60%.

Krivulje posameznikov v glavnem odstopajo od konfiguracije skupne krivulje (graf 2, 3). Pri nekaterih, predvsem pri najmočnejših, je konfiguracija krivulje zelo razgibana. Najbolj raznolika površina je pri sedmem merjencu, ki je po testih maksimalne moči daleč pred vsemi, saj je naredil zgib z eno roko z 12.5 kg dodatne uteži. Naslednja dva merjenca, ki mu sledita, sta naredila zgib z eno roko z 2.5 kg dodatne uteži (dodatek).



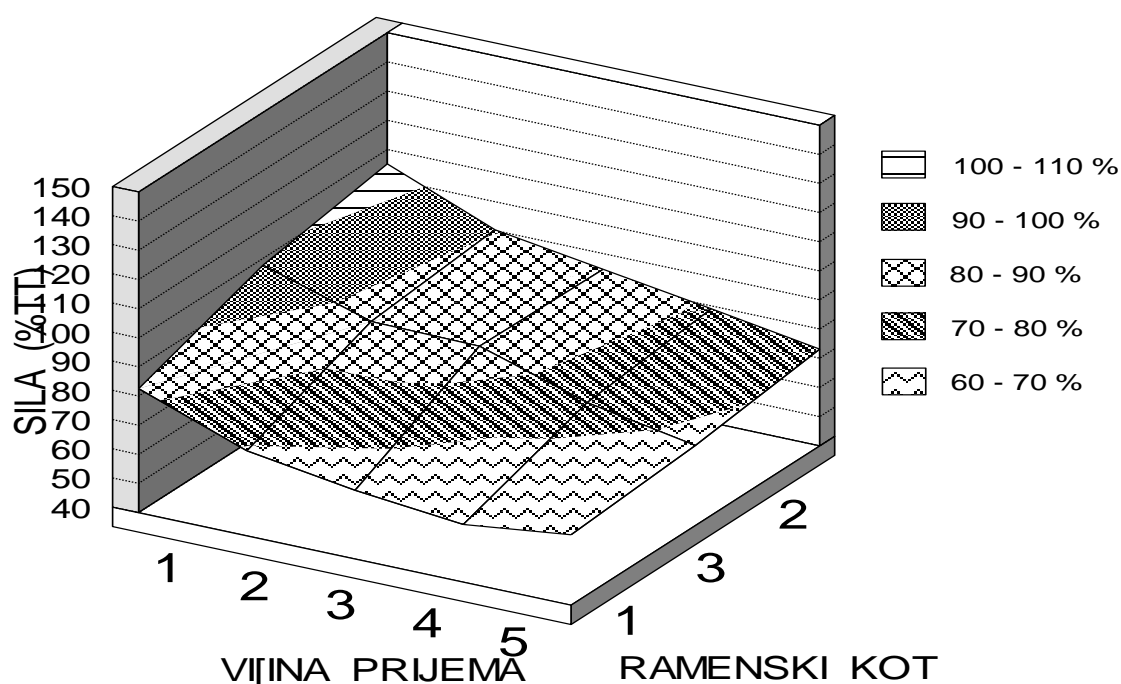
Graf 8: Spreminjanje sile potega pri sedmem merjencu z dominantno roko.

Graf 8 prikazuje spreminjanje sile potega pri sedmem merjencu z dominantno roko. Način prikazovanja grafa je opisan pri grafu 2, le da je pri grafu 7 in pri vseh nadaljnjih grafih posameznih merjencev sila potega na y osi preračunana na telesno težo posameznega merjenca.

Največjo vrednost sile potega je sedmi merjenec dosegel pri prvi višini prijema v poljubnem ramenskem kotu (157%). Najmanjšo silo potega pa pri petem prijemu v prvem ramenskem kotu, kjer je bila vrednost sile 63%. Pri prvi višini prijema so bila med posameznimi ramenskimi koti velika nihanja pri vrednosti sile potega, saj je nivo pri tretjem ramenskem kotu močno narasel, pri prvem ramenskem kotu dosegel 117% in pri drugem ramenskem kotu je bila vrednost sile 142%. Pri petem prijemu so vrednosti sile potega padle pod 80%, pri prvem ramenskem kotu celo pod 70%. Pri drugem in tretjem ramenskem kotu sta sili približno enako veliki. Četrta višina prijema predstavlja drugi vrh krivulje (prvi vrh je prvi prijem), kjer sila potega v drugem in tretjem ramenskem kotu naraste na 119%. V prvem ramenskem kotu sila potega doseže samo 86%. Glede na konfiguracijo krivulje ima merjenec v tretji višini

prijema svojo kritično točko. Sila potega je samo pri poljubnem ramenskem kotu preseгла nivo 100%, pri prvem in drugem ramenskem kotu je bila njena vrednost približno 95%. Na osnovi vrstnega reda prijemov, ki je bil določen z žrebom, je mogoče ugotoviti, da bi merjenčeva kritična točka v tretjem prijemu lahko bila posledica utrujenosti, ker je tretji prijem predstavljal zadnje potege.

Pravo nasprotje predstavlja graf štirinajstega merjenca, ki je skoraj linearen. Na krivulji ni videti nobenih izrazitih skokov in padcev sile. Tudi nivo krivulje je dosti nižji, saj merjenec naredi zgib z obema rokama z 27.5 kg dodatne teže in nikakor ne more izvesti zгиба z eno roko.

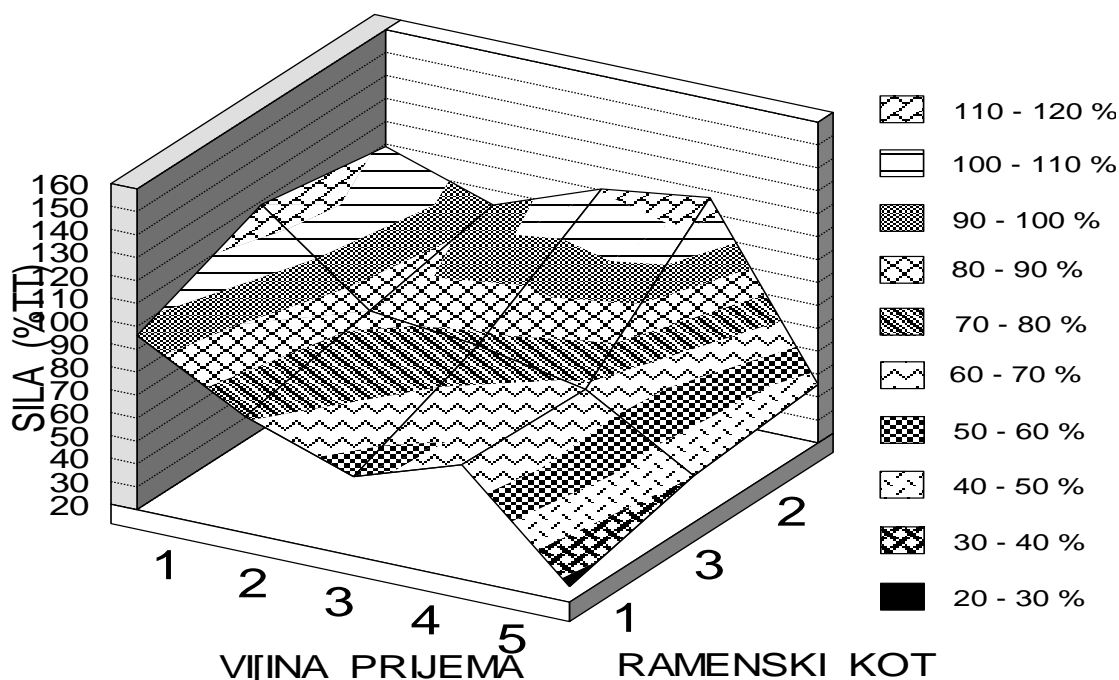


Graf 9: Spreminjanje sile potega pri štirinajstem merjencu z nedominantno roko.

Graf 9 predstavlja spreminjanje sile potega pri štirinajstem merjencu z nedominantno roko. Najvišjo silo potega je merjenec razvil pri prvi višini prijema v drugem ramenskem kotu (105%), najnižjo pa pri petem prijemu v prvem ramenskem kotu (64%). Krivulja približno enakomerno pada od najvišje točke (prvi prijem - drugi ramenski kot) do petega prijema v prvem ramenskem kotu. Velikosti sile potega se tudi zmanjšujejo glede na ramenske kote. Največja sila potega pri vseh višinah prijema se pojavlja v drugem ramenskem kotu, malo manjša v tretjem - poljubnem kotu in najmanjša sila potega v prvem ramenskem kotu.

Če pogledamo posamezne krivulje vseh merjencev (dodatek) lahko ugotovimo, da drugi ramenski kot predstavlja v mnogih primerih položaj, kjer lahko posameznik razvije največjo mišično silo. S pomočjo rezultatov tretjega ramenskega kota je mogoče ugotoviti, ali imajo posamezniki občutek za položaj roke oz. kjer mislijo, da lahko razvijejo maksimalno mišično silo. Večina merjencev ima ta občutek in lahko razvijejo večjo ali skoraj enako mišično silo kot pri drugem ramenskem kotu. Pri nekaterih so te razlike v krivulji nekoliko večje. Primer je prvi merjenec, saj sila

potega pri dominantni roki pade iz 117 % pri četrti višini prijema v drugem ramenskem kotu na 68% pri poljubnem kotu.

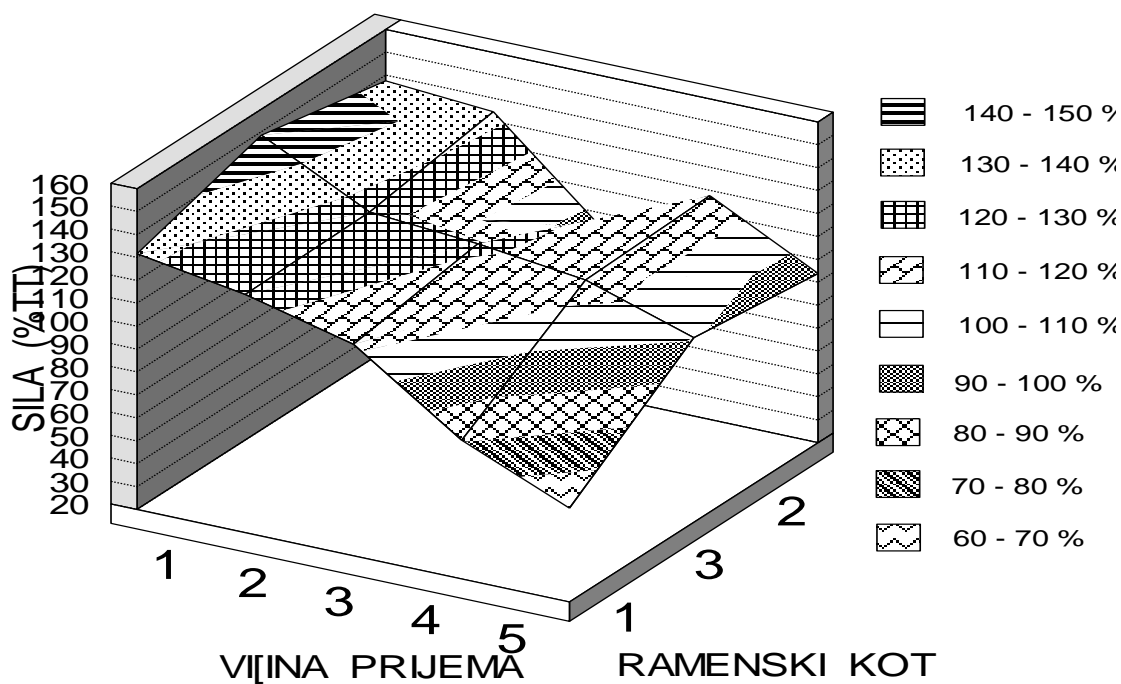


Graf 10: Spreminjanje sile potega pri prvem merjencu z dominantno roko.

Graf 10 prikazuje spreminjanje sile potega pri prvem merjencu z dominantno roko. Največja sila potega je bila pri prvi višini prijema v tretjem ramenskem kotu (118%). Skoraj enako veliko silo (117%) je merjenec razvil pri četrtem prijemu v drugem ramenskem kotu. Pri petem prijemu v prvem ramenskem kotu je merjenec razvil daleč najmanjšo silo potega, samo 27%. V tem primeru ne moremo pričakovati, da je manjša sila posledica utrujenosti, ker je bil peti prijem na vrsti kot tretji zaporedni prijem.

Pri prvem merjencu z dominantno roko (graf 10) opazimo veliko razliko v sili potega med drugim in poljubnim ramenskim kotom pri drugi, tretji in četrti višini prijema, kjer so vrednosti sile pri poljubnem ramenskem kotu mnogo manjše kot pri drugem kotu. Pri četrtem prijemu vrednost sile potega pade za 49%, pri tretjem prijemu pa za 34%.

Če primerjamo silo potega prvega merjenca z dominantno roko (graf 10) in silo potega istega merjenca z nedominantno roko (graf 11), lahko ugotovimo, da je merjenec z nedominantno roko veliko močnejši kot z dominantno roko. Z nedominantno roko ima prvi merjenec tudi boljši občutek za položaj, kjer lahko razvije največjo silo potega.



Graf 11: Spreminjanje sile potega pri prvem merjencu z nedominantno roko.

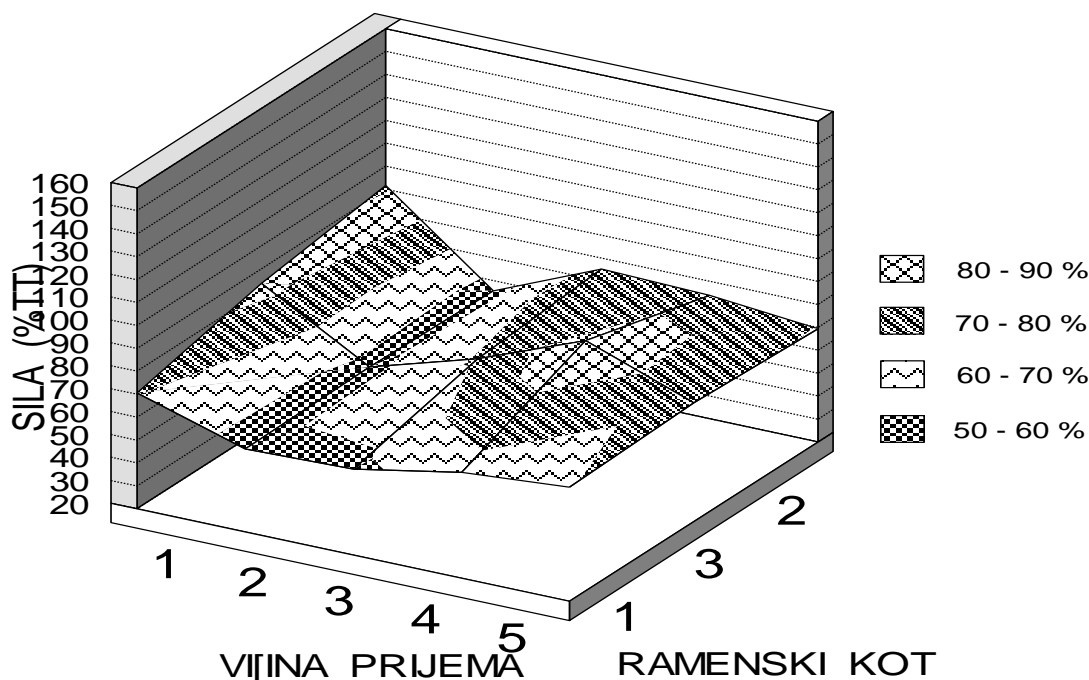
Graf 11 prikazuje spreminjanje sile potega pri prvem merjencu z nedominantno roko. Največjo silo potega je merjenec razvil pri prvi višini prijema v tretjem ramenskem kotu, kjer je nivo sile dosegel skoraj 150%. Pri peti višini prijema in prvem ramenskem kotu je merjenec razvil 61% sile glede na svojo telesno težo. Vrednosti sile potega so skoraj pri vseh položajih nad 100%, razen pri tretjem prijemu v drugem ramenskem kotu, pri četrtem in petem prijemu v prvem ramenskem kotu in pri petem prijemu v drugem ramenskem kotu. Ti položaji predstavljajo tudi kritične točke prvega merjenja.

Na osnovi krivulje sile potega (graf 11) in rezultata testa SMMZGIB (dodatek), je mogoče ugotoviti, da je prvi merjenec zelo močan, saj naredi zgib z obema rokama z 32.5 kg dodatne teže, kar predstavlja 66.9% njegove telesne teže. Z analizo merjenčeve krivulje je mogoče ugotoviti, da se je le ta že zelo približala krivulji merjencev, ki naredijo zgib z eno roko in bi lahko v prihodnosti s pravilnim treningom hitro napredoval do stopnje, ki je potrebna za zgib na eni roki.

Zanimivo primerjavo je mogoče narediti tudi med tremi merjenci, ki naredijo zgib z eno roko z dodatno težo (M2, M7, M16) in dvema merjencema, ki naredita zgib z eno roko in s 5 kg protiuteži (M12, M15). Sedmi merjenec naredi zgib z eno roko z 12.5 kg dodatne teže, medtem ko drugi in šestnajsti merjenec naredita zgib samo z 2.5 kg dodatne teže. Vse te tri krivulje imajo vrednost sile od prve do četrte višine prijema nad 100% in šele v petem prijemu sila pade pod 100 % (dodatek). Dvanajsti in petnajsti merjenec potrebujeta za zgib na eni roki 5 kg protiuteži. To ugotovitev, da ne moreta narediti zgiba na eni roki, je možno razbrati tudi iz njunih grafov. Petnajsti merjenec sicer v začetni fazi potega razvije dovolj veliko silo, vendar je nivo v vmesnih položajih prenizek, saj pade sila pod 100%. Pri dvanajstem merjencu je velikost sile prav tako pod 100% in še nekaj časa ne bo uspel narediti zgiba z eno roko (dodatek).

Posamezne krivulje vseh merjencev so prikazane v dodatku diplomske naloge. Prav tako so prikazani tudi rezultati testa SMMZGIB1 in SMMZGIB. Iz posameznega grafa se lahko določi kritično točko vsakega posameznika kar lahko vpliva na nadaljnji trening tistih položajev, kjer je sila potega nižja.

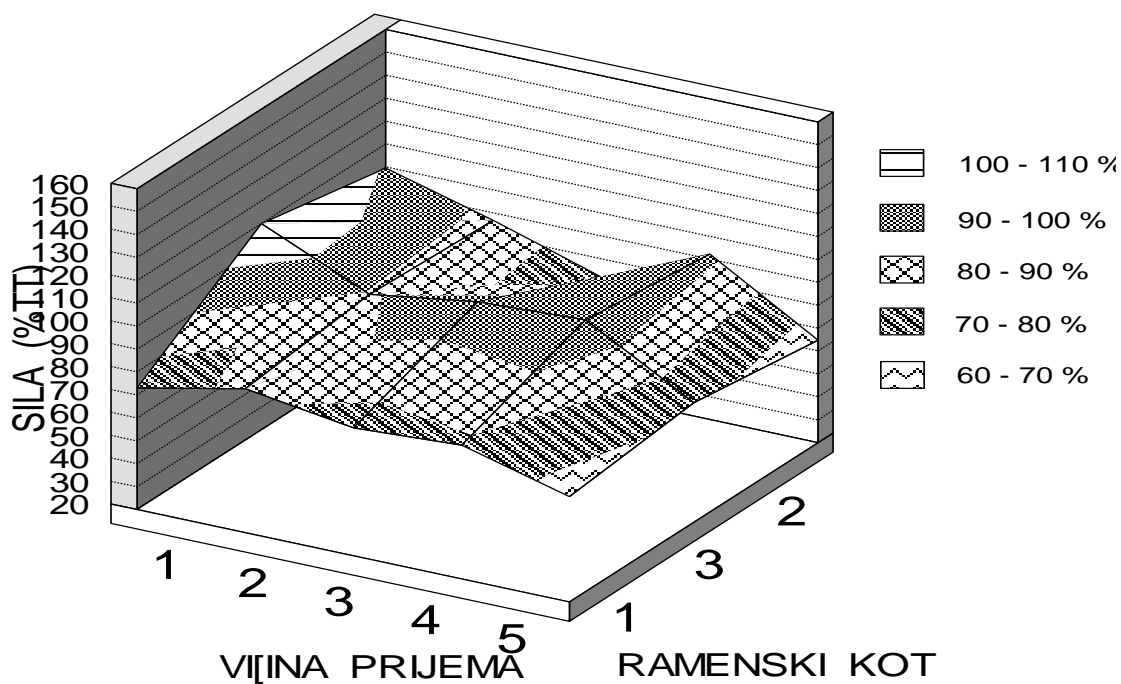
Šesti in deveti merjenec sta pred meritvami trenirala poteg z eno roko od približno tretje do pete višine prijema. Učinek takega treninga je zelo lepo viden tudi na njihovih grafih.



Graf 12: Spreminjanje sile potega pri devetem merjencu z nedominantno roko.

Graf 12 prikazuje spreminjanje sile potega pri devetem merjencu z nedominantno roko. Največjo silo potega lahko merjenec razvije pri prvi višini prijema v drugem ramenskem kotu, kjer doseže nivo 91%. Najmanjšo silo potega razvije pri drugem prijemu v drugem ramenskem kotu (56%). Vrednost sile je, zaradi načrtnega treninga, od tretje do pete višine prijema v drugem in tretjem ramenskem kotu dosegla malo višji nivo od 70% do 88%. V prvem ramenskem kotu pa je nivo sile še vedno pod 70%.

Oba merjenca sta trenirala poteg pri poljubnem ramenskem kotu, kar se iz njihovih krivulj potega zelo lepo vidi (graf 12 in 13). Vrednost sile potega pri tretji, četrti in peti višini potega v prvem ramenskem kotu je nižja, kot pri poljubnem oz. drugem ramenskem kotu.



Graf 13: Spreminjanje sile potega pri šestem merjencu z dominantno roko

Graf 13 prikazuje spreminjanje sile potega pri šestem merjencu z dominantno roko. Največjo silo potega je merjenec razvil pri prvi višini prijema v tretjem ramenskem kotu (110%). Najmanjšo silo pa pri petem prijemu v drugem ramenskem kotu (65%). Pri tretji in četrti višini prijema v tretjem ramenskem kotu je nivo sile dosegel 98%. Prvi ramenski kot je nekoliko slabši in dosega nivo približno 76%. Pri peti višini prijema je nivo padel v prvem in drugem ramenskem kotu pod 70%, medtem ko je v poljubnem kotu dosegel 72%.

Glede na to, da je merjenec pred meritvami treniral poteg z eno roko od tretje do pete višine prijema, je mogoče sklepati, da pri treningu potega ni popolnoma zaključil oz. ni potegnil do čisto zaprtega položaja roke, ker so njegove vrednosti pri petem prijemu nekoliko nižje, kot pa so bile vrednost pri devetem merjencu (graf 12).

Rezultati raziskave nekatere hipoteze povsem ovržejo, drugih pa ni mogoče povsem potrditi.

Hipotezo **H1** je mogoče ovreči, ker so se pokazale statistično pomembne razlike med posameznimi višinami prijemov glede na dominantno roko - ramenski kot 1, dominantno roko - ramenski kot 2, dominantno roko - ramenski kot 3, nedominantno roko - ramenski kot 1, nedominantno roko - ramenski kot 2 in nedominantno roko - ramenski kot 3.

Tabela 10: Statistična pomembnost F - vrednosti razlik med višinami prijemov (P 1 - prijem 1, P 2 - prijem 2...) glede na roko (D - dominantna, N - nedominantna) in ramenski kot (kot 1 - ramenski kot 1, kot 2 - ramenski kot 2...). Za vsako višino prijema glede na roko in ramenski kot je podana povprečna vrednost in standardna deviacija ($\bar{x} \pm SD$). Statistična pomembnost F vrednosti (sig of F) je prikazana za dominantno in nedominantno roko glede na ramenski kot.

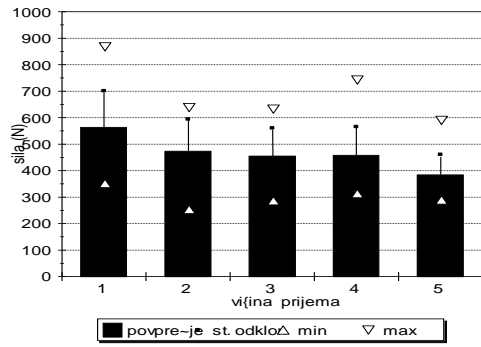
		KOT 1		KOT 2		KOT 3	
		$\bar{x} \pm SD$ (N)	sig of F	$\bar{x} \pm SD$ (N)	sig of F	$\bar{x} \pm SD$ (N)	sig of F
D	P 1	538.6 ± 127.4	<.001	603.7 ± 143.8	<.001	606.8 ± 155.1	<.001
	P 2	458.5 ± 115.7		506.7 ± 108.2		491.3 ± 121.6	
	P 3	426.7 ± 116.2		507.8 ± 104.1		522.4 ± 119.7	
	P 4	452.8 ± 100.6		540.2 ± 111.1		520.2 ± 119.9	
	P 5	356.6 ± 77.1		396.3 ± 68.7		391.3 ± 75.6	
N	P 1	563.4 ± 136.9	<.001	614.2 ± 141.7	<.001	601.5 ± 124.8	<.001
	P 2	473.1 ± 120.3		511.5 ± 128.2		503.3 ± 135.9	
	P 3	454.8 ± 104.6		519.5 ± 110.9		529.9 ± 123.8	
	P 4	457.6 ± 107.5		538.4 ± 115.9		535.2 ± 105.4	
	P 5	384.2 ± 75.8		412.3 ± 66.0		409.3 ± 73.8	

Čeprav je bilo predvideno, da razlike med prijemi ne bodo statistično pomembne, je možno ugotoviti s pomočjo preglednice 10, da so razlike glede na roko in ramenski kot v vseh prijemih statistično pomembne. Na osnovi rezultatov velja ugotovitev, da H1 ne drži.

Statistično pomembne razlike med prijemi je mogoče ponazoriti tudi z grafi (graf 14, 15, 16, 17, 18, 19).

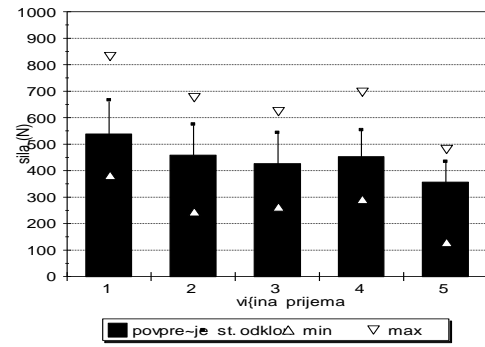
Grafični prikaz osnovne porazdelitve vrednosti razlik med višinami prijemov, glede na roko in ramenski kot.

Značilnost F vrednosti: <.001



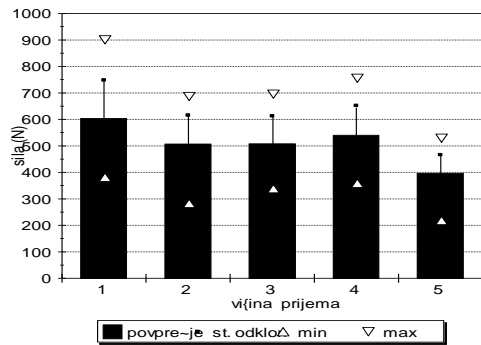
Graf 14: Nedominantna roka - kot 1

Značilnost F vrednosti: <.001



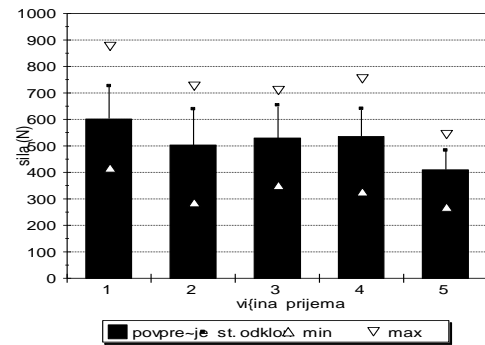
Graf 15: Dominantna roka - kot 1

Značilnost F vrednosti: <.001



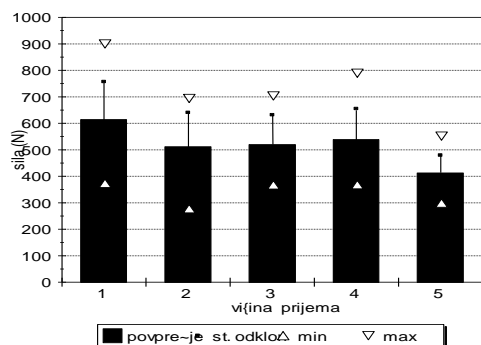
Graf 16: Nedominantna roka - kot 2

Značilnost F vrednosti: <.001



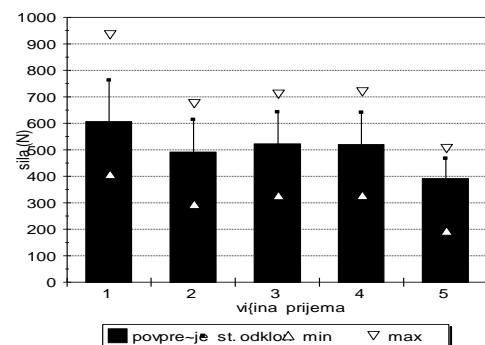
Graf 17: Dominantna roka - kot 2

Značilnost F vrednosti: <.001



Graf 18: Nedominantna roka - kot 3

Značilnost F vrednosti: <.001



Graf 19: Dominantna roka - kot 3

Tudi hipotezo **H2** je možno ovreči, ker so bile vse razlike med ramenskimi koti, glede na roko in višino prijema, statistično pomembne.

Tabela 11: Statistična pomembnost F - vrednosti razlik med ramenskimi koti glede na roko in višino prijema. Oznake table so opisane v preglednici 10.

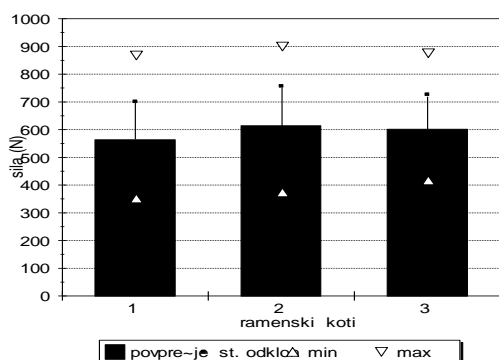
		D		N	
		$\bar{x} \pm SD$ (N)	sig of F	$\bar{x} \pm SD$ (N)	sig of F
P 1	kot 1	538.6 ± 127.4	<.001	563.4 ± 136.9	0.004
	kot 2	603.7 ± 143.9		614.2 ± 141.7	
	kot 3	606.8 ± 155.1		601.5 ± 124.8	
P 2	kot 1	458.5 ± 115.7	<.001	473.1 ± 120.3	<.001
	kot 2	506.7 ± 108.2		511.5 ± 128.2	
	kot 3	491.3 ± 121.6		503.3 ± 135.9	
P 3	kot 1	426.7 ± 116.2	<.001	454.8 ± 104.6	<.001
	kot 2	507.8 ± 104.1		519.5 ± 110.9	
	kot 3	522.4 ± 119.7		529.9 ± 123.8	
P 4	kot 1	452.8 ± 100.6	<.001	457.6 ± 107.5	<.001
	kot 2	540.2 ± 111.1		538.4 ± 115.9	
	kot 3	520.2 ± 119.9		535.2 ± 105.4	
P 5	kot 1	356.6 ± 77.1	<.001	384.2 ± 75.8	0.007
	kot 2	396.3 ± 68.7		412.3 ± 66.0	
	kot 3	391.3 ± 75.6		409.3 ± 73.8	

Predvidevano je bilo, da se sile med seboj ne bodo razlikovale v posameznih ramenskih kotih glede na roko in prijem, vendar je tudi tu prišlo do statistično pomembnih razlik med ramenskimi koti glede na dominantno roko - prijem 1, dominantno roko - prijem 2, dominantno roko - prijem 3, dominantno roko - prijem 4, dominantno roko - prijem 5, nedominantno roko - prijem 1, nedominantno roko - prijem 2, nedominantno roko - prijem 3, nedominantno roko - prijem 4 in nedominantno roko - prijem 5.

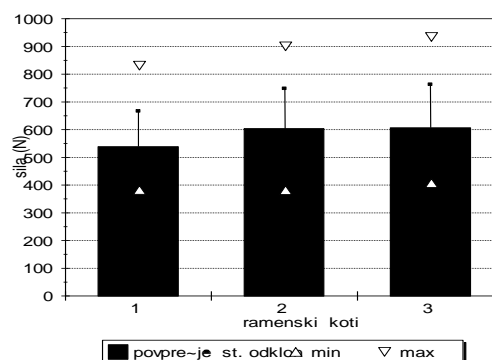
Statistično pomembne razlike med ramenskimi koti so ponazorjene tudi z grafi (grafi od 20 do 29).

Grafični prikaz osnovne porazdelitve vrednosti razlik med ramenskimi koti, glede na roko in višino prijema.

Značilnost F vrednosti: 0.004



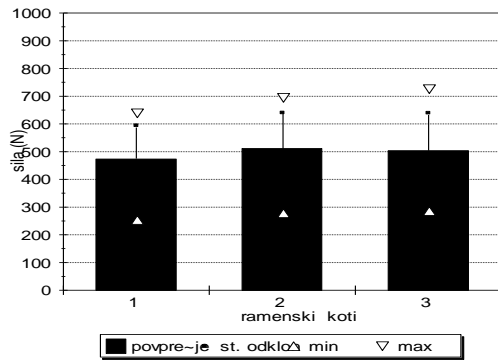
Značilnost F vrednosti: <.001



Graf 20: Nedominantna roka -prijem 1

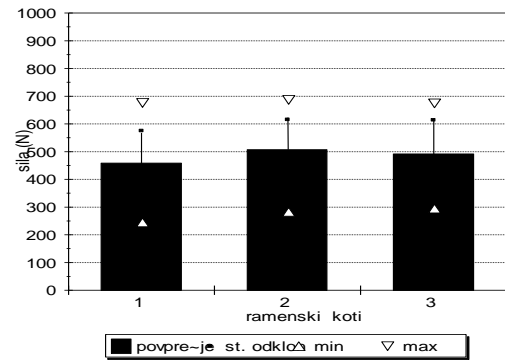
Graf 21: Dominantna roka - prijem 1

Značilnost F vrednosti: <.001



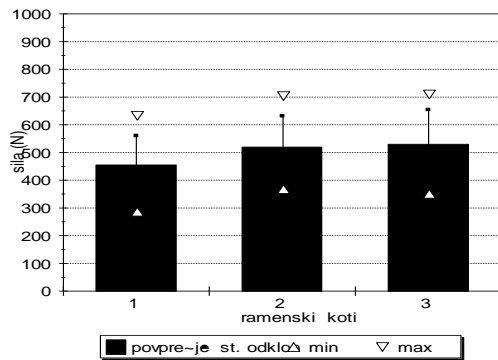
Graf 22: Nedominantna roka -prijem 2

Značilnost F vrednosti: <.001



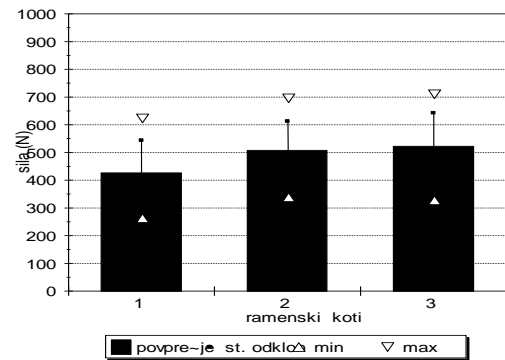
Graf 23: Dominantna roka - prijem 2

Značilnost F vrednosti: <.001



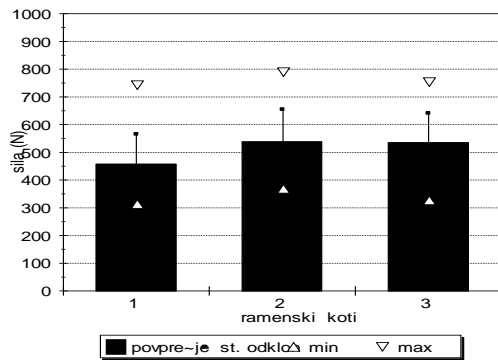
Graf 24: Nedominantna roka -prijem 3

Značilnost F vrednosti: <.001



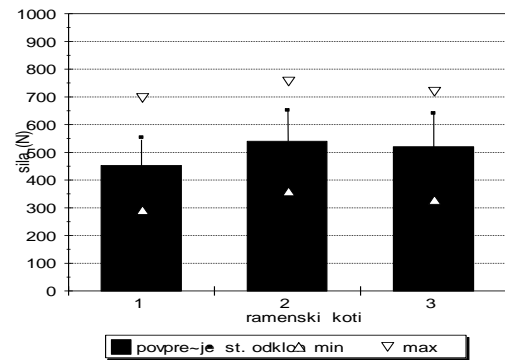
Graf 25: Dominantna roka - prijem 3

Značilnost F vrednosti: <.001



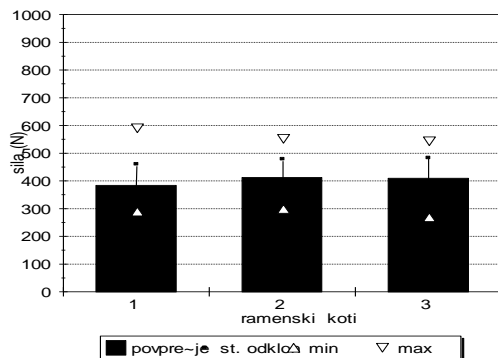
Graf 26: Nedominantna roka -prijem 4

Značilnost F vrednosti: <.001



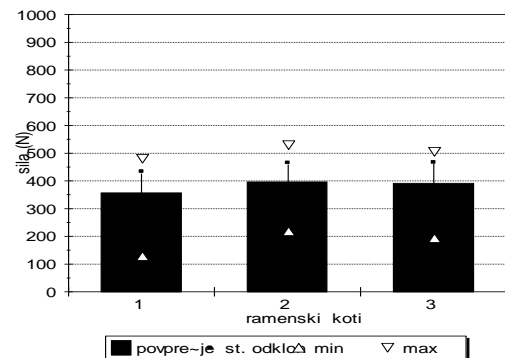
Graf 27: Dominantna roka - prijem 4

Značilnost F vrednosti: 0.007



Graf 28: Nedominantna roka -prijem 5

Značilnost F vrednosti: <.001



Graf 29: Dominantna roka - prijem 5

Hipoteze **H3** ni mogoče v celoti sprejeti, ker je pri peti višini prijema in prvem ramenskem kotu prišlo do statistično pomembnih razlik. Pri vseh ostalih primerjavah so razlike statistično nepomembne (prijem 1 - ramenski kot 1, prijem 1 - ramenski kot 2, prijem 1 - ramenski kot 3, prijem 2 - ramenski kot 1, prijem 2 - ramenski kot 2, prijem 2 - ramenski kot 3, prijem 3 - ramenski kot 1, prijem 3 - ramenski kot 2, prijem 3 - ramenski kot 3, prijem 4 - ramenski kot 1, prijem 4 - ramenski kot 2, prijem 4 - ramenski kot 3, prijem 5 - ramenski kot 2 in prijem 5 - ramenski kot 3).

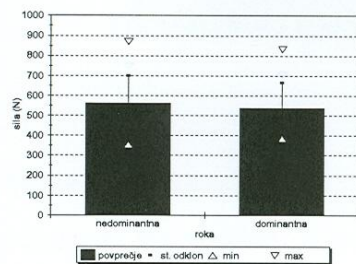
Tabela 12: Statistična pomembnost F - vrednosti razlik med rokama glede na višino prijema in ramenski kot.

		KOT 1		KOT 2		KOT 3	
		$\bar{x} \pm SD$ (N)	sig of F	$\bar{x} \pm SD$ (N)	sig of F	$\bar{x} \pm SD$ (N)	sig of F
P 1	D	563.4 ± 136.9	0.162	614.2 ± 141.7	0.675	601.5 ± 124.8	0.806
	N	538.6 ± 127.4		603.7 ± 143.9		606.8 ± 155.1	
P 2	D	473.1 ± 120.3	0.399	511.5 ± 128.2	0.749	503.3 ± 135.9	0.424
	N	458.5 ± 115.7		506.7 ± 108.2		491.3 ± 121.6	
P 3	D	454.8 ± 104.6	0.233	519.5 ± 110.9	0.541	529.9 ± 123.8	0.583
	N	426.7 ± 116.2		507.8 ± 104.1		522.4 ± 119.7	
P 4	D	457.6 ± 107.5	0.720	538.4 ± 115.9	0.784	535.2 ± 105.4	0.348
	N	452.8 ± 100.6		540.2 ± 111.1		520.2 ± 119.9	
P 5	D	384.2 ± 75.8	0.031	412.3 ± 66.0	0.300	409.3 ± 73.8	0.302
	N	356.6 ± 77.1		396.3 ± 68.7		391.3 ± 75.6	

Na osnovi rezultatov je možno trditi, da so med rokama pri petem prijemu in prvem ramenskem kotu statistično pomembne razlike. Pri vseh drugih primerjih pa v vzorcu med dominantno in nedominantno roko ni statistično pomembnih razlik.

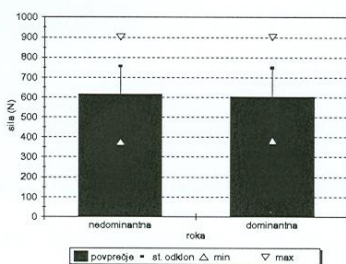
Grafični prikaz osnovne porazdelitve vrednosti razlik *med rokama*, glede na prijem in ramenski kot.

Značilnost F vrednosti: 0.162



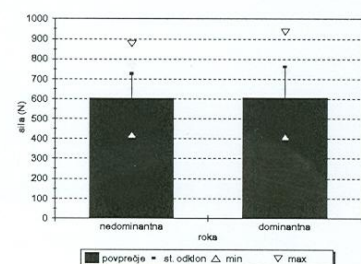
Graf 30: Prijem 1 - kot 1

Značilnost F vrednosti: 0.675



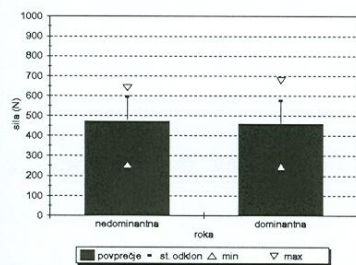
Graf 31: Prijem 1 - kot 2

Značilnost F vrednosti: 0.806



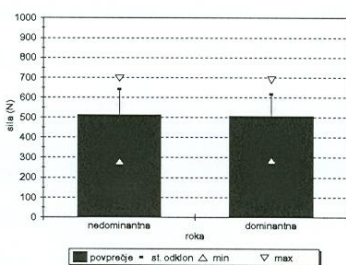
Graf 32: Prijem 1 - kot 3

Značilnost F vrednosti: 0.399



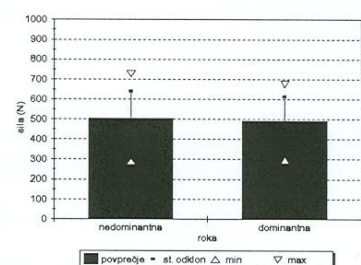
Graf 33: Prijem 2 - kot 1

Značilnost F vrednosti: 0.749



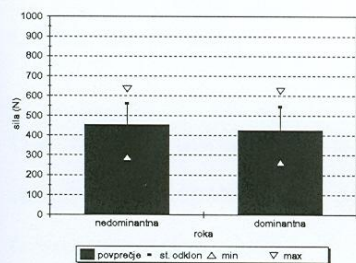
Graf 34: Prijem 2 - kot 2

Značilnost F vrednosti: 0.424



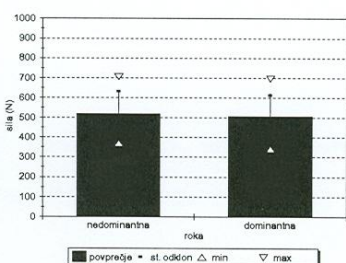
Graf 35: Prijem 2 - kot 3

Značilnost F vrednosti: 0.233



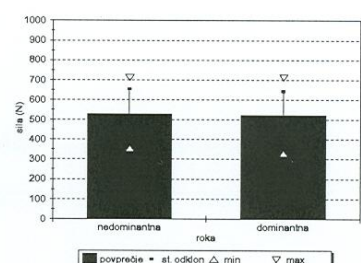
Graf 36: Prijem 3 - kot 1

Značilnost F vrednosti: 0.541



Graf 37: Prijem 3 - kot 2

Značilnost F vrednosti: 0.583

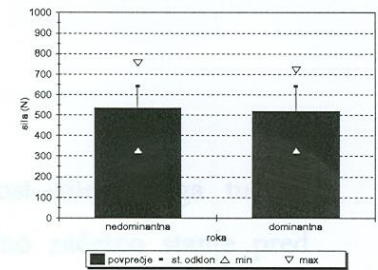
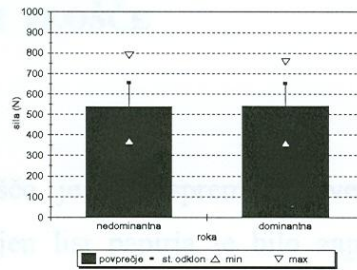
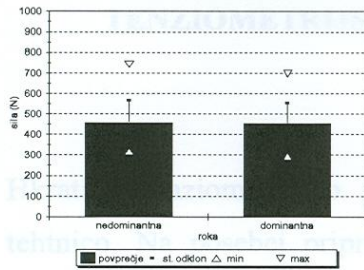


Graf 38: Prijem 3 - kot 3

Značilnost F vrednosti: 0.720

Značilnost F vrednosti: 0.784

Značilnost F vrednosti: 0.348



Graf 39: Prijem 4 - kot 1

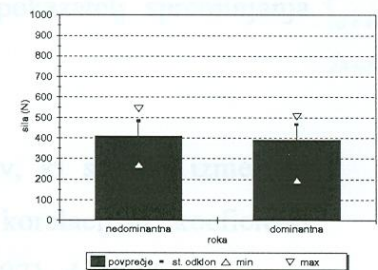
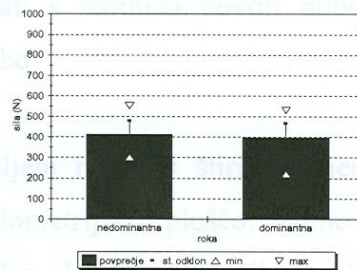
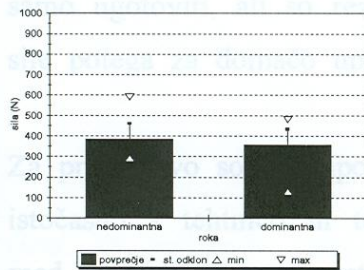
Graf 40: Prijem 4 - kot 2

Graf 41: Prijem 4 - kot 3

Značilnost F vrednosti: 0.031

Značilnost F vrednosti: 0.300

Značilnost F vrednosti: 0.302



Graf 42: Prijem 5 - kot 1

Graf 43: Prijem 5 - kot 2

Graf 44: Prijem 5 - kot 3

4.2 PRIMERJAVA REZULTATOV TEHTNICE Z REZULTATI TENZIOMETRIJSKE PLOŠČE

Hkrati s tenziometrijsko ploščo je bila spremljana velikost sile potega tudi s tehtnico. Na posebej pripravljen list papirja je bilo zapisano začetno stanje pred potegom in najnižja vrednost med samim potegom. Iz razlike med začetnim in končnim stanjem tehtnice pri potegu, je bila izračunana sila potega, ki je bila direktno primerljiva s silo, ki jo prikaže tenziometrijska plošča.

Za primerjavo tenziometrijske plošče in tehtnice niso potrebni rezultati vseh merjencev, ker cilj naloge ni narediti splošne primerjave med rezultati, temveč samo ugotoviti, ali so rezultati s tehtnico dovolj dober pokazatelj spreminjanja sile potega za domačo uporabo.

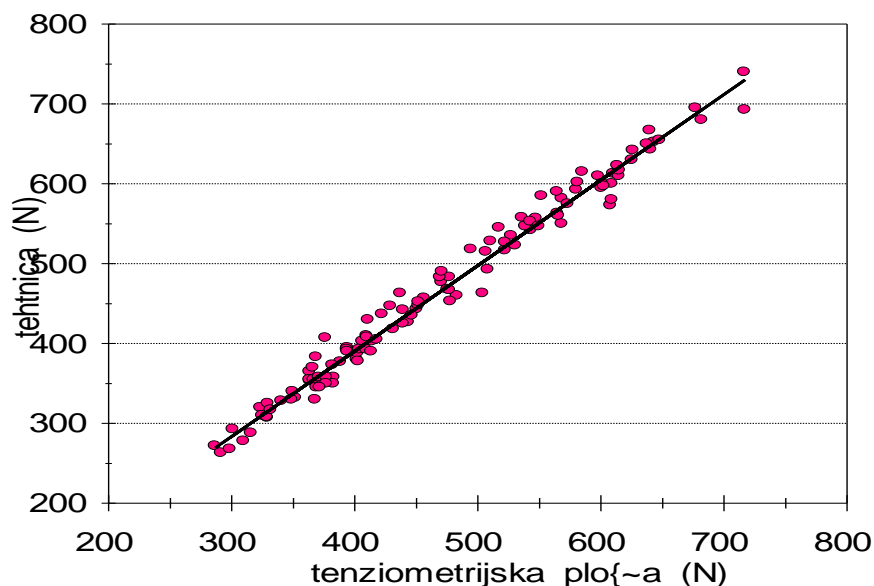
Za primerjavo so bili uporabljeni rezultati štirih merjencev, ki so bili izmerjeni istočasno s tehtnico in tenziometrijsko ploščo. Njihovi korelacijski koeficienti med tehtnico in tenziometrijsko ploščo so se gibali od 0.971 do 0.981.

S pomočjo regresije so dobljeni naslednji rezultati:

Skupna varianca	0.984
Korelacija	0.992
Standardna napaka ocene	15.004
Smerni koeficient premice	1.071
Odsek na Y osi	- 37.739

Na osnovi dobljenih visokih povezav in nizke standardne napake ocene je mogoče sklepati, da so rezultati tehtnice dovolj primerljivi z rezultati tenziometrijske plošče.

Rezultate je možno prikazati tudi v korelacijskem grafikonu, kjer grafično, s pomočjo korelacijskega oblaka, prikažemo odstopanja od maksimalne povezanosti med tenziometrijsko ploščo in tehtnico.

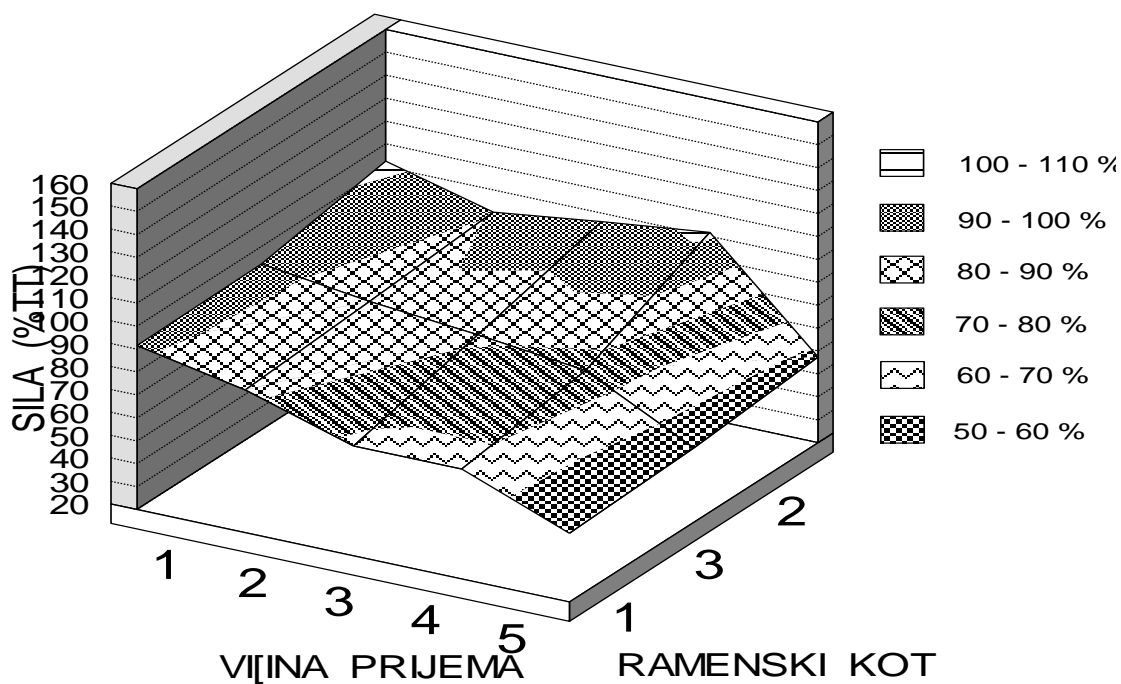


Graf 45: Korelacijski grafikon štirih merjencev.

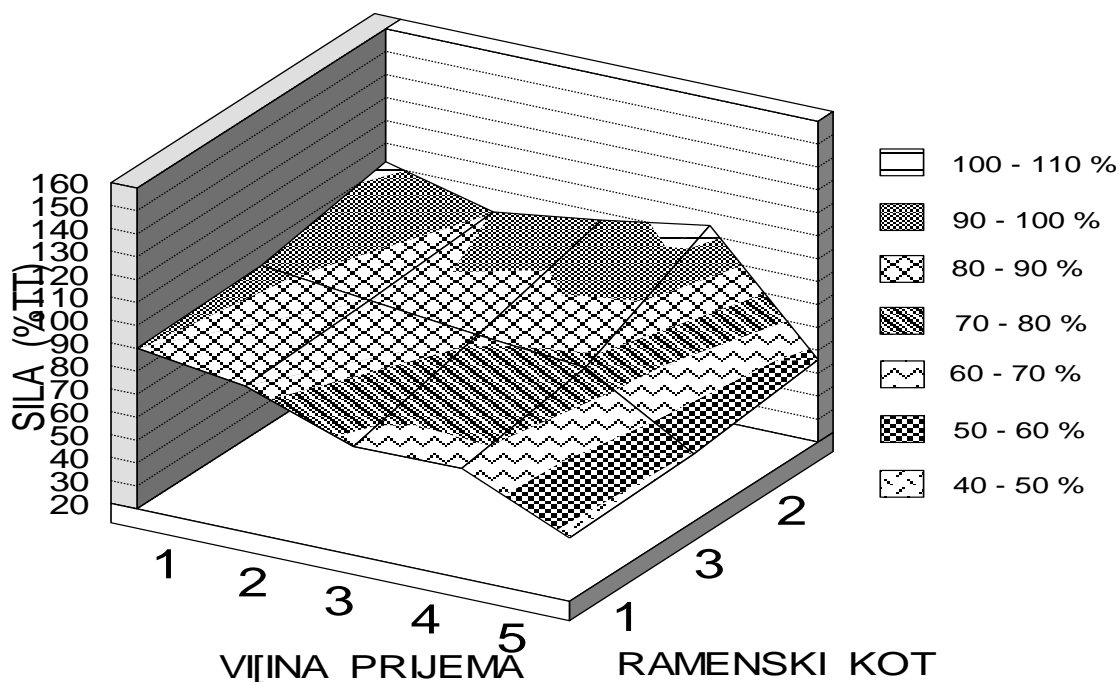
Graf 45 prikazuje odstopanja od maksimalne povezanosti med tehtnico in tenziometrijsko ploščo. Na x osi so prikazane vrednosti tenziometrijske plošče, na y osi pa vrednosti odvisne spremenljivke (rezultati tehtnice). Točke prikazujejo posamezne vrednosti tehtnice glede na tenziometrijsko ploščo. Premica predstavlja regresijsko krivuljo, ki je zelo dobro vidna saj so individualni odkloni majhni.

Velika korelacija med tehtnico in tenziometrijsko ploščo kaže, da bo lahko tehtnica dovolj dober pokazatelj sile potega. Primerjava meritev pri tehtnici bo mogoče le, če bo posameznik izvajal test vedno na isti tehtnici in po možnosti z enako velikim dodatnim bremenom.

Za primerjavo lahko prikažemo tudi graf spreminjanja sile potega dobljen z rezultati tenziometrijske plošče in z rezultati tehtnice.



Graf 46: Krivulja spreminjanja sile potega dobljena s pomočjo tenziometrijske plošče pri merjencu z nedominantno roko.



Graf 47: Krivulja spreminjanja sile potega dobljena s pomočjo tehtnice pri istem merjencu z nedominantno roko, kot graf 46.

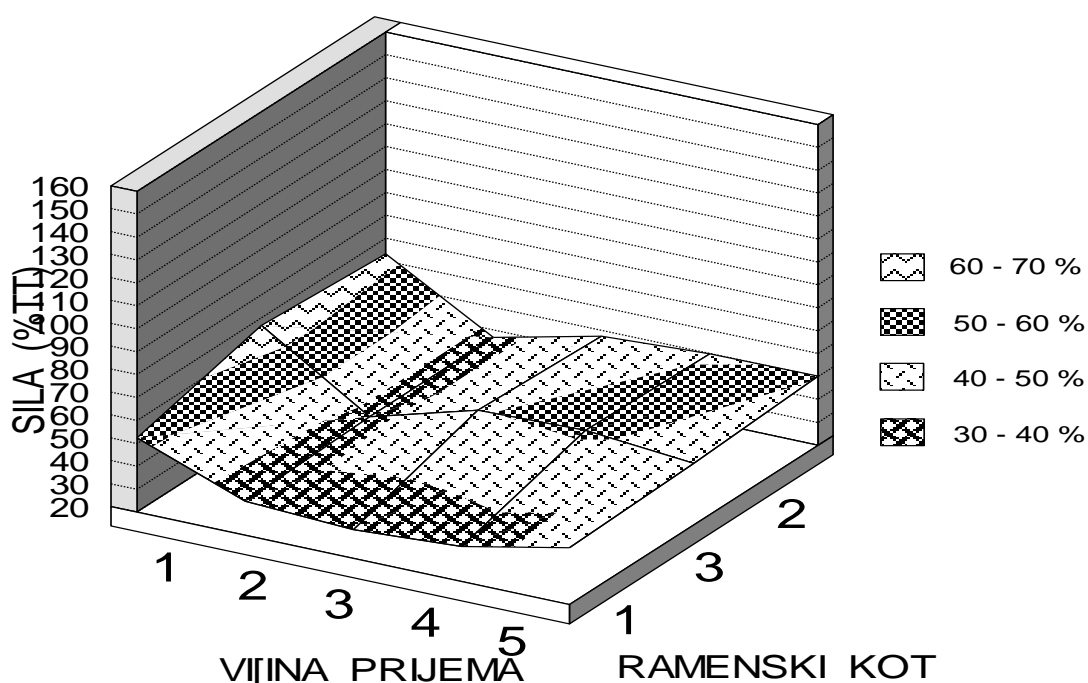
Graf 46 prikazuje spreminjanje sile potega dobljena s pomočjo tenziometrijske plošče pri merjencu z nedominantno roko, graf 47 pa prikazuje spreminjanje sile potega dobljena s pomočjo tehtnice pri istem merjencu z nedominantno roko.

Krivulji spreminjanja sile potega (graf 46 in 47) sta si zelo podobni. Prišlo je sicer do nekaj manjših odstopanj pri vrednosti sile, vendar ta odstopanja ne pomenijo bistvenih vsebinskih sprememb. Najvišja sila potega je bila pri krivulji spreminjanja sile potega dobljena s pomočjo tenziometrijske plošče (graf 46) pri prvi višini prijema v drugem ramenskem kotu (102%), pri krivulji spreminjanja sile potega dobljena s pomočjo tehtnice (graf 47) pa je največjo silo potega merjenec razvil pri četrti višini prijema v drugem ramenskem kotu (104%). Najnižjo silo potega je merjenec pri obeh načinih merjenja razvil pri peti višini prijema v prvem ramenskem kotu. Pri tenziometrijski plošči je bila ta vrednost 50%, pri tehtnici pa je bila nekoliko nižja (48%). Pri spreminjanju sile potega glede na ramenske kote, je pri obeh krivuljah mogoče ugotoviti, da je merjenec razvil največjo silo potega v drugem ramenskem kotu, nekoliko manjšo v tretjem kotu in najmanjšo v prvem ramenskem kotu.

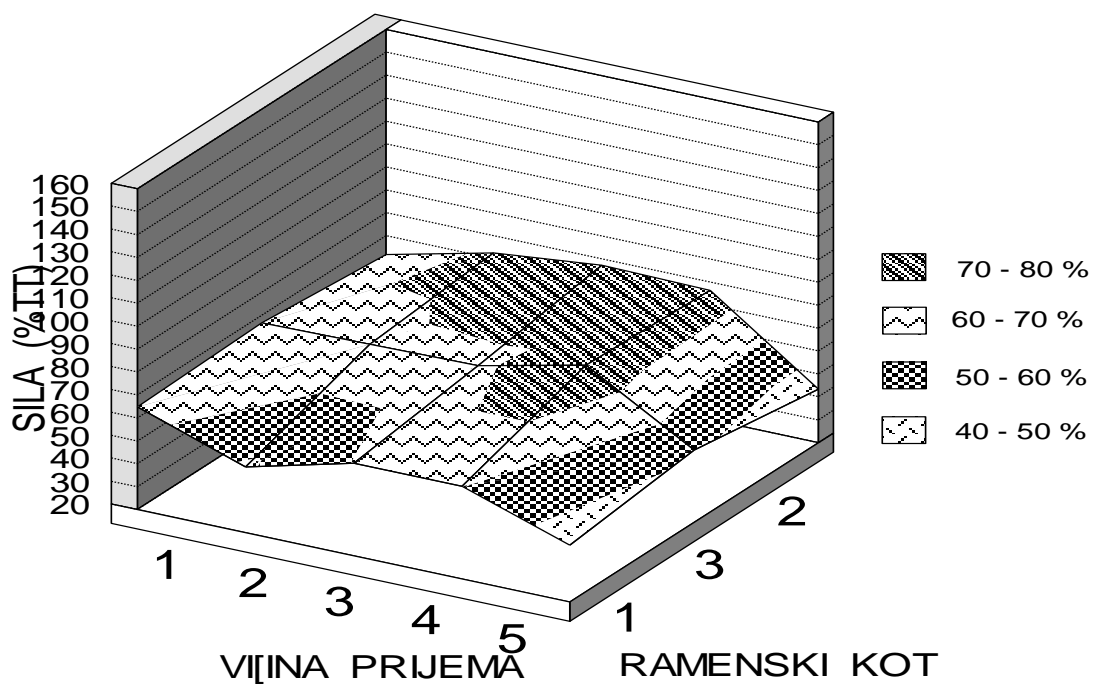
Prikazana je krivulja z najmanjšim odstopanjem. Vendar tudi pri drugih krivuljah, kjer so ta odstopanja nekoliko večja, lahko ugotovimo, da so konfiguracije krivulj zelo podobne krivuljam dobljenim s pomočjo tenziometrijske plošče, le da je nivo sile potega nekoliko nižji. Pri krivuljah dobljenih s pomočjo tehtnice se prav tako lepo vidijo kritične točke vsakega posameznika, medtem ko nivo sile potega ne prikazuje čisto prave vrednosti.

Za primerjavo sta prikazani še dve krivulji spreminjanja sile potega dobljeni s tehtnico. Razlike je mogoče primerjati s krivuljama, ki sta prikazani v dodatku diplomske naloge.

Graf 48 prikazuje krivuljo spreminjanja sile potega dobljena s pomočjo tehtnice pri devetem merjencu z nedominantno roko. Največjo vrednost sile potega je merjenec dosegel pri prvem prijemu v tretjem ramenskem kotu (67%), najmanjšo vrednost pa pri tretjem prijemu v prvem ramenskem kotu (32%).



Graf 30 Krivulja spreminjanja sile potega dobljena s pomočjo tehtnice pri devetem merjencu z nedominantno roko.



Graf 49: Krivulja spreminjanja sile potega dobljena s pomočjo tehtnice pri desetem merjencu z nedominantno roko.

Graf 49 prikazuje krivuljo spreminjanja sile potega dobljena s pomočjo tehtnice pri desetem merjencu z nedominantno roko. Največjo vrednost sile potega je merjenec dosegel pri četrti višini prijema v tretjem ramenskem kotu (78%), najmanjšo pa pri petem prijemu v drugem ramenskem kotu (43%).

5.0 DISKUSIJA

V tem poglavju so prikazane ugotovitve, do katerih smo prišli s pomočjo raziskave.

Osnovni cilj naloge je ugotoviti odvisnost sile potega od pokrčenosti roke. Največja vrednost sile potega je pri popolnoma iztegnjeni roki, kar je tudi povsem razumljivo. Ko je roka iztegnjena v komolčnem sklepu, pri potegu delujejo v največji meri mišici latissimus dorsi in pectoralis major, ki sta veliki in močni mišici. Prva višina prijema je bila pri meritvah najbolj kritična. Merjencem je bilo povedano, da morajo vleči z roko, to pomeni, da morajo roko, ki je popolnoma iztegnjena, pri potegu nekoliko pokrčiti v tisti smeri, ki jo zahteva ramenski kot. S tem je bilo preprečeno, da bi merjenci vlekli poteg samo z ramo oz. da bi se "obesili" na ramo in da bi roka pri tem ostala iztegnjena. Pri prvem in poljubnem ramenskem kotu v glavnem ni bilo problemov s pokrčenostjo roke v komolčnem sklepu, ker sta položaja za merjence čisto naravna. Zelo veliko problemov pa so imeli merjenci pri drugem ramenskem kotu, kjer so morali medialno rotirati nadlaket tako, da je bil komolec obrnjen naprej. Pri tem je moral prijem obroča ostati nadprijem oz. podlaket je morala biti v pronaciji. To je bil za merjence zelo nenaraven položaj roke. Večina tega položaja sploh ni mogla vzpostaviti in je bil drugi ramenski kot manjši kot 90° oz. se je zelo približal poljubnemu ramenskemu kotu. To se lepo vidi tudi pri krivuljah sile potega. Pri opazovanju grafa spreminjanja sile potega pri vseh merjencih z dominantno roko (graf 2), je mogoče videti, da je sila potega pri prvi višini prijema v drugem in tretjem ramenskem kotu približno enako velika. Pri nedominantni roki (graf 3) pa je sila potega pri poljubnem ramenskem kotu nekoliko nižja, kot pri drugem kotu. Iz tega je možno sklepati, da so merjenci za poljuben ramenski kot izbrali položaj, ki je za njih najbolj naraven, čeprav v tem položaju ne morejo razviti največje sile potega. Do podobnih ugotovitev je mogoče priti pri večini merjencev, čeprav je tudi nekaj izjem.

Pri eksperimentu je bila določena za prvo višino prijema popolnoma iztegnjena roka, ker se tudi pri zgibu z eno roko poteg začneja pri povsem iztegnjeni roki. Vendar so merjenci nalogo večinoma izvajali tako, da so poteg vlekli z ramo, pri tem pa so imeli roko popolnoma iztegnjeno in jo niso pokrčili, kot bi jo morali. Če bi za prvi prijem bila določena višina prijema z obema rokama, pri čemer se merjencem ne bi bilo potrebno maksimalno iztegniti, bi merjenci lažje, že v začetni fazi potega, nekoliko pokrčili roko in jo usmerili glede na ramenski kot. S tem bi bili rezultati veliko bolj primerljivi, saj bi vsi merjenci enako izvajali testno nalogo. V našem primeru pa so nekateri poteg vlekli z roko in je krivulja sile potega nekoliko nižja kot pri tistih merjencih, ki so poteg vlekli predvsem z ramo (priloga). Zato je mogoče sklepati, da rezultati sile potega pri prvem položaju morda ne kažejo povsem prave vrednosti.

Pri primerjavi testne naloge z zgibom, je mogoče ugotoviti, da zgib merjenci začnejo zelo sunkovito in preidejo v fazo pokrčene roke, potem pa morajo samo še vleči do "konca", dokler brada ne preide višino žrdi. Pri našem testu merjenci tudi pri prvi višini prijema niso smeli sunkovito razvijati sile potega, temveč so morali maksimalno silo razviti v približno treh sekundah. Pri meritvah športnih plezalcev bi morali merjence bolj opozoriti na to, da morajo zgib vleči enakomerno in ne sunkovito, ker samo na tak način postanejo rezultati primerljivi. Vsi merjenci morajo testno nalogo izvajati na enak način. Zato tudi naši rezultati sile potega pri prvem prijemu niso primerljivi, ker se vsi merjenci niso držali predpisanih pravil.

Rezultati drugega, tretjega in četrtega prijema so najbolj realni, saj je roka pokrčena in jo lahko merjenci z lahkoto obrnejo glede na ramenski kot. V teh primerih predstavljajo rezultati realno silo potega, ki jo lahko merjenec razvije z določeno roko pri posamezni višini prijema in v določenem ramenskem kotu. Pri teh prijemih je bilo mogoče ugotoviti, da je sila potega pri drugem in tretjem ramenskem kotu približno enako velika, medtem ko je pri prvem kotu občutno manjša. Iz tega je mogoče sklepati, da je položaj roke pri prvem ramenskem kotu zelo neugoden za razvoj sile potega. Pri drugem ramenskem kotu ima predvsem latissimus dorsi, ki je zelo močna mišica, največjo ročico, zato lahko razvije dosti večjo silo, kot pri prvem kotu. Dolžina mišice pectoralis major - pars sternocostalis je pri drugem ramenskem kotu krajša, kot pri prvem ramenskem kotu, zato lahko razvije v drugem kotu manjšo silo. Njena dolžina se krajša tudi od prve višine prijema do pete višine, kjer je njena dolžina najmanjša. Mišice, ki so preveč raztegnjene ali preveč pokrčene ne morejo razvijati velike sile. Največjo silo lahko mišica razvije pri svoji normalni dolžini. Pri razvoju sile je pomemben tudi fiziološki presek mišice. Mišica latissimus dorsi ima dosti večji fiziološki presek (Tabela 2), kot pectoralis major - pars sternocostalis. To pomeni, da lahko razvije dosti večjo silo in s tem več pripomore pri sili potega. (Proporcionalno glede na velikost fiziološkega preseka mišice in glede na ročico lahko določimo velikost navora, ki ga razvije posamezna mišica v ramenskem sklepu.) Zato so dobljene tudi večje vrednosti sile potega v drugem kotu, kot pa v prvem ramenskem kotu, ki je za najmočnejšo mišico, latissimus dorsi, najmanj ugoden.

Pri poljubnem ramenskem kotu so dobljeni zelo podobni rezultati kot pri drugem kotu. Prednost poljubnega kota je v tem, da ni potrebno z mišicami kompenzirati pravilnega ramenskega kota roke, tako kot pri prvem in drugem kotu, temveč merjenec postavi roko v položaj, kjer so mišice, ki izvajajo fleksijo in ekstenzijo, v ravnovesju. Ko je nadlaket v odročanju, ni v najbolj sproščenem položaju, temveč ta položaj kompenzirajo predvsem zadajšnja vlakna deltoideusa. Če pa je nadlaket v fleksiji, jo v tem položaju zadržujejo predvsem pectoralis major - pars clavicularis in sprednja vlakna deltoideusa. Pri ramenskem kotu približno 45° so mišice, ki izvajajo gibanja glede na horizontalno ravnino ramenskega sklepa v ravnovesju in lahko tiste mišice, ki izvajajo addukcijo v največji meri pripomorejo pri gibanju. Pri opazovanju preglednice 4 je mogoče ugotoviti, da so tudi merjenci silo potega v tretjem kotu razvijali nekje med 40° in 46° (pri drugem, tretjem in četrtem prijemu).

Merjenec je moral držati obroč pri vseh položajih v nadprijemu, kar je pomenilo, da je morala biti podlakt v pronaciji. Idealni položaj za razvoj sile pri bicepsu predstavlja supinirana podlaket, medtem ko se pri pronirani podlakti radius medialno rotira in se s tem premakne tudi nasadišče bicepsa (tuberositas radii). Tako biceps ni več v položaju, kjer lahko razvije maksimalno mišično silo. V drugem in tretjem ramenskem kotu je bil položaj za biceps zelo neugoden, medtem ko pri prvem ramenskem kotu ni bilo potrebno tako močno rotirati podlaket in je lahko biceps več pripomogel pri razvoju sile potega.

Pri peti višini prijema so bile vrednosti sile potega daleč najnižje. Skoraj vsi merjenci imajo svojo kritično točko prav pri tej višini prijema. Iz tega je mogoče sklepati, da imajo merjenci pri maksimalni obremenitvi največje probleme v zaključni fazi zgiba. Pri najnižjem prijemu se dolžina mišic zelo skrajša, zmanjša pa se tudi velikost ročice. Zato je tudi razumljivo, da ima sila v tem položaju najnižjo vrednost. Tako kot pri vseh prijemih, se tudi pri petem, pojavljajo najnižje vrednosti sile potega prav pri prvem ramenskem kotu. Merjenec je lahko roko v tem položaju pritegnil največ do trupa, medtem ko je pri drugem in pri poljubnem kotu roko potegnil tudi v zaročenje

in s tem razvil nekoliko večjo silo potega. Zaradi omenjenih načinov vlečenja je verjetno tudi prišlo do statistično pomembne razlike med rokama pri petem položaju in prvem ramenskem kotu. Nekateri merjenci verjetno niso zaključili potega v prvem ramenskem kotu pri trupu, temveč so potegnili tudi v zaročenje in s tem razvili nekoliko večjo silo potega.

Pri eksperimentu so bile višine posameznih prijemov določene na 25% natančno, glede na maksimalno višino prijema popolnoma iztegnjene roke (100%) in višino prijema pri pokrčeni roki v višini rame (0%). Višina prijema je bila določena s pomočjo verige, do 1.8 centimetrov natančno. Iz anatomskega vidika bi bilo bolje določati višino prijema s pomočjo kotov med nadlaktjo in trupom, ker je dolžina mišice in njena ročica odvisna tudi od kota v ramenskem sklepu. Zato so bili merjeni tudi koti med nadlaktjo desne roke in trupom.

Dobljene povprečne vrednosti pri kotih med nadlaktjo in trupom:

1. višina prijema	$156.6^{\circ} \pm 5.3$
2. višina prijema	$130.0^{\circ} \pm 11.5$
3. višina prijema	$103.6^{\circ} \pm 9.4$
4. višina prijema	$72.9^{\circ} \pm 14.9$
5. višina prijema	$18.8^{\circ} \pm 13.4$

Iz dobljenih rezultatov je mogoče ugotoviti, da je razlika med posameznimi višinami prijemov približno od 20% do 39.3%. Izmerjeni koti med nadlaktjo in trupom povsem ne ustrezajo razmerju pri višinah prijemov. Do razlik je lahko prišlo zaradi zaokroževanja na člen natančno pri določevanju višine prijema, zaradi neenakega razmerja med nadlaktjo in podlaktjo pri posameznih merjencih ali pa zaradi transformacije linearne mere v kotno mero. Eden od vzrokov je lahko tudi premik oprijemališča (obroč) od vertikalne osi ramenskega sklepa med samim potegom. Merjenci so med potegom obroč nekoliko premaknili od vertikalne osi ramenskega sklepa in zato so verjetno nastale tudi razlike v kotih med nadlaktjo in trupom.

Pri proučevanju mišic, ki največ pripomorejo pri sili potega v posameznih položajih, bo potrebno višine določati s koti med nadlaktjo in trupom. Za prakso pa je način, ki smo ga uporabili, boljši in enostavnejši.

Pri naslednjih meritvah bi lahko oprijemališče (obroč) bolj pritrdili oz. fiksirali in s tem preprečili merjencem, da bi ga odmikali od vertikalne osi ramenskega sklepa. Dodatno bi ga lahko pritrdili iz obeh strani ali pa bi verigo, na kateri je visel obroč, zamenjali s kovinsko palico, ki bi imela na 1.5 centimetrov narazen luknje, skozi katere bi lahko palico tudi pritrdili. Na ta način bi bili pogoji izvajanja meritev še bolj kontrolirani in zato bi bili rezultati primerljivejši.

Primerjava rezultatov raziskave s tehniko plezanja je tudi zelo pomembna. V navpičnih in previsnih ploščah ima plezalec največkrat tri oporne ploskve, zelo redko dve. Pri takem plezanju je zelo pomembna oddaljenost težišča telesa od stene, ki mora biti kar najmanjša. Sila potega na oprimku, pri simulaciji testa v steni, se izvaja predvsem v prvem ramenskem kotu, kjer je roka v odročanju. Prav v tem kotu pa lahko merjenci razvijejo najmanjšo silo potega. Vendar si pri tem plezalci veliko pomagajo z nogami, tako da roke ne dvigujejo cele telesne teže. Problem pa se pojavi pri prehodih iz strehe v navpično ploščo, kjer morajo velikokrat blokirati skoraj celo težo v prvem ramenskem kotu. Naloga se zelo oteži, če je oprimek še oddaljen od težišča telesa. Zato bi bilo mogoče smiselno posvetiti del treninga tudi potegu oz.

blokiranju v prvem ramenskem kotu, da bi se vrednosti sile potega približale vrednostim sile pri drugem oz. tretjem ramenskem kotu. V strehah oz. zelo previsnih ploščah je pomembna predvsem sila potega v poljubnem ramenskem kotu, ki je pri nekaterih merjenjih zelo velika. Pri takem plezanju je največkrat skoraj cela telesna teža na rokah in plezalec se mora zadržati oz. dvigniti telo. V strehah mora plezalec velikokrat blokirati na eni roki in z drugo seči po novem oprimku.

Ugotovitve raziskave bi bilo mogoče koristno uporabiti pri testiranju športnih plezalcev. Skonstruirati bi morali testno nalogo, ki ne bi vsebovala vseh položajev roke, kateri so bili merjeni pri raziskavi. Vključenih bi lahko bilo npr. vseh pet višin prijemov oz. samo prvo, drugo, četrto in peto višino, ker je bil nivo sile potega pri tretji višini prijema skoraj pri vseh merjenjih med nivojem sile pri drugem in četrtem prijemu. Padci sile potega so se pojavljali predvsem v drugem in petem prijemu, zato bi lahko bil tretji prijem izpuščen. Glede na ramenske kote bi bila merjena sila potega samo v poljubnem ramenskem kotu, lahko pa tudi v prvem ramenskem kotu, ker pri plezanju velikokrat pride do situacije, ko mora plezalec blokirati ali potegniti v prvem ramenskem kotu.

Ugotovitve raziskave bi lahko vplivale tudi na trening športnih plezalcev. V skupini merjencev sta bila dva merjenca (šesti in deveti merjenec), ki sta že pred meritvami trenirala čisto specifičen gib. Njuni krivulji sile potega sta pri tretji, četrthi in peti višini prijema dosegle nekoliko višji nivo v primerjavi s silami potega pri drugih prijemih. Na osnovi njunih rezultatov je mogoče ugotoviti, da lahko s specifičnim treningom dvignemo določen nivo sile potega pri določenem položaju. Pri treniranju celega potega ne prihaja do generalne adaptacije cele verige mišičnih skupin. Razmerja pri deležu posameznih mišic so med položaji spremenljiva na račun spreminjanja njihovih dolžin in ročic. S specifičnim treningom posameznih položajev je mogoče vplivati na razvoj določenih mišičnih skupin, ki pri določenem položaju roke največ pripomorejo pri razvoju sile potega. Iz krivulje vsakega merjenca se lahko razbere, v katerem položaju razvije najmanjšo silo potega in s specifičnim treningom dvigne ta nivo na višjo raven.

Primerjava rezultatov tehtnice in tenziometrijske plošče je pokazala, da so rezultati tehtnice v dovolj veliki korelaciji z rezultati tenziometrijske plošče in da je tehtnico mogoče uporabljati tudi pri treningu doma ali pri sprotnem preverjanju napredka. S pomočjo tehtnice bi bilo mogoče določiti kritične točke sile potega in meriti izometrično vzdržljivost v moči. Merjenje sile potega na tehtnici bi potekalo po nekoliko drugačnem postopku, kot merjenje sile potega na tenziometrijski plošči. Pri domači uporabi tehtnice bi merjenec stal na tehtnici. S pomočjo trakov bi si izdelal naramnice, ki bi jih obesil preko ramena delovne roke. Na naramnice bi obesil toliko uteži, da ne bi mogel narediti zgiba z eno roko, hkrati pa bi mu služile tudi za ravnotežje. Dobljene rezultate bi si preračunal v silo potega (po formuli na str. 43) in po možnosti izdelal tudi krivuljo sile potega iz katere se lepo vidijo kritične točke oz. nižje vrednosti sile potega.

Meriti bi bilo mogoče tudi vzdržljivost v moči oz. maksimalni čas blokiranja v posameznih položajih. Merili bi padanje maksimalne sile pri določenem položaju roke v določenem času (npr. 1 do 2 minuti). Ta informacija bi lahko bila uporabna za trening vzdržljivostne moči, ker ima pri športnem plezanju vzdržljivost v moči zelo velik pomen. Pomembna je vzdržljivost pri izometričnih in koncentričnih kontrakcijah. Z opisanim testom, bi bilo možno meriti izometrično vzdržljivost v moči in sicer na dva načina. Meriti je mogoče padanje maksimalne sile potega ali

vzdrževanje submaksimalnega nivoja sile potega. Pogojna slaba stran naloge je, da bi morala merjencu pri izvajanju naloge pomagati še ena oseba, ki bi odčitavala velikost sile potega na tehtnici in ga sproti obveščala o nivoju sile.

S pomočjo dosedanjih rezultatov še ni mogoče izdelati neke idealne krivulje sile potega, ker je še vedno premalo informacij. Na osnovi rezultatov je mogoče samo reči s katero roko, v katerem ramenskem kotu in pri katerem prijemu so merjenci razvili katero mišično silo. Za vsako višino prijema je mogoče ugotoviti v katerem ramenskem kotu so merjenci razvili maksimalno silo potega. Vendar na osnovi te informacije ne moremo trditi, da je to idealen položaj za razvoj maksimalne sile potega za določeno višino prijema. Mogoče bi lahko merjenci razvili še večjo silo potega v nekem drugem ramenskem kotu, ki ga pri eksperimentu nismo merili.

Iskreno upamo, da bo naše razmišljanje pripomoglo pri nadaljnji konstrukciji testnih nalog in tudi pri optimizaciji metodike treniranja za športne plezalce.

Vendar je to šele eden od korakov pri izboljšanju meritev športnih plezalcev in njihovega treninga.

6.0 ZAKLJUČEK

Športno plezanje je mlada, toda hitro razvijajoča se športna panoga, ki zahteva pri vrhunskih dosežkih načrtno in sistematično delo. Naši najboljši športni plezalci imajo dvakrat na leto (pred in po sezoni) skupna testiranja motoričnih sposobnosti, ki obsegajo sedemintrideset testov, od tega triindvajset antropometrijskih testov, šest testov gibljivosti in osem testov moči. Vendar bi bilo potrebno razmišljati tudi o novih testnih nalogah, s katerimi bi našim tekmovalcem ponudili še več informacij o njihovih sposobnostih in jim tako omogočili bolj načrtni trening.

S to diplomsko nalogo skušamo prebiti led in razmišljati v tej smeri. Namen naloge je na podlagi izbranega merilnega postopka ugotoviti odvisnost sile potega od pokrčenosti roke. Ta informacija bi lahko bila koristna za kasnejšo konstrukcijo testne naloge.

Vzorec merjencev je sestavljalo devetnajst športnih plezalcev iz članskih, mladinskih in kadetskih vrst, od tega sedem deklet in dvanajst fantov.

Odvisnost sile potega je bila merjena s tenziometrijsko ploščo na kateri je bil postavljen stol, ki je bil dodatno obtežen, da ga merjenci niso mogli dvigniti oz. premakniti. Merjenci so bili na stolu pritrjeni s pomočjo trakov preko medeničnega obroča in prsnega koša, kar jim je preprečevalo, da bi si lahko z različnimi odkloni pomagali pri izvajanju testne naloge. Obroč, ki so ga merjenci držali v nadprijemu, je bil fiksiran s pomočjo verige na posebno železno konstrukcijo, tako da jim je visel točno nad ramo.

Posamezni položaji potega so bili določeni glede na:

- roko s katero je izvajal test (dominantna - nedominantna),
- višina prijema roke (Razdalja, od maksimalno iztegnjene roke do pokrčene roke v višini rame, je bila razdeljena na pet prijemov, med katerimi je bila približno enaka razdalja.),
- ramenski kot v transversalni ravnini (Določeni so bili trije ramenski koti. Prvi (0° - nadlaket v odročanju) in drugi (90° - nadlaket v predročanju) sta bila določena, medtem ko je bil tretji ramenski kot poljubni. Merjencem je bil kot nadlakti pri poljubnem ramenskem kotu prepuščen njihovi presoji, kjer so mislili, da lahko razvijejo največjo silo potega.)

Vsi rezultati sile potega so bili normalizirani. Vsak rezultat je bil izražen z relativno vrednostjo glede na telesno težo merjenca oz. povprečno težo skupine merjencev.

Ugotovljene rezultate lahko strnemo takole:

- Spreminjanje sile potega glede na dominantnost roke, višino prijema in ramenski kot.

Med dominantno in nedominantno roko ni bilo statistično pomembnih razlik pri vrednosti sile potega (razen pri peti višini prijema in prvem ramenskem kotu). Ugotovljeno je bilo, da je nedominantna roka v določenih položajih celo nekoliko močnejša.

Sile potega glede na višino prijema roke so se statistično pomembno razlikovale. Največjo silo so merjenci razvili pri prvem prijemu, popolnoma stegnjeni roki, kar je bilo tudi pričakovano, saj so v tem položaju delovale predvsem mišice trupa, ki so zelo močne mišice. Pri drugem, tretjem in četrtem prijemu je bila sila potega približno enaka, nekje med 80 in 100% sile, preračunane na povprečno težo celotne skupine merjencev. Najmanjšo silo potega so merjenci razvili pri peti višini prijema, ko je bila roka pokrčena v višini rame. V tem položaju so bile mišice zelo skrajšane, zmanjšala se je tudi njihova ročica. Posledica tega je bila tudi manjša sila potega.

Tudi med posameznimi ramenskimi koti so bile statistično pomembne razlike. Pri drugem in tretjem ramenskem kotu so bile sile potega velike in približno enake, medtem ko so se pri prvem ramenskem kotu občutno zmanjšale.

Pri posameznikih lahko sile v posameznih položajih odstopajo od povprečja in s tem dosegajo drugačno razmerje sil glede na višino prijema in ramenski kot.

□ Primerjava rezultatov tehtnice z rezultati tenziometrijske plošče.

Rezultati so pokazali, da je lahko domača tehtnica dovolj dober pokazatelj sile potega v posameznih položajih, saj je bil korelacijski koeficient med tehtnico in tenziometrijsko ploščo 0.992. S pomočjo tehtnice bi bilo mogoče doma določati sile potega v posameznih položajih in na ta način sproti preverjati učinke načrtne vadbe, ki bi bila osnovana na kritičnih točkah vsakega posameznika. Meriti bi bilo mogoče tudi vzdržljivost v moči pri posameznih položajih.

V prihodnosti bi bilo potrebno nekatere stvari pri testni nalogi še dopolniti, tako da bi vsi merjenci enako izvajali testno nalogo in bi bili rezultati primerljivejši. V ta namen bi lahko fiksirali držalo in merjencem preprečili, da bi lahko obroč obračali okoli vzdolžne osi oz. odmikali iz vertikalne osi ramenskega sklepa. Tudi prvo višino prijema bi morali definirati na drugačen način. Določiti bi morali višino prijema z obema rokama, pri čemer se merjenec ne bi maksimalno iztegnil. S tem bi merjencem že v začetni fazi omogočili, da bi roko pokrčili in usmerili glede na ramenski kot in tako vlekli poteg z roko in ne z ramo.

Ugotovitve raziskovalne naloge bi lahko koristno uporabili pri meritvah športnih plezalcev in pri njihovem treningu. S pomočjo testne naloge bi lahko posameznikom ponudili še eno informacijo več o njihovih motoričnih sposobnosti. Dobili bi informacijo o kritičnih točkah oz. v katerem položaju roke lahko razvijejo najmanjšo silo potega. Na osnovi tega, bi lahko s specifičnim treningom izboljšali tiste mišične skupine, ki največ pripomorejo pri razvoju sile potega v določenem položaju.

Upamo, da smo s to raziskavo prebili led in da se bo v prihodnosti še več razmišljalo o izboljšanju meritev športnih plezalcev in njihovega treninga. Nadaljevanje te naloge bi bilo, na osnovi dobljenih rezultatov, skonstruirati testno nalogo in preveriti njene merske značilnosti, ter jo uporabiti za meritve športnih plezalcev.

7.0 LITERATURA

1. Bravničar M.: ANTROPOMETRIJA (Priročnik za študente Fakultete za telesno kulturo in trenerje). Fakulteta za telesno kulturo, Ljubljana 1987.
2. Bošković M. S.: ANATOMIJA ČOVEKA. Medicinska knjiga, Beograd - Zagreb 1984.
3. Dolenc A.: POMEN RAZVOJA GIBLJIVOSTI ZA OPTIMALNO IZVEDBO PLEZALNE TEHNIKE. Diplomsko delo. Fakulteta za šport, Ljubljana 1993.
4. Glowacz S., W. Pohl: RICHTIG FREIKLETTERN. BLV Sportpraxis, München, Wien, Zürich 1992.
5. Högfors C., G. Sigholm, P. Herberts: BIOMECHANICAL MODEL OF THE HUMAN SHOULDER - I. ELEMENTS. Journal of Biomechanics, Vol. 20, št. 2, 1987, stran 157 - 166.
6. Högfors C., G. Sigholm, P. Herberts: BIOMECHANICAL MODEL OF THE HUMAN SHOULDER JOINT - II. THE SHOULDER RHYTHM. Journal of Biomechanics, Vol. 24, št. 8, 1991, stran 699 - 709.
7. Huijing P. A.: MECHANICAL MUSCLE MODELS. V: Komi P. V: STRENGTH AND POWER IN SPORT. Blackwell Scientific Publications, Oxford 1991.
8. Hurn M., P. Ingle: CLIMBING FIT. The Crowood Press, Ramsbury, Marlborough 1988.
9. Jereb B.: VPLIV ELEKTRIČNE STIMULACIJE NA VZDRŽLJIVOST V MOČI PRSTOV NA ROKAH PRI ŠPORTNIH PLEZALCIH. Diplomsko delo. Visoka šola za telesno kulturo, Ljubljana 1988.
10. Kobe V., A. Dekleva, I. F. Lenart, A. Širca, M. Velepčič: ANATOMIJA - skripta za študente medicine (1. del - kosti, sklepi, mišice). Medicinska fakulteta Univerze Edvarda Kardelja, Ljubljana 1988, 36 strani.
11. Leskošek B.: NAVODILA ZA MERITVE ŠPORTNIH PLEZALCEV. Fakulteta za šport, 1990.
12. Leskošek B.: NASTANEK IN RAZVOJ ŠPORTNEGA PLEZANJA. Šport 38 (1990) 3 - 4, stran 11 - 13.
13. Leskošek B.: ŠPORTNO TRENIRANJE. Gradivo za inštruktorski tečaj športnega plezanja, Ljubljana 1992.
14. Romanes G. J.: MANUAL OF PRACTICAL ANATOMY - Volume 1: UPPER AND LOWER LIMBS. English Language Book Society (ELBS), Oxford 1986.
15. TEKMOVALNI PRAVILNIK ZA LETO 1994. Planinska zveza Slovenije, Komisija za alpinizem, Podkomisija za športno plezanje, Ljubljana 1994.

16. Veeger H. E. J., F. C. T. Van Der Helm, L. H. V. Van Der Woude, G. M. Pronk, R. H. Rozendal: INERTIA AND MUSCLE CONTRACTION PARAMETERS FOR MUSCULOSKELETAL MODELLING OF THE SHOULDER MECHANISM. Journal of Biomechanics, Vol. 24, št. 7, 1991, stran 615 - 629.
17. Wood J. E., S. G. Meek, S. C. Jacobsen: QUANTITATION OF HUMAN SHOULDER ANATOMY FOR PROSTHETIC ARM CONTROL - I. SURFACE MODELLING. Journal of Biomechanics, Vol. 22, št. 3, 1989 A, stran 273 - 292.
18. Wood J. E., S. G. Meek, S. C. Jacobsen: QUANTITATION OF HUMAN SHOULDER ANATOMY FOR PROSTHETIC ARM CONTROL - II. ANATOMY MATRICES. Journal of Biomechanics, Vol. 22, št. 4, 1989 B, stran 309 - 325.
19. Šturm J.: OSNOVE ŠPORTNEGA TRENIRANJA (Zapiski predavanj). Fakulteta za šport, Ljubljana 1991/92 (neavtorizirano).

8.0 DODATEK

V dodatku so predstavljeni:

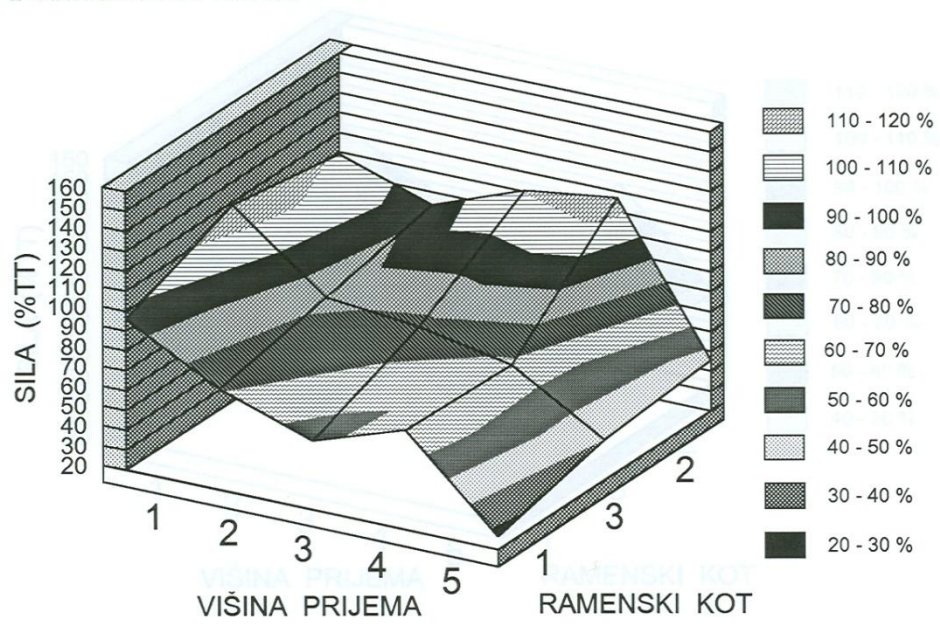
- rezultati sile potega vseh merjencev glede na roko, višino prijema in ramenski kot;
- krivulji spreminjanja sile potega za posameznega merjenca;
- rezultati testa SMMZGIB1 in SMMZGIB iz zadnjega testiranja.

merilnica	FD11	FD12	FD13	FD21	FD22	FD23	FD31	FD32	FD33	FD41	FD42	FD43	FD51	FD52	FD53	FN11	FN12	FN13	FN21	FN22	FN23	FN31	FN32	FN33	FN41	FN42	FN43	FN51	FN52	FN53
M1	466.8	519.9	575.3	344.5	455.0	399.3	265.4	537.5	374.5	340.0	568.9	330.7	130.8	220.8	195.6	639.2	669.0	722.1	601.9	651.4	608.5	545.3	454.1	589.9	390.8	571.8	562.2	296.8	456.0	489.2
M2	543.5	682.1	611.0	463.5	538.9	551.7	288.8	402.2	712.4	569.8	686.9	711.9	373.3	407.9	408.4	709.1	831.5	660.5	597.7	666.8	677.1	553.1	698.7	697.0	561.9	681.2	715.0	415.8	447.8	467.1
M3	531.0	610.4	544.2	363.5	439.8	394.6	402.1	471.0	437.6	394.2	456.9	414.8	323.6	406.5	366.2	508.7	608.2	565.2	376.3	394.6	364.0	388.9	410.0	450.8	363.5	443.8	446.8	349.9	403.0	375.3
M4	404.0	383.6	409.7	375.7	439.7	367.3	287.0	340.8	329.8	383.2	371.3	352.3	329.4	325.4	301.5	483.4	478.2	504.2	377.5	403.1	369.5	368.2	413.7	377.5	316.1	372.2	328.9	291.9	310.0	298.9
M5	580.6	717.2	568.8	517.6	585.4	598.1	477.3	626.6	552.1	527.6	643.7	536.4	376.6	411.1	369.1	609.5	682.2	615.2	547.8	601.6	573.6	452.3	641.0	543.4	452.3	677.4	507.0	332.3	382.3	349.4
M6	476.0	648.0	717.1	538.9	564.9	581.6	494.9	469.8	625.6	510.8	600.9	640.1	429.4	422.8	471.2	568.8	543.3	615.5	565.8	609.3	602.7	477.4	522.7	637.9	522.7	549.9	613.7	410.4	431.6	418.4
M7	695.3	845.7	936.3	614.8	684.3	676.4	584.5	566.5	655.3	510.2	698.0	707.2	376.5	435.4	452.6	736.7	769.6	822.4	593.8	607.4	644.8	512.4	609.1	642.1	581.4	697.1	618.4	379.1	413.2	440.1
M8	490.8	630.1	572.1	389.3	414.8	393.3	378.3	441.1	449.9	454.8	484.2	471.9	358.1	382.3	357.2	461.8	375.7	461.8	360.8	369.1	336.1	377.4	417.9	392.0	422.7	447.8	450.8	344.0	341.0	322.5
M9	384.5	447.4	465.0	301.2	285.3	296.8	292.9	345.3	374.8	304.7	361.1	392.8	340.0	365.5	352.3	354.1	459.3	419.2	282.3	279.6	287.6	288.4	378.3	355.8	332.5	370.8	446.1	350.5	348.8	360.7
M10	486.5	433.0	471.5	471.9	487.0	495.9	456.4	508.7	467.5	481.2	557.4	587.1	385.6	433.5	414.8	452.5	417.0	474.6	425.0	494.1	485.7	453.8	526.0	483.9	470.6	549.9	544.1	372.3	372.4	421.9
M11	405.9	537.5	498.3	416.9	446.3	453.4	414.7	466.6	438.0	443.7	527.3	503.6	424.8	439.8	423.5	475.8	544.5	477.2	432.7	415.1	415.1	382.1	458.2	461.3	505.8	502.3	555.1	467.0	470.1	457.4
M12	566.7	654.1	607.1	507.9	603.6	565.8	370.1	613.2	567.6	390.3	568.0	542.6	389.8	384.1	453.9	591.3	612.4	624.2	576.8	576.8	542.6	515.3	603.2	593.1	453.0	548.7	547.4	403.0	453.0	434.6
M13	687.6	690.3	779.3	649.3	655.0	669.5	610.0	639.5	655.8	457.1	494.6	480.5	358.8	458.0	445.6	607.8	631.6	708.7	612.7	649.7	727.7	634.7	545.7	688.5	493.2	555.8	580.0	374.2	401.1	418.3
M14	461.3	611.7	613.9	451.1	514.2	516.4	363.7	485.9	512.4	380.9	427.2	424.2	301.0	403.0	380.5	475.3	604.7	561.9	398.6	520.4	496.1	366.3	487.7	493.4	344.7	455.5	427.7	369.9	421.5	388.9
M15	786.0	750.3	812.5	551.5	568.7	574.9	612.8	640.1	652.9	567.9	612.3	634.8	475.3	485.8	491.1	869.4	901.6	877.8	538.3	604.4	592.5	607.1	647.2	649.8	574.9	589.9	611.5	518.0	518.0	544.9
M16	832.9	902.2	912.9	678.0	688.6	671.3	624.7	697.1	691.3	698.0	757.5	720.6	481.7	531.5	507.1	796.1	819.2	686.4	640.2	696.2	672.2	632.3	705.5	711.7	744.2	791.2	755.2	592.3	553.7	538.6
M17	424.6	445.8	486.4	444.5	469.6	432.6	437.4	562.2	583.4	495.6	562.7	526.1	307.3	335.2	324.5	483.7	604.1	613.8	439.2	467.0	464.8	359.4	594.9	571.9	381.0	575.5	575.5	332.1	360.7	359.4
M18	512.8	519.1	481.4	385.0	392.8	396.0	419.0	403.9	428.5	399.7	412.7	443.1	324.8	370.9	403.9	438.9	597.7	550.0	365.1	358.8	358.8	372.4	370.3	353.0	381.3	411.2	432.7	399.1	448.9	420.6
M19	496.7	442.2	467.2	246.9	394.3	299.7	327.1	429.6	416.3	293.8	472.2	463.9	289.0	310.4	316.2	442.1	519.7	467.5	255.9	353.7	343.1	355.1	386.5	376.6	401.0	438.2	451.2	300.3	300.9	271.1
poprečje	538.6	603.7	606.8	458.5	506.7	491.3	426.7	507.8	522.4	452.8	540.2	520.2	356.6	396.3	391.3	563.4	614.2	601.5	473.1	511.5	503.3	454.8	519.5	530.0	457.6	538.4	535.2	384.2	412.3	409.3
SD	124.0	140.0	150.9	112.6	105.3	118.3	113.1	101.3	116.5	97.9	108.1	116.7	75.0	66.9	73.6	133.3	137.9	121.4	117.0	124.8	132.3	101.8	108.0	120.5	104.6	112.8	102.6	73.7	64.3	71.8
min	384.5	383.6	409.7	246.9	285.3	296.8	265.4	340.8	329.8	293.8	361.1	330.7	130.8	220.8	195.6	354.1	375.7	419.2	255.9	279.6	287.6	288.4	370.3	353.0	316.1	370.8	328.9	291.9	300.9	271.1
max	832.9	902.2	936.3	678.0	688.6	676.4	624.7	697.1	712.4	698.0	757.5	720.6	481.7	531.5	507.1	869.4	901.6	877.8	640.2	696.2	727.7	634.7	705.5	711.7	744.2	791.2	755.2	592.3	553.7	544.9

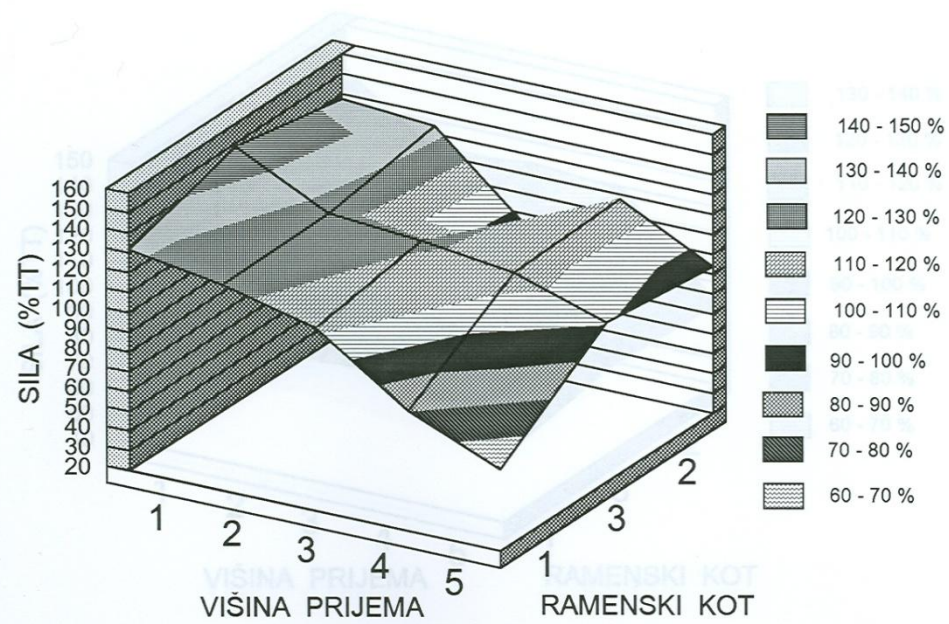
Preglednica 13: Rezultati sile potega vseh merjencev glede na roko, višino prijema in ramenski kot

M 1

DOMINANTNA ROKA

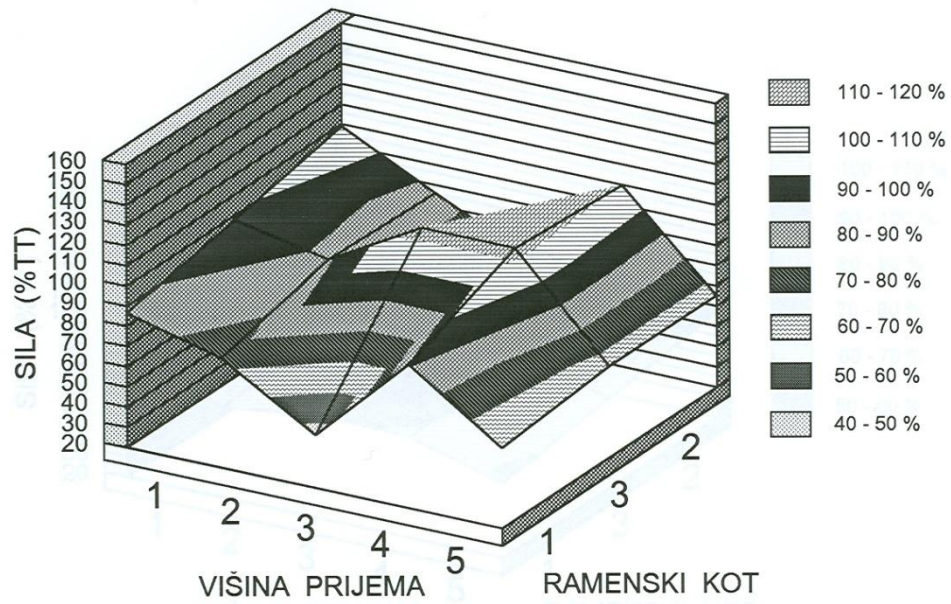


NEDOMINANTNA ROKA



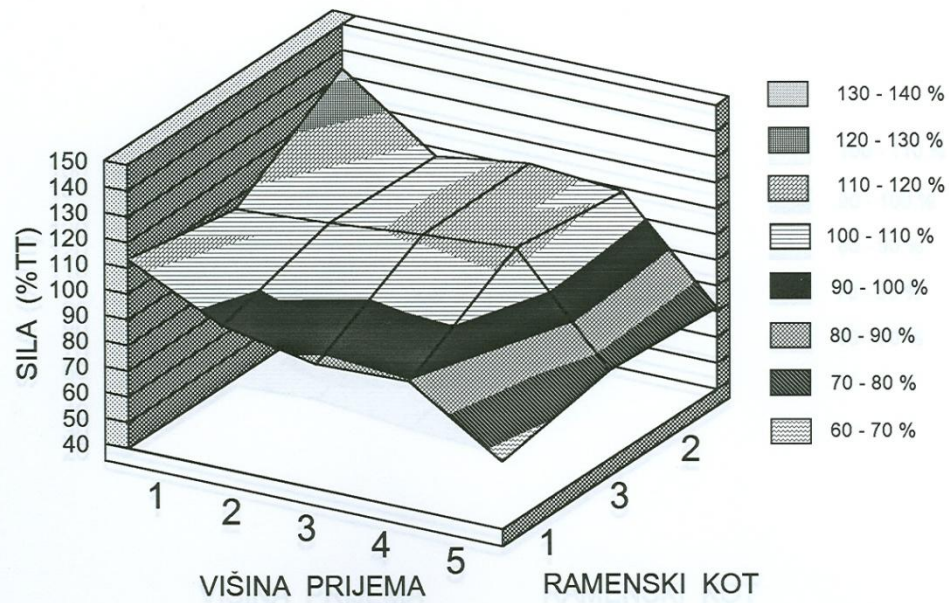
M 2

DOMINANTNA ROKA



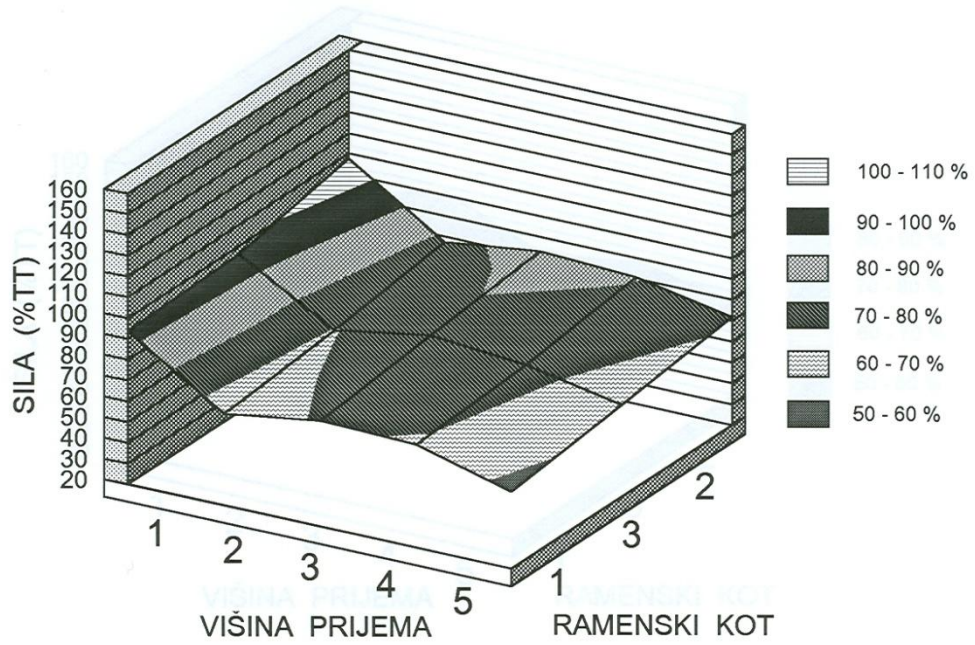
NEDOMINANTNA ROKA

NEDOMINANTNA ROKA

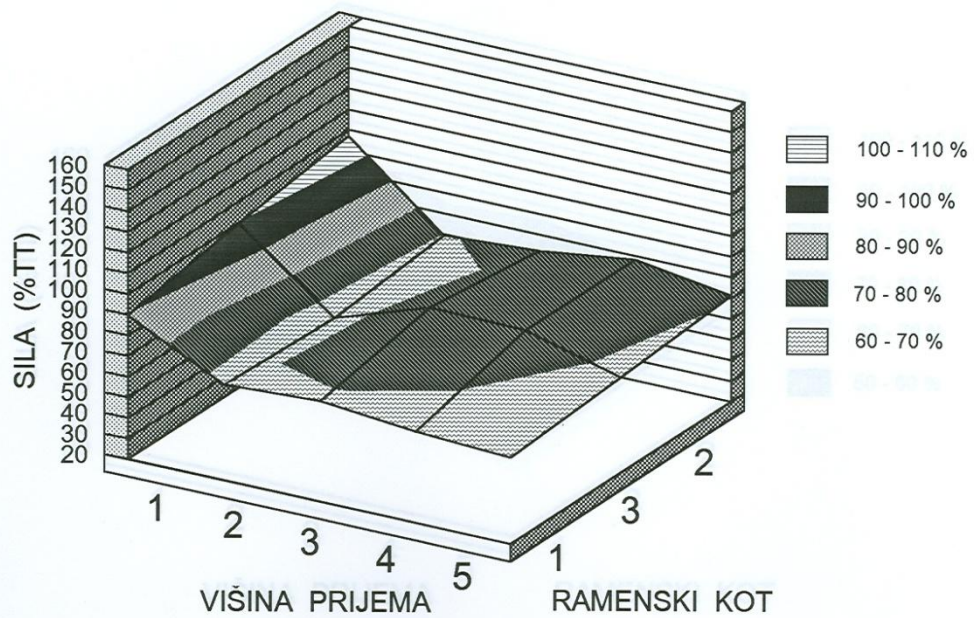


M 3

DOMINANTNA ROKA

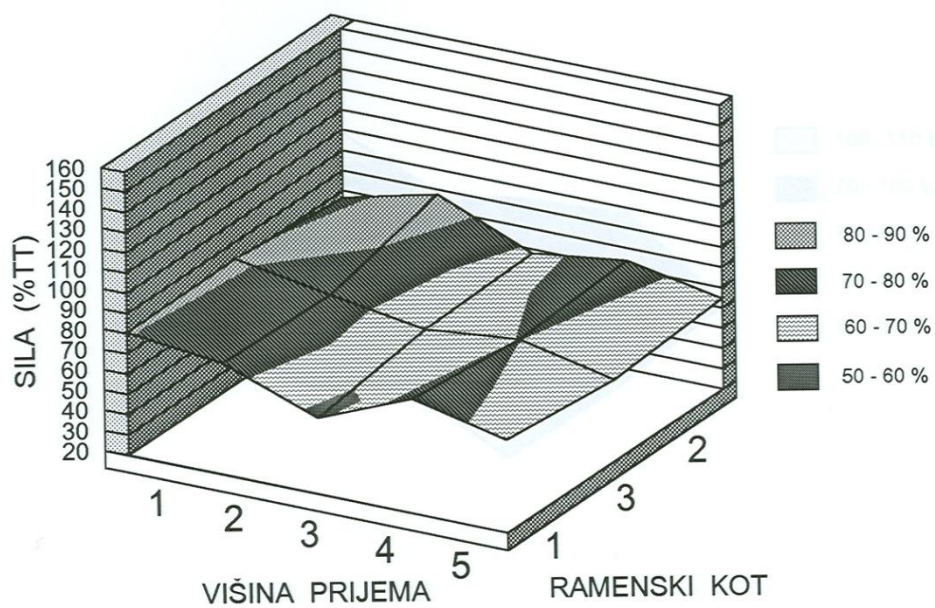


NEDOMINANTNA ROKA

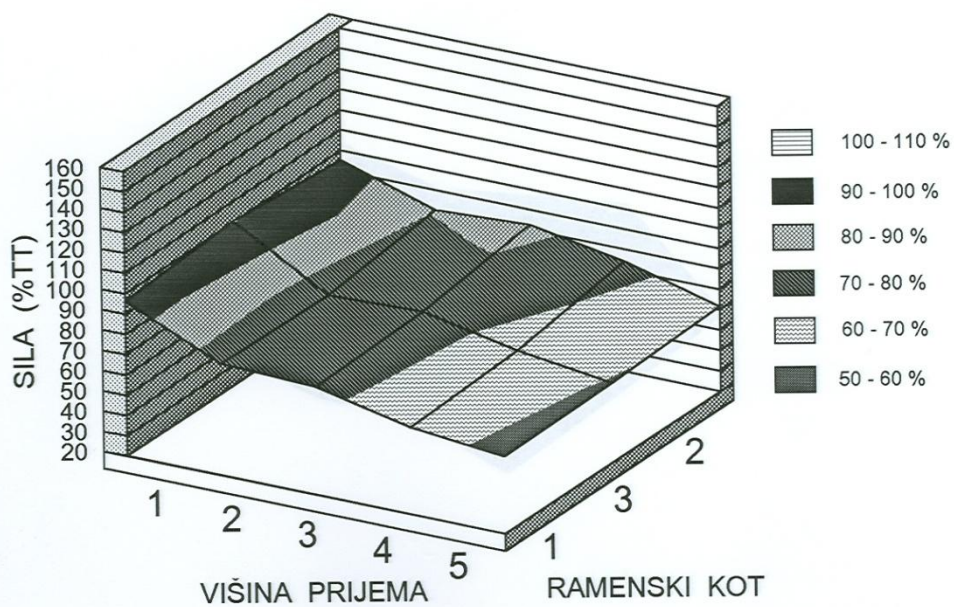


M 4

DOMINANTNA ROKA

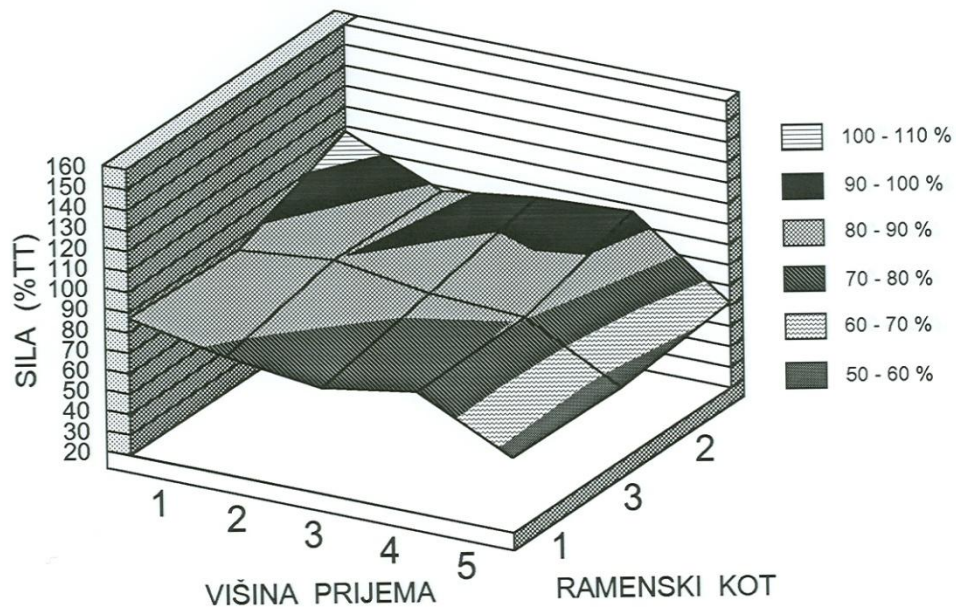


NEDOMINANTNA ROKA

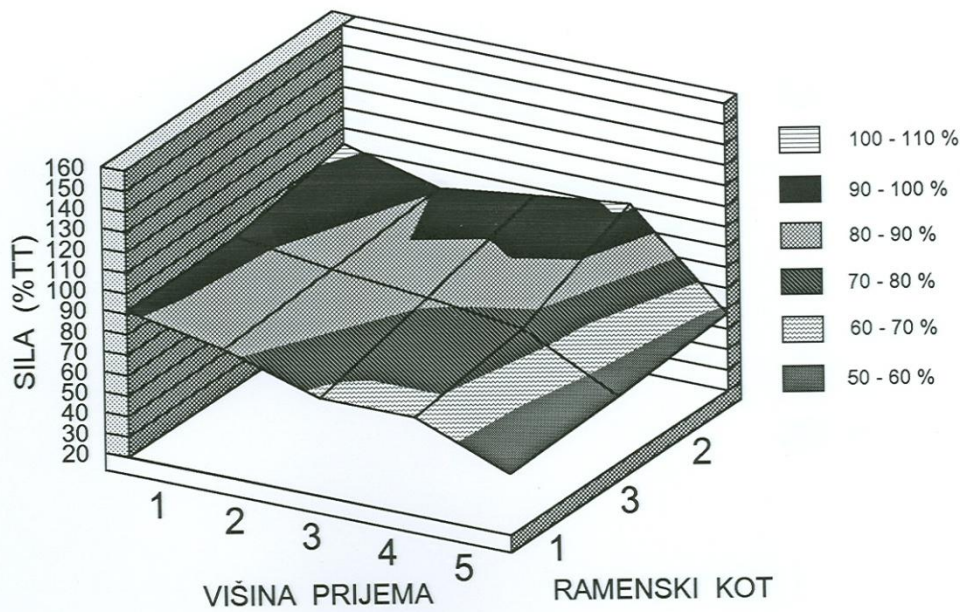


M 5

DOMINANTNA ROKA

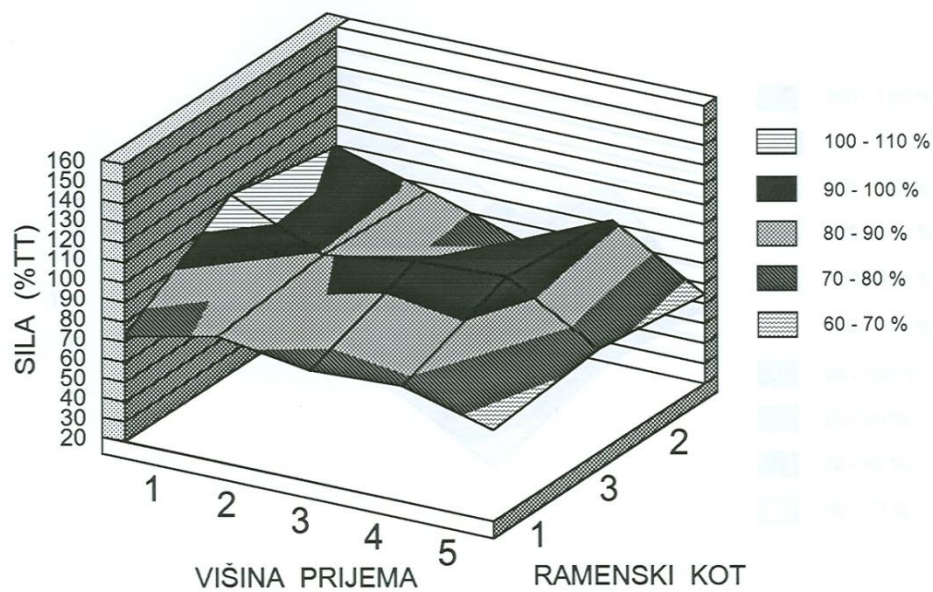


NEDOMINANTNA ROKA

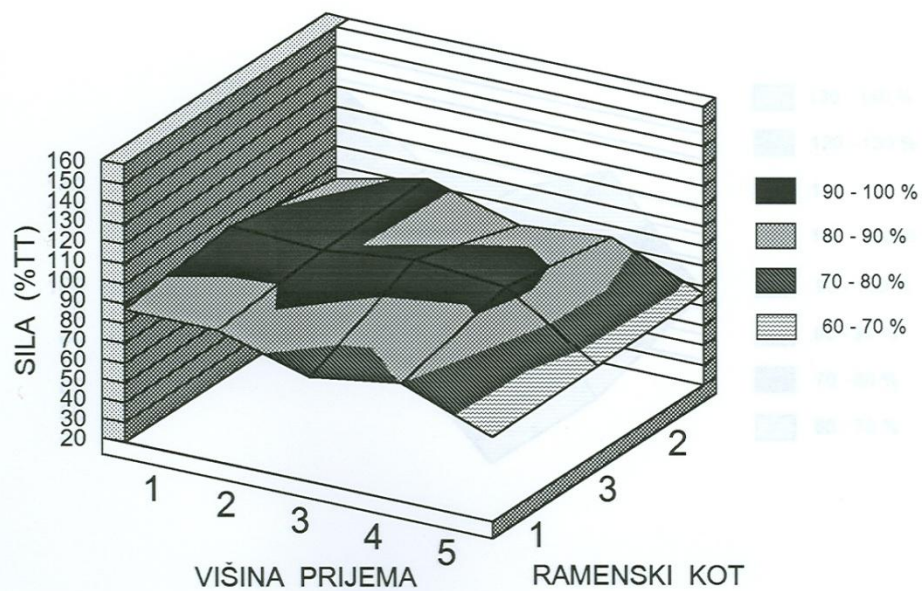


M 6

DOMINANTNA ROKA

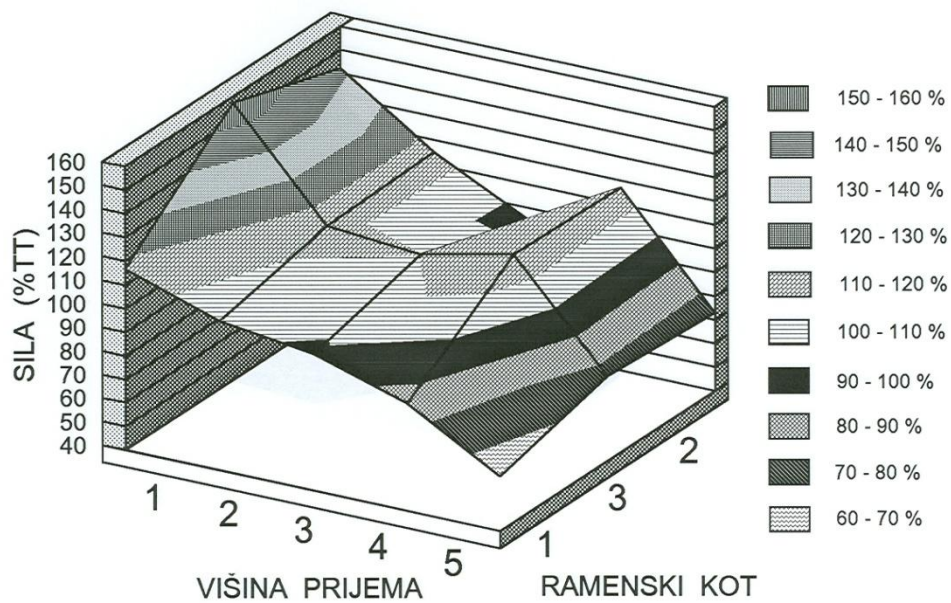


NEDOMINANTNA ROKA

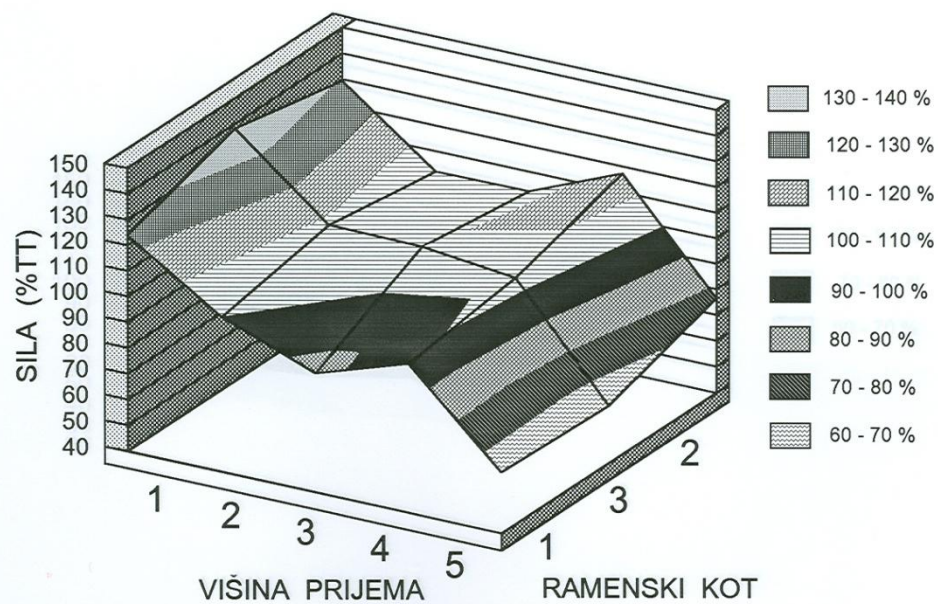


M 7

DOMINANTNA ROKA

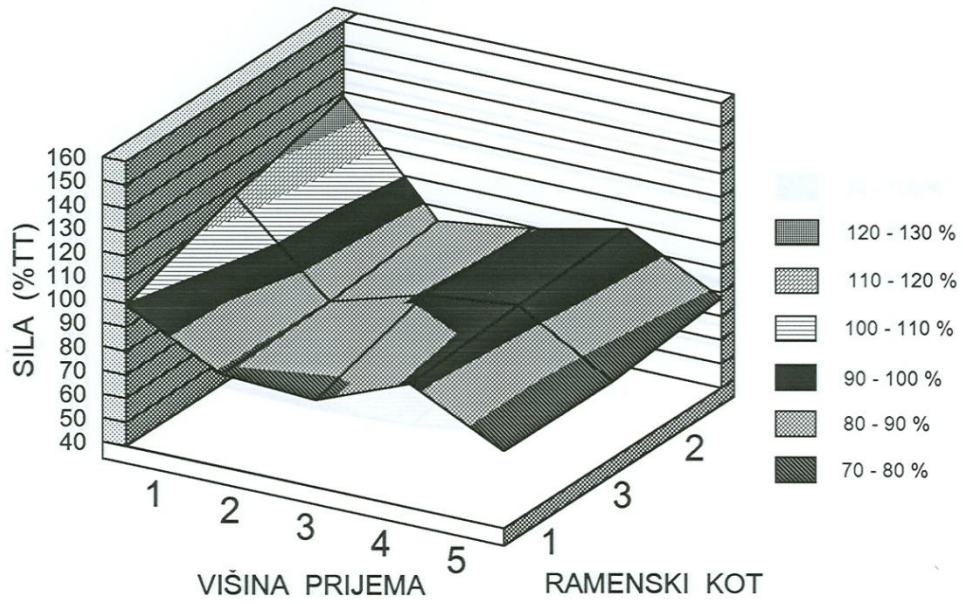


NEDOMINANTNA ROKA

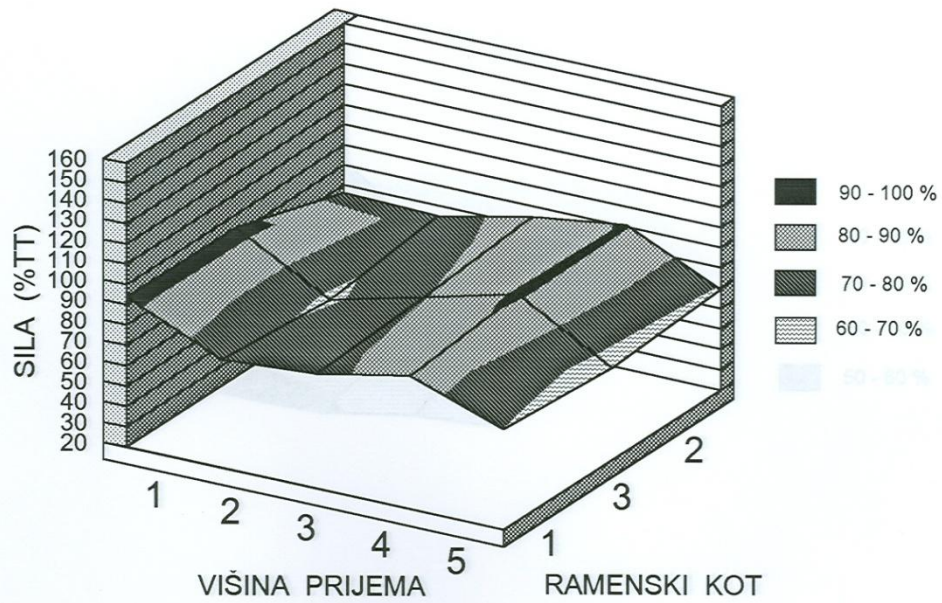


M 8

DOMINANTNA ROKA

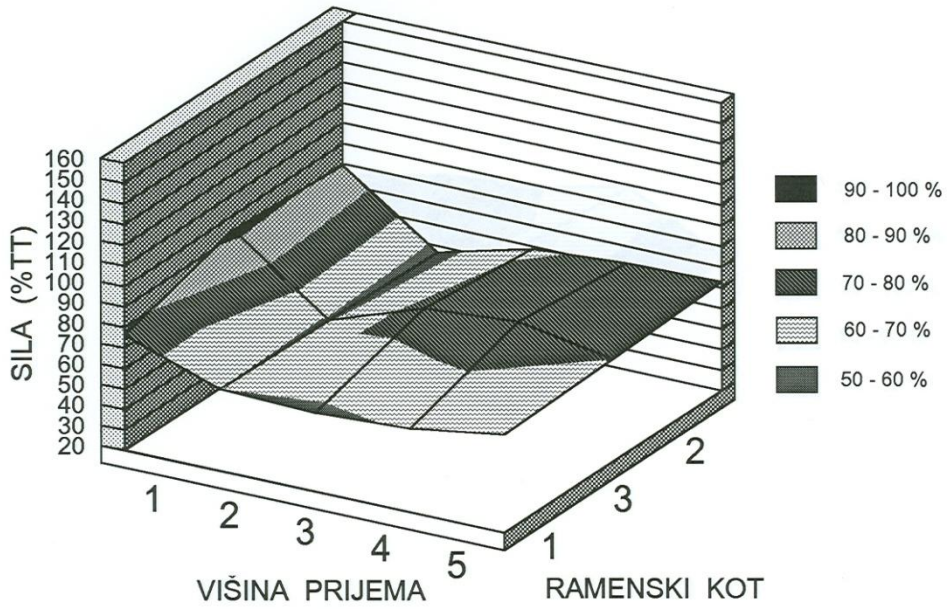


NEDOMINANTNA ROKA

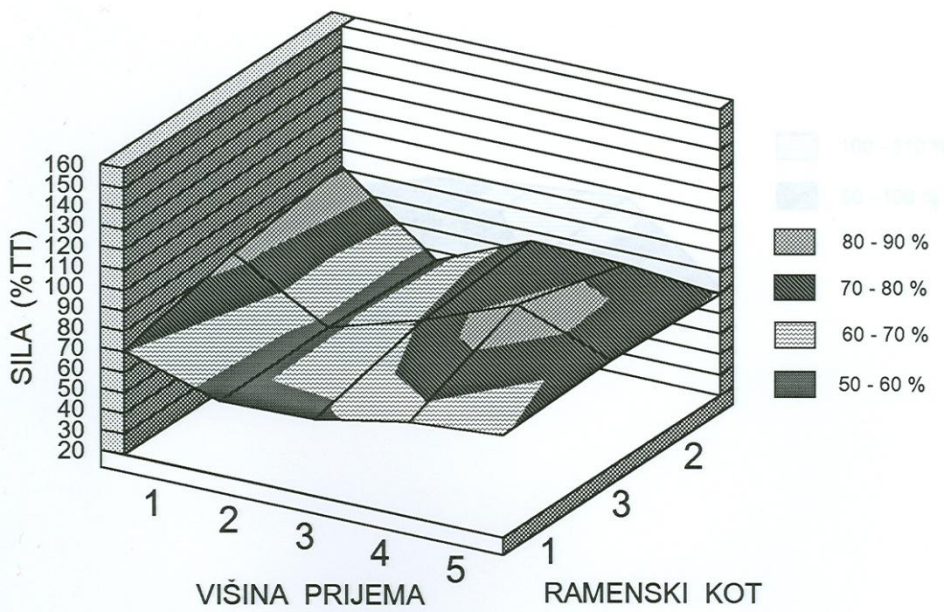


M 9

DOMINANTNA ROKA

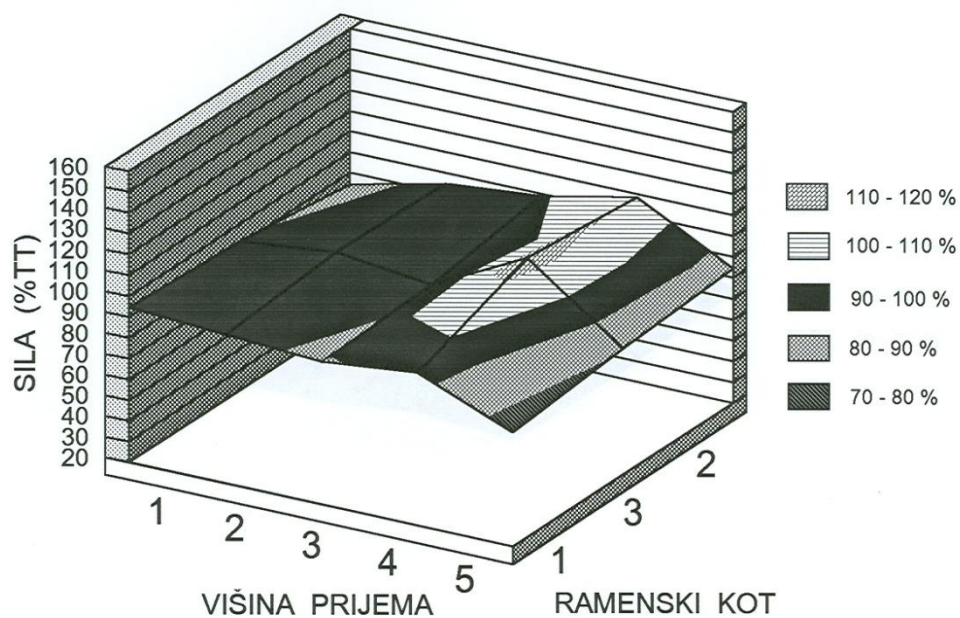


NEDOMINANTNA ROKA

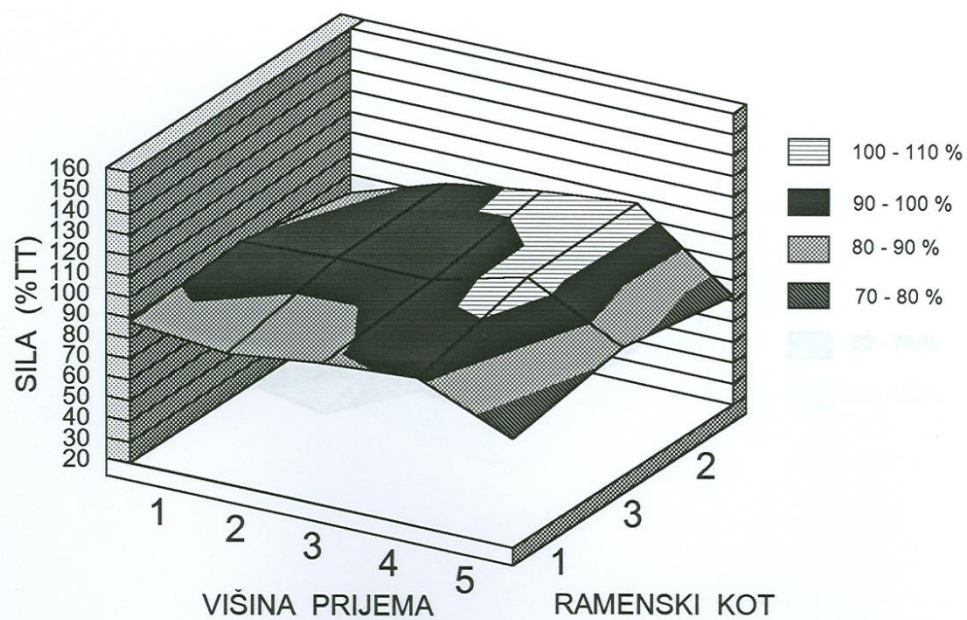


M 10

DOMINANTNA ROKA

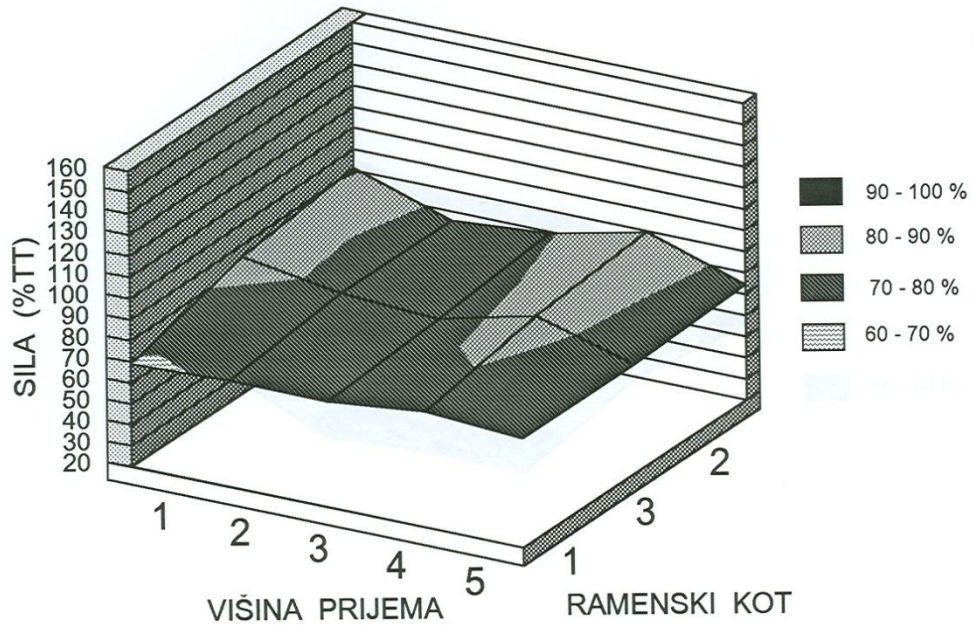


NEDOMINANTNA ROKA

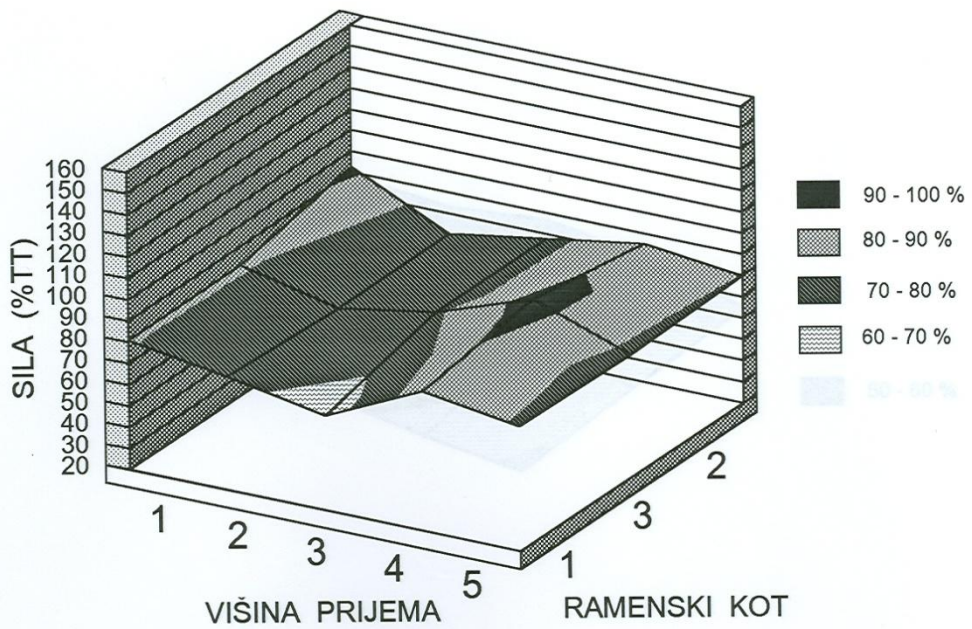


M 11

DOMINANTNA ROKA

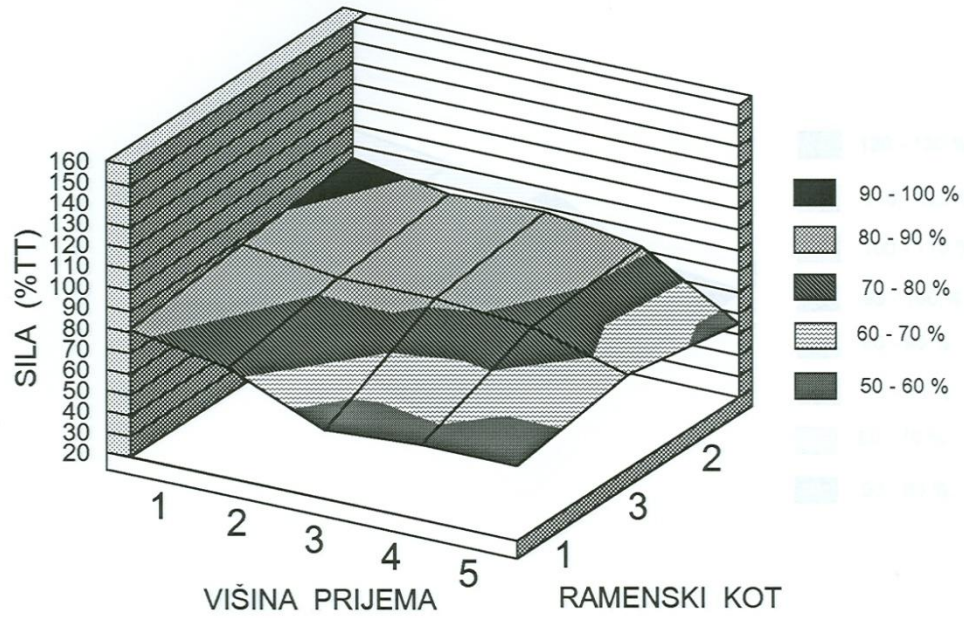


NEDOMINANTNA ROKA

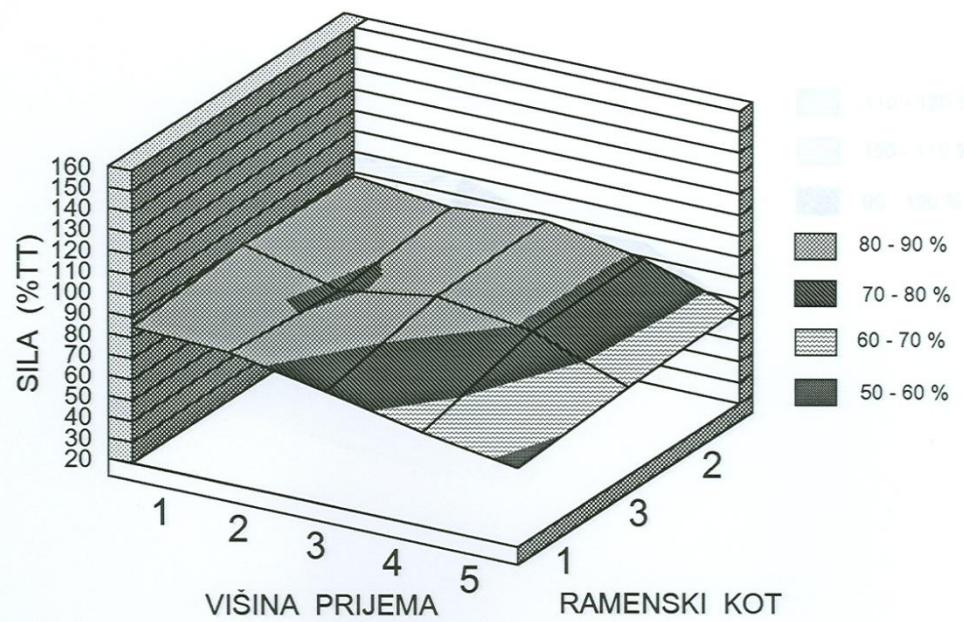


M 12

DOMINANTNA ROKA

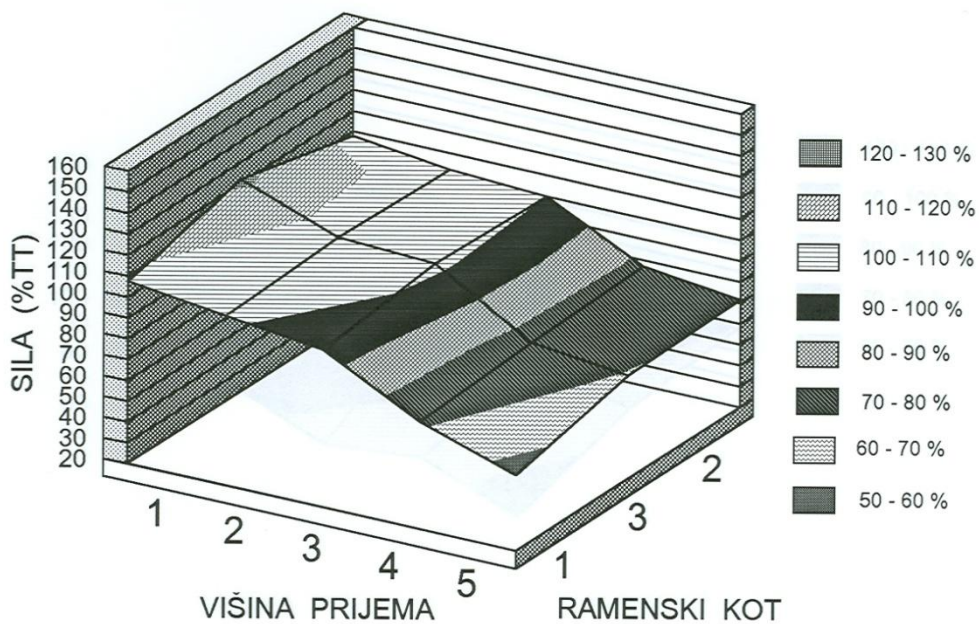


NEDOMINANTNA ROKA

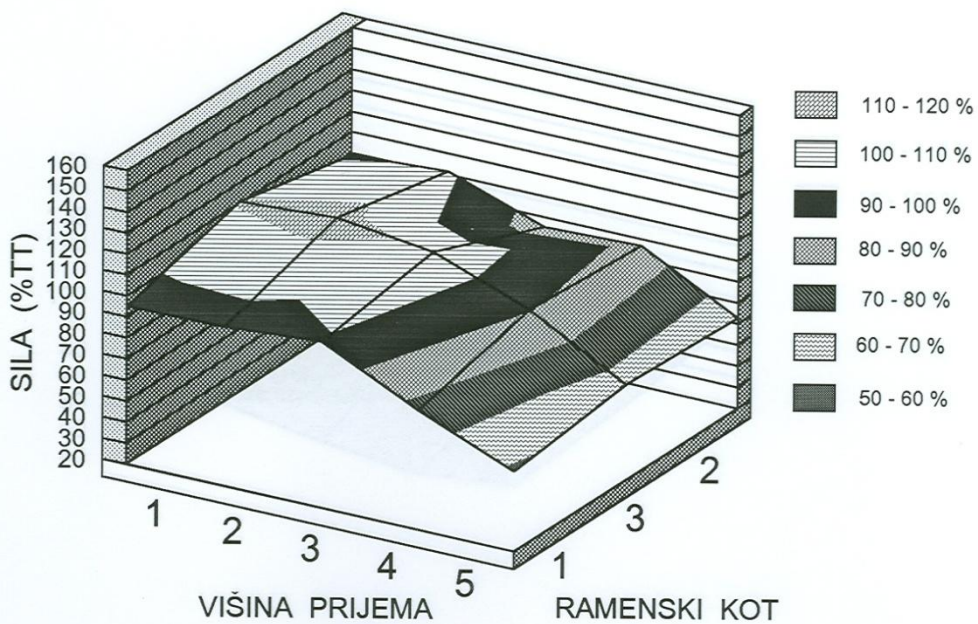


M 13

DOMINANTNA ROKA

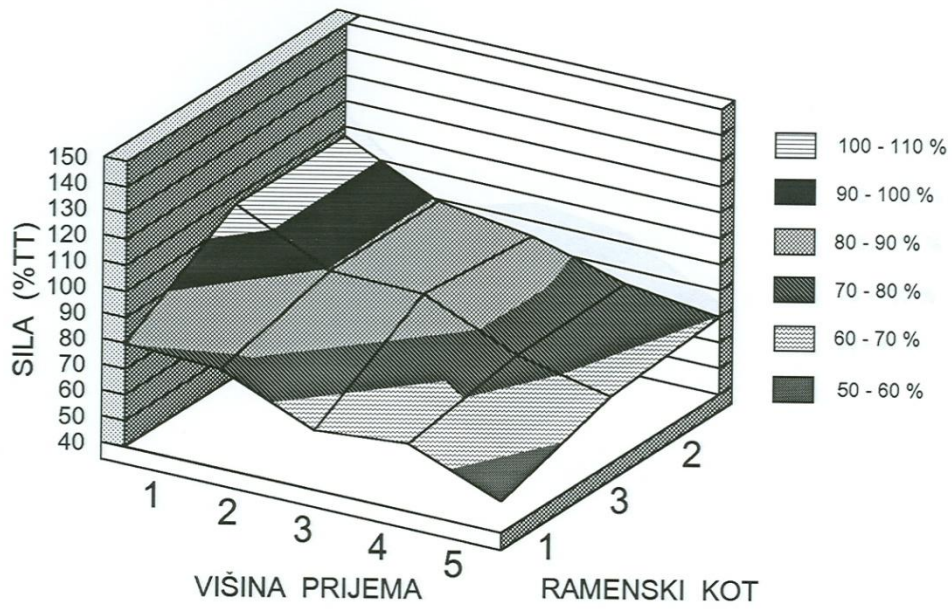


NEDOMINANTNA ROKA

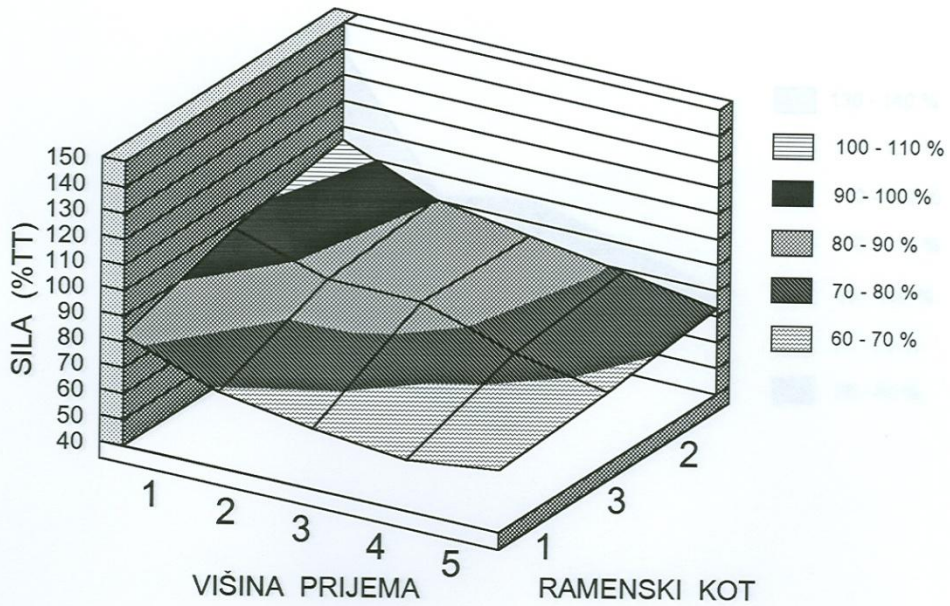


M 14

DOMINANTNA ROKA

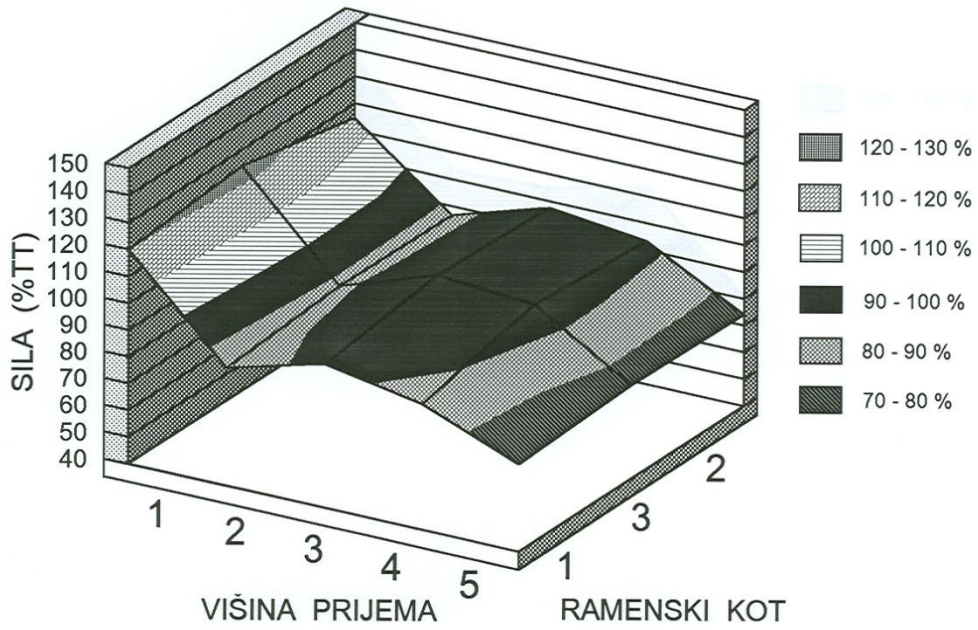


NEDOMINANTNA ROKA

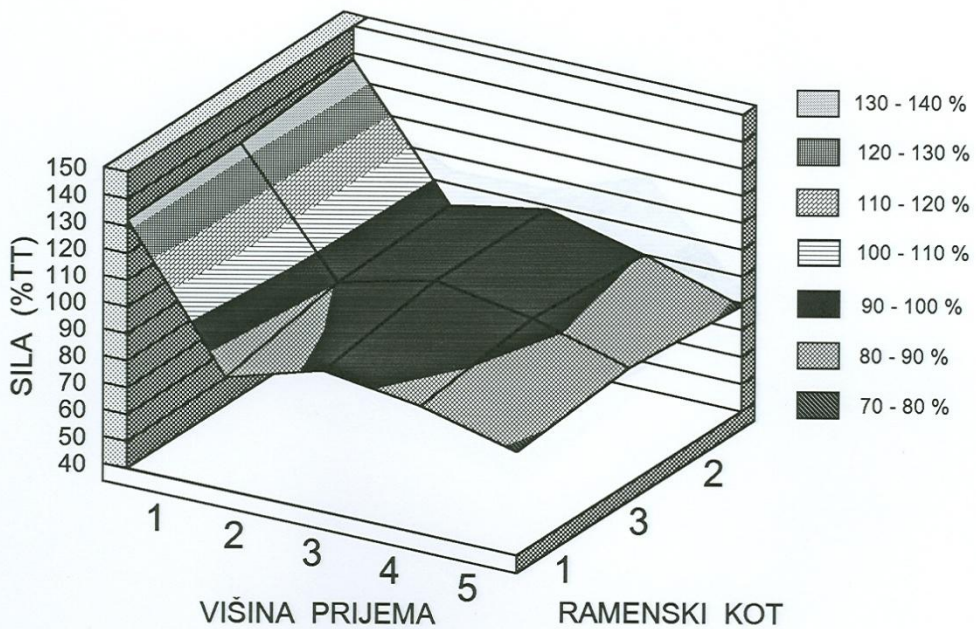


M 15

DOMINANTNA ROKA

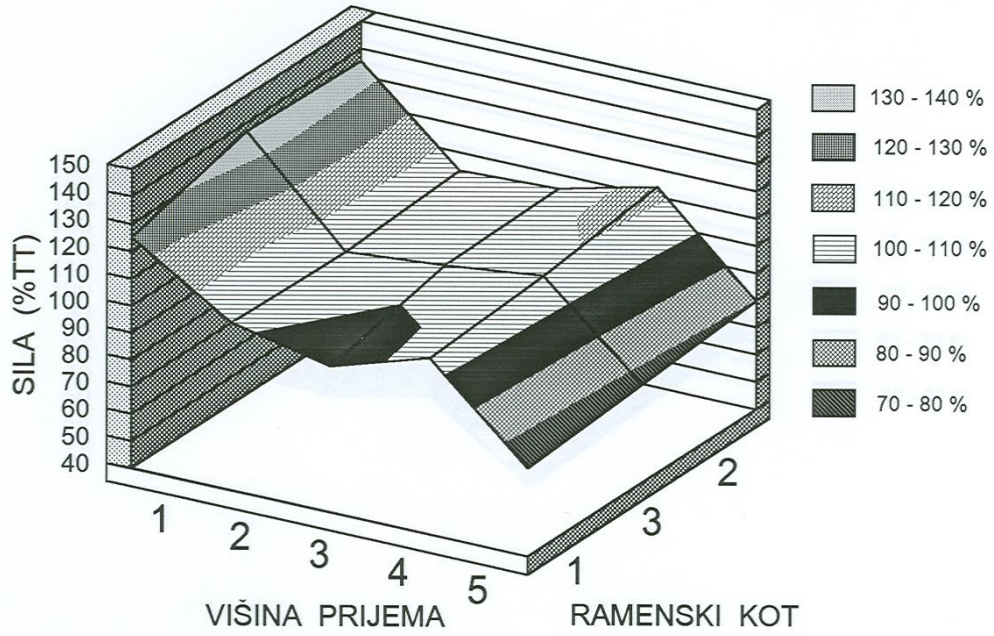


NEDOMINANTNA ROKA

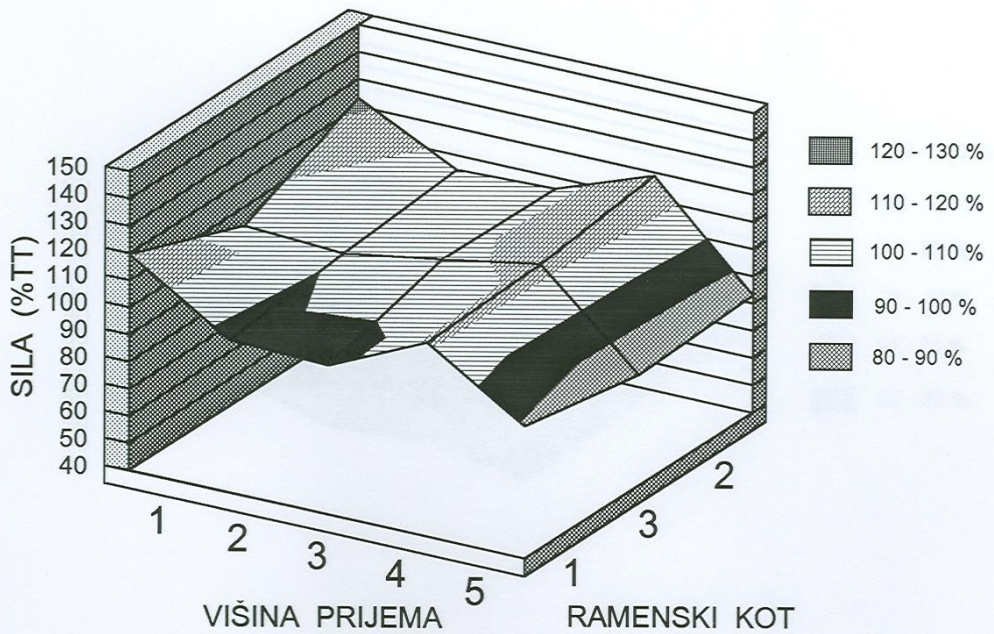


M 16

DOMINANTNA ROKA

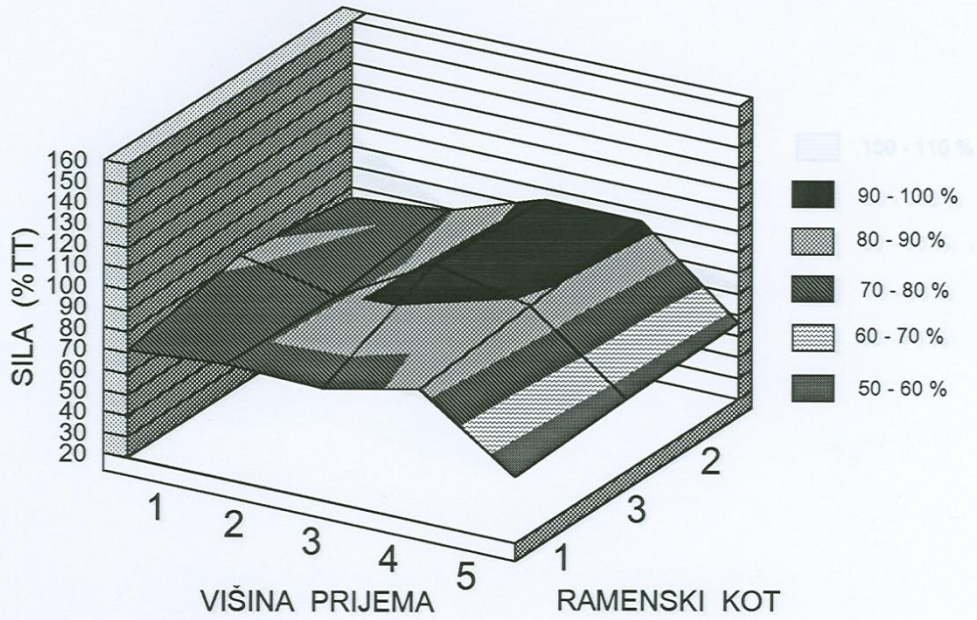


NEDOMINANTNA ROKA

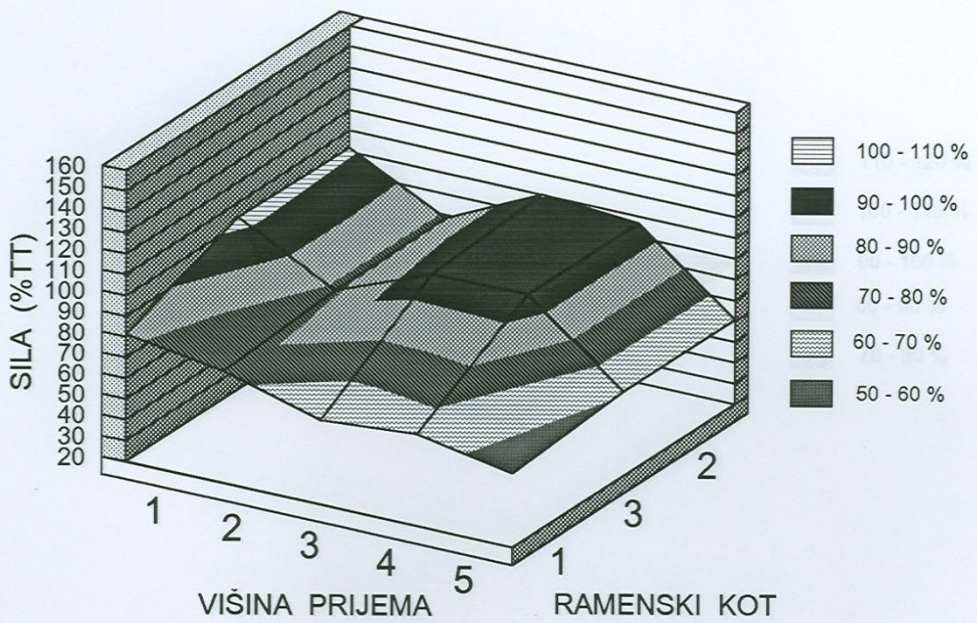


M 17

DOMINANTNA ROKA

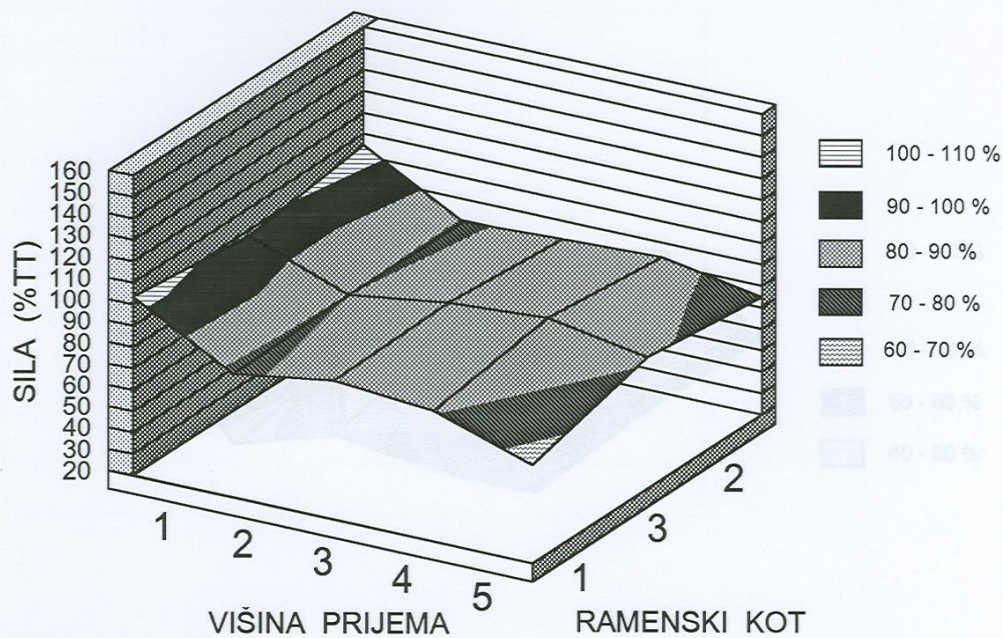


NEDOMINANTNA ROKA

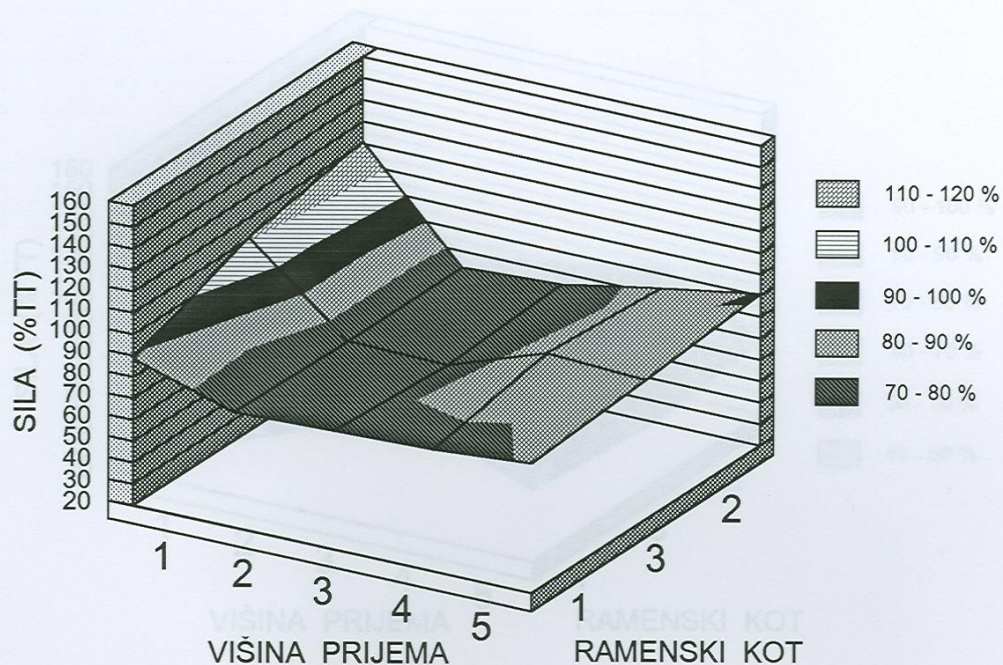


M 18

DOMINANTNA ROKA

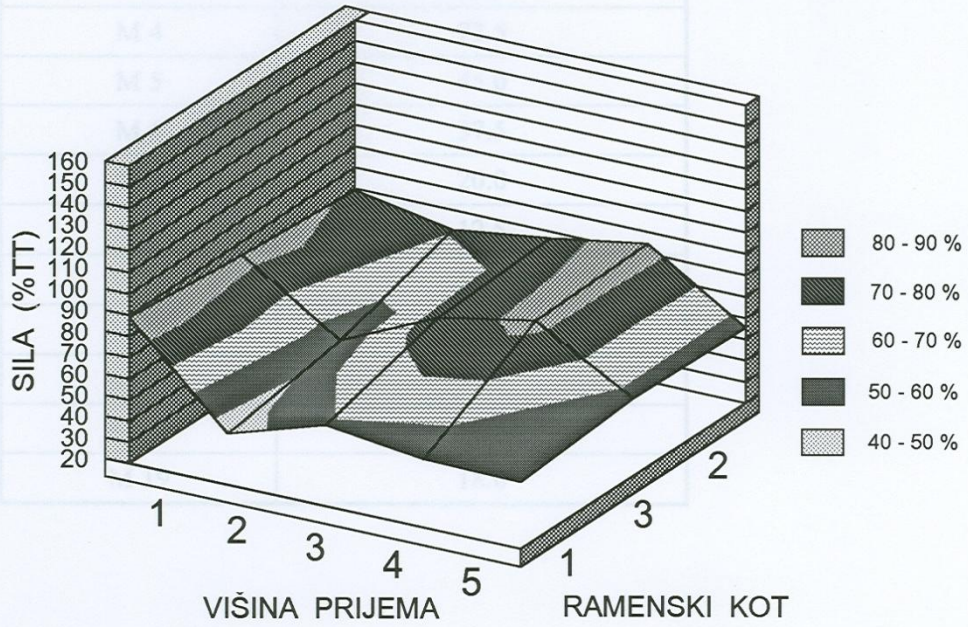


NEDOMINANTNA ROKA

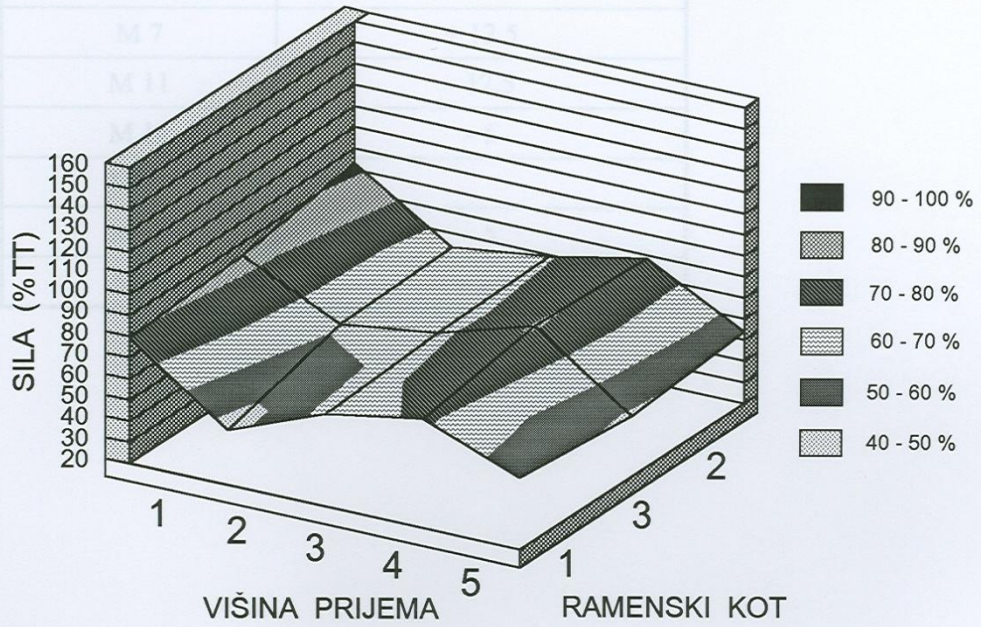


M 19

DOMINANTNA ROKA



NEDOMINANTNA ROKA



merjenci	test SMMZGIB (kg)
M 1	32.5
M 3	22.5
M 4	22.5
M 5	45.0
M 6	37.5
M 8	20.0
M 9	12.5
M 10	30.0
M 14	27.5
M 17	37.5
M 18	17.5
M 19	18.0

Merjenci	test SMMZGIB 1 (kg)
M 2	+ 2.5
M 7	+ 12.5
M 11	- 12.5
M 12	- 5
M 13	
M 15	- 5
M16	+ 2.5