

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

ZAVRŠNI RAD br. 6555

**MOBILNA APLIKACIJA ZA OPTIMIZACIJU TRENINGA
SNAGE**

Patrik Meseć

Zagreb, lipanj 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

ZAVRŠNI RAD br. 6555

**MOBILNA APLIKACIJA ZA OPTIMIZACIJU TRENINGA
SNAGE**

Patrik Meseć

Zagreb, lipanj 2020.

ZAVRŠNI ZADATAK br. 6555

Pristupnik: **Patrik Mesec (0036508277)**

Studij: Računarstvo

Modul: Računarska znanost

Mentor: izv. prof. dr. sc. Alan Jović

Zadatak: **Mobilna aplikacija za optimizaciju treninga snage**

Opis zadatka:

U ovom završnom radu potrebno je izraditi mobilnu aplikaciju za operacijski sustav Android s ciljem praćenja i optimizacije treninga snage. Aplikacija će uključivati personalizirani model napredovanja treninga. Model će se temeljiti na povijesnim mjerenjima, a uzimat će u obzir i trenutačno stanje (raspoloženje), kao što su faktori razine stresa, konzumirane hrane i količine sna. Model će se izraditi na temelju prikupljenih povijesnih mjerenja od unazad nekoliko mjeseci. Osim preporuke treninga, aplikacija će trebati ponuditi unos novih podataka o održanom treningu i statistički prikaz zabilježenih prošlih aktivnosti. Za izradu modela povijesnih mjerenja može se koristiti model ARIMA ili slični autoregresijski model, a za izradu cjelokupnog individualnog modela koristit će se model zasnovan na ekspertnim pravilima na temelju prikupljene literature u ovom području. U slučaju dostupnosti podataka od većeg broja osoba, u okviru završnog rada moguća je i izrada globalnog statističkog modela treninga zasnovana na metodama strojnog učenja uz korištenje dijeljene baze podataka.

Rok za predaju rada: 12. lipnja 2020.

Sadržaj

Uvod	1
1. Relevantni radovi.....	2
2. Formalne definicije ekspertnih pravila i korištenih tehnika	5
2.1. Osnovni pojmovi treninga snage	5
2.2. Model ARIMA	12
2.3. Metoda kazne.....	13
3. Implementacija	15
3.1. Postavke novog treninga.....	15
3.2. Odabir vježbi	16
3.3. Stvaranje novog treninga	18
3.4. Statistika i prikaz prošlih treninga	24
3.5. Unos prošlih treninga iz vanjske datoteke	25
4. Problemi i moguća rješenja	27
Zaključak	29
Literatura	30
Sažetak.....	32
Summary.....	33

Uvod

Ljudska svakodnevnica, običaji i navike u posljednjih su nekoliko desetljeća značajno izmijenjeni uslijed ubrzanog razvoja i napretka tehnologije. Tehnologija danas omogućava razvoj raznih pomagala koje ljudima olakšavaju život, minimiziraju gubitak vremena, odnosno maksimiziraju dobit u ovisnosti o području ljudskog interesa. Gotovo da ne postoji područje ljudskog interesa koje tehnologija nije zahvatila ili ne može zahvatiti. S druge strane tehnologija utječe na ljude tako da im je život u sve većem postotku sjedilački. Problem je u tome da ljudi nisu navikli na takav stil života, a analizirajući ljudsku povijest moglo bi se reći da nisu stvoreni za takav stil života. Kako bi se taj negativan utjecaj minimizirao, ljudi pronalaze alternativna rješenja s ciljem da zadovolje svoje fizičke potrebe kretanja i održavanja zdravlja. Rješenja pronalaze u raznim sportskim aktivnostima, a rastući trend posljednjih godina pokazuje trening snage.

Trening snage kao i većina drugih sportskih aktivnosti moraju biti pametno isplanirani kako bi pojedinac izvukao maksimalnu dobit iz same aktivnosti za svoje tijelo. U slučaju loše isplaniranih treninga moguće su razne neželjene posljedice, primjerice fizička ozljeda. Tradicionalni i profesionalni pristup planiranju treninga uključuje iskusnog trenera specijaliziranog za ciljnu aktivnost. Cilj ovog rada je pokazati da u suvremeno doba to nije jedino rješenje, a time i dokazati spomenutu tvrdnju da tehnologija može zahvatiti gotove sve aspekte ljudskih života. Konkretno, ovaj rad uključuje izradu pomagala za personalizirano planiranje treninga snage u obliku mobilne aplikacije za operacijski sustav Android, a temelj rada su znanstvena istraživanja te ustaljeni principi brojnih poznatih trenera.

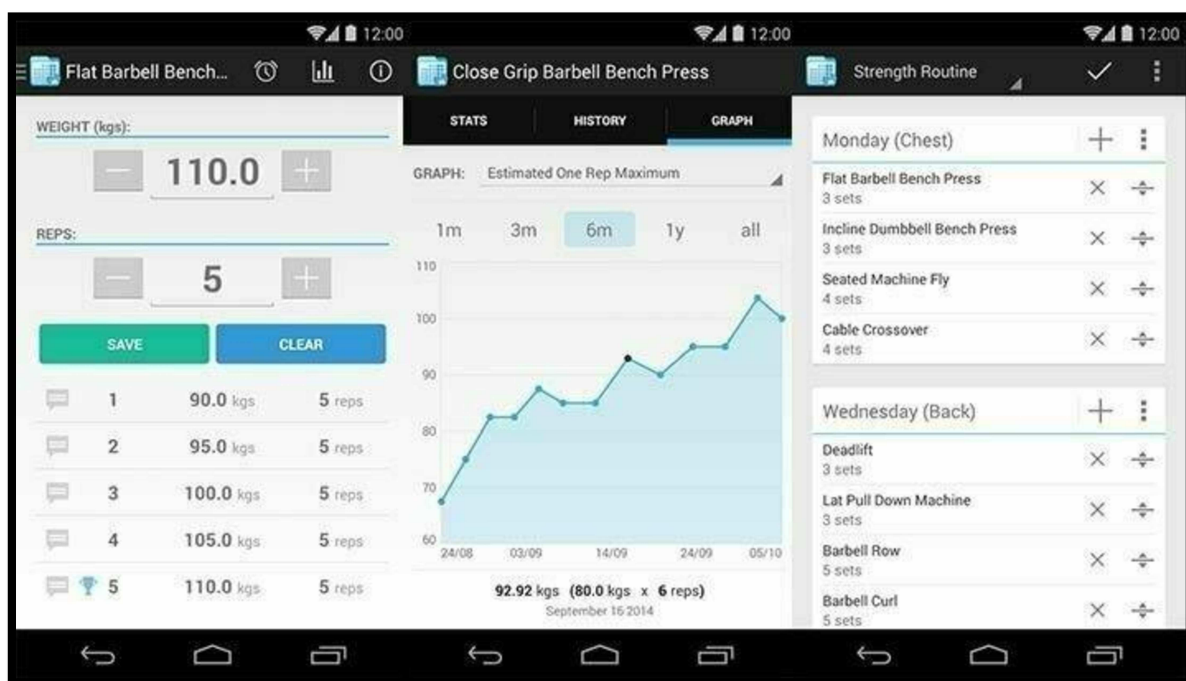
Rad je sadržajno podijeljen u više dijelova. Prvi dio opisuje slična i već gotova pomagala koja danas postoje za trening snage. Drugi dio formalno definira korišten model i ekspertna pravila iz domene treninga snage koji su ključni dio rada. Treći dio opisuje konkretnu implementaciju i sve funkcionalnosti aplikacije popraćene slikama korisničkog sučelja. Zatim slijedi dio u kojem se navode problemi aplikacije, moguća poboljšanja te potencijalni budući radovi. Konačno, rad završava zaključkom u kojem se rezimira cijeli rad.

1. Relevantni radovi

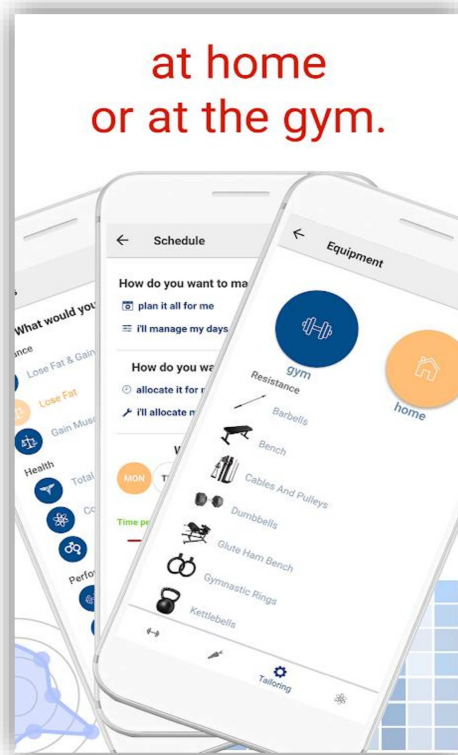
Broj radova za konkretnu tematiku dosta je ograničen. Iz tog razloga u ovom poglavlju spomenuti su i radovi koji imaju nešto širu tematiku. Postoji velik broj isključivo statističkih aplikacija koje služe za zapisivanje prošlih rezultata na treningu bez mogućnosti prijedloga treninga sa svim ključnim podacima za trening snage. Dobar primjer takve aplikacije prikazan je slikom 1.1.

Za operacijski sustav Android postoji jedna aplikacija koja je temom najbliža ovom radu, no s obzirom da aplikacija naplaćuje usluge i da se na predloženim slikama (Slika 1.2) aplikacije ne mogu vidjeti svi elementi treninga snage, nije moguće sa sigurnošću tvrditi da u potpunosti odgovara tematski ovom radu.

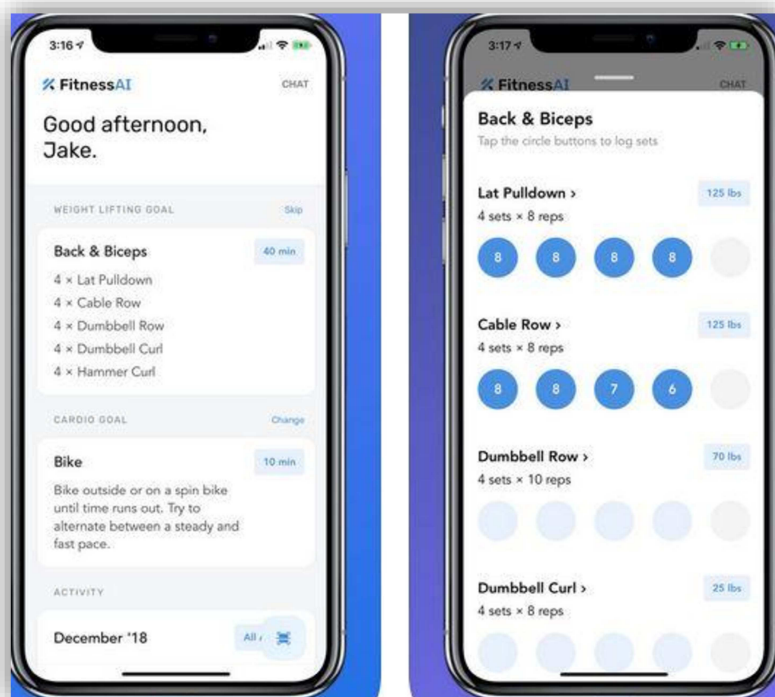
Za operacijski sustav IOS postoji aplikacija koja svojim sadržajem prema predloženim slikama (Slika 1.3) najviše odgovara ovom radu, no usluga korištenja aplikacije također se naplaćuje pa daljnje informacije nisu dostupne.



Slika 1.1 Statistička aplikacija „FitNotes“



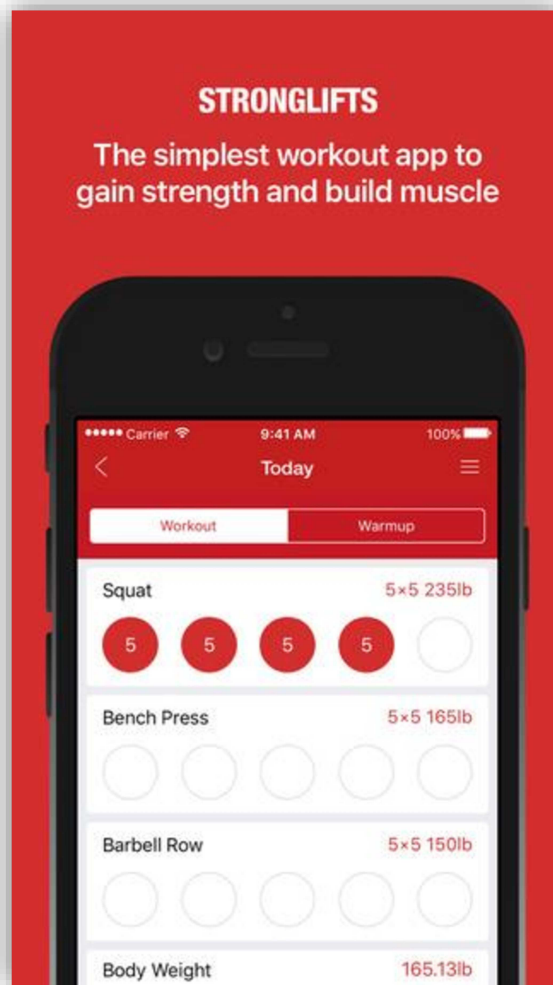
Slika 1.2 Android aplikacija „BodBat Personal Trainer“



Slika 1.3 IOS aplikacija „FitnessAI“

Brojne su aplikacije u kojima profesionalni trener posjeduje svoju aplikaciju te putem nje komunicira sa svojim klijentima. Isto tako, postoje aplikacije koje imaju već gotove planove treninga bez mogućnosti potpunog prilagođavanja individualnim potrebama. Primjer takve aplikacije prikazan je slikom 1.4, gdje aplikacija predlaže tri treninga tjedno s istim vježbama.

Zaključak ovog poglavlja je da postoje pokušaji izrade aplikacija slične tematike, no svakako ima mjesta za napredak.



Slika 1.4 Aplikacija „Stronglifts 5x5“

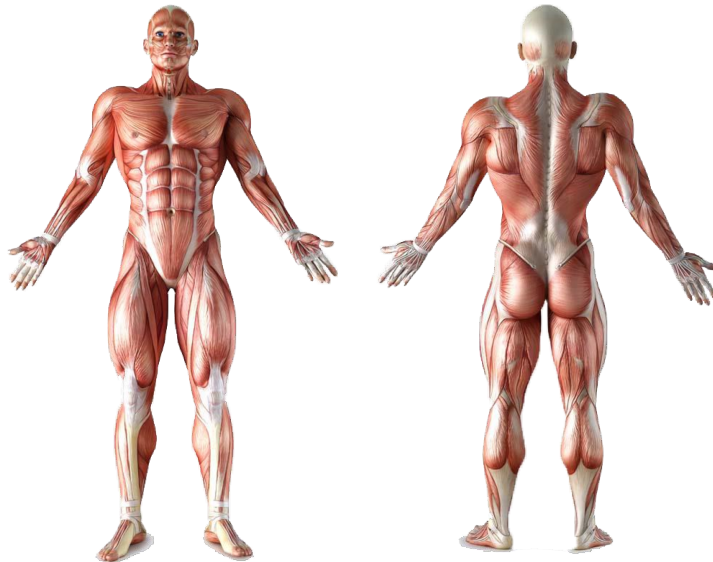
2. Formalne definicije ekspertnih pravila i korištenih tehnika

Ovo poglavlje formalno opisuje osnovne pojmove iz domene treninga snage temeljene na znanstvenim istraživanjima, model i ostale tehnike korištene u radu.

2.1. Osnovni pojmovi treninga snage

Trening snage sastoji se od jedne ili više vježbi. U kontekstu treninga snage ljudsko tijelo (slika 2.1) može se podijeliti na sljedećih sedam većih mišićnih skupina:

1. prsa,
2. leđa,
3. ramena,
4. tricepsi,
5. bicepsi,
6. noge,
7. trbušni mišići.



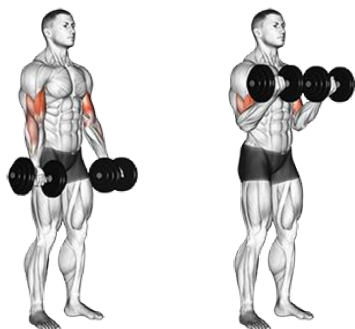
Slika 2.1 Prikaz anatomije mišića ljudskog tijela

Svaka vježba može aktivirati jednu ili više mišićnih skupina tijela. Mišićna aktivacija javlja se usred odupiranja sili teži G (1) koju određena vježba stvara.

$$G = m \cdot g \quad (1)$$

Uzastopnom mišićnom aktivacijom mišići se prilagođavaju te s vremenom postupno grade sposobnost odupiranja većoj sili teži, čime efektivno pojedinac na određenoj vježbi može podići veći teret. To je osnovni princip napretka u treningu snage. Vježba koja aktivira više od jedne mišićne skupine kategorizira se kao više-zglobna ili složena. S druge strane, ukoliko vježba aktivira samo jednu mišićnu skupinu, ona se kategorizira kao jedno-zglobna ili izolacijska. Tako naprimjer vježba potisak s klupe sa šipkom (Slika 2.2) aktivira mišiće

ramena, prsa i tricepse te pripada skupini složenih vježbi, a vježba biceps pregib s bučicama (Slika 2.3) aktivira samo bicepse te pripada skupini izolacijskih vježbi. Postoji veliki broj vježbi kojima pojedinac može efektivno aktivirati mišićne skupine. Pojedinac može ovisno o opremi koju posjeduje i svojim fizičkim predispozicijama odabrati vježbu koja mu najviše odgovara. Za optimalne rezultate preporuča se da izbor vježbi uključuje složene vježbe koje aktiviraju sve mišićne skupine [1].



Slika 2.3 Vježba biceps pregib s bučicama – izolacijska vježba



Slika 2.2 Vježba potisak s klupe sa šipkom – složena vježba

Osnovna mjera kojom se prati ukupno izvršeni rad na treningu za određenu vježbu naziva se (ukupan) volumen. Volumen (2) je broj odrađenih serija vježbe puta broj ponavljanja puta intenzitet (teret/masa).

$$volumen = brojSerija \cdot brojPonavljanja \cdot intenzitet \quad (2)$$

Formula (2) pretpostavlja da je u svakoj seriji broj ponavljanja i intenzitet jednak. U općenitom slučaju pojedina serija može imati različiti broj ponavljanja i intenzitet, pa formula (2) prelazi u oblik (3).

$$volumen = \sum_{i=1}^{brojSerija} (brojPonavljanja_i \cdot intenzitet_i) \quad (3)$$

Primjer: na treningu su odrađene ukupno tri serije vježbe potisak s klupe sa šipkom. U prvoj seriji podignuto je 95 kg 4 puta, u drugoj seriji 90 kg 6 puta te u posljednjoj seriji 85 kg 7 puta. Ukupan volumen za tu vježbu na tom treningu je $95 \cdot 4 + 90 \cdot 6 + 85 \cdot 7 = 1515$ kg.

Postoji mnogo varijabli koje utječu na planiranje optimalnog treninga snage. Dva glavna problema u optimiranju treninga snage su:

- intenzitet (teret/masa) kojim se izvodi određena vježba i
- ukupan volumen po treningu za određenu vježbu.

Nespretnim odabirom intenziteta pojedinac se može dovesti u situaciju da ne može odraditi unaprijed zadani broj ponavljanja i serija. Ako pojedinac seriju odradi na način da više ne može odraditi niti jedno ponavljanje, kaže se da je došao do otkaza. Takav trening naziva se trening do otkaza, a suprotan princip u kojem pojedinac može odraditi još barem jedno ponavljanje je trening s rezervom. Znanstvena istraživanja pokazuju da trening do otkaza nije optimalan za napredak u snazi [2]. Treningom do otkaza umor između serija povećava se za veći faktor u odnosu na trening s rezervom te je vjerojatnost puno veća da ukupan volumen na treningu bude manji. Isto tako trening do otkaza ima za posljedicu da oporavak mišića traje dulje. Potrebno je odrediti onaj intenzitet kojim pojedinac ne dođe do otkaza za zadani broj ponavljanja i serija, a da trening ne bude lagan. Prilikom odabira intenziteta treba uzeti u obzir da se umor između serija akumulira i za „optimalan“ odabir intenziteta. Treba naglasiti da sve navedeno vrijedi za složene vježbe, no izolacijske vježbe mogu malo odstupati od tog pravila. Kod izolacijskih vježbi može se doći do otkaza u posljednjoj seriji iz razloga što u tim vježbama sudjeluju manje mišićne skupine te je i oporavak od takvih vježbi brži.

Konkretan odabir intenziteta ovisi o individualnim sposobnostima na nekoj vježbi, no postoji dobro definirana tablica koja uspješno generalizira u odnosu na vlastite rezultate za pojedinu vježbu. Riječ je o tablici RPE (Tablica 2.1) koja omogućava da pojedinac procijeni koliko može napraviti ponavljanja s nekim drugim intenzitetom na temelju stvarno odrađene serije s određenim brojem ponavljanja i intenzitetom uzevši u obzir procijenjenu težinu kojom je ta serija odrađena [3]. Procijenjena težina (RPE, engl. *rating of perceived exertion*) mjeri se na skali od 0 do 10. RPE 10 označava da je odrađena serija za određeni broj ponavljanja i intenzitet bila iznimno teška te da pojedinac nije mogao više odraditi niti jedno ponavljanje (došao je do otkaza). RPE 8 označava da je pojedinac seriju odradio tako da je u rezervi imao još 2 ponavljanja, odnosno mogao ih je odraditi, ali je seriju prekinuo prije. RPE 0 označava da je serija bila iznimno lagana (poput zagrijavanja). Vrijednost koju svaka ćelija tablice predstavlja je postotak u odnosu na totalni maksimum pojedinca na određenoj vježbi. Totalni

maksimum predstavlja onaj intenzitet s kojim pojedinac može napraviti točno jedno ponavljanje (RPE 10). Ograničenje koje tablica ima je raspon ponavljanja (1-15), no taj raspon je sasvim dovoljan uzevši u obzir istraživanja koja pokazuju da veći broj ponavljanja (>15) više doprinose u poboljšanju mišićne izdržljivosti [4].

Primjer: pojedinac je odradio 1 seriju vježbe potisak s klupe sa šipkom u kojoj je uspio odraditi 6 ponavljanja s 90 kg te je procijenio da je mogao još sigurno 1 ponavljanje, a možda i 2. Na temelju ostvarenog rezultata pojedinca zanima koliko bi mogao podići na istoj vježbi točno jednom bez rezerve (totalni maksimum). Obzirom da je procijenio da je mogao odraditi sigurno još jedno ponavljanje, a možda i 2, procijenjena težina odrađene serije je RPE 8.5. Vrijednost koja se nalazi u ćeliji koja je određena s RPE 8.5 i brojem ponavljanja 6 je 0.7985. Obzirom da pojedinac želi saznati totalni maksimum (RPE 10 i broj ponavljanja 1), svoj intenzitet od 90 kg dijeli s vrijednošću 0.7985. Rezultat je 112.71 kg te je to procijenjeni maksimum na temelju odrađene serije.

Problem odabira ukupnog volumena jest odabir prave kombinacije broja ponavljanja, serija i intenziteta. U prethodnom dijelu definirano je kako se može odrediti intenzitet s obzirom na željeni broj ponavljanja i individualne sposobnosti na određenoj vježbi. Pitanje je koliko serija pojedinac treba raditi na nekom treningu za optimalan napredak, odnosno koliki treba biti ukupan volumen. Na to pitanje nema točnog odgovora jer je to u potpunosti individualno. Netko treba raditi veći volumen za optimalan napredak, a s druge strane netko naprimjer ima genetski lošiju sposobnost oporavka te će loše reagirati na veliki volumen, odnosno treba imati niži volumen. Svaki trening može imati različiti ukupni volumen za pojedinu vježbu što ovisi o brojnim vanjskim varijablama na koje pojedinac ne može utjecati, ali i o načinu planiranja treninga. Znanstvenim istraživanjima dokazano je da broj ponavljanja u pojedinoj seriji općenito treba biti niži kod složenih vježbi u odnosu na izolacijske vježbe [5]. Razlog tome je što složene vježbe općenito na tijelo vrše veći stres te je oporavak teži. Konkretni optimalni broj ponavljanja po seriji za složene i izolacijske vježbe nije definiran, no dokazano je da nije velika razlika u odrađenim serijama dok god je serija bila približno jednako zahtjevna [6]. To znači da, primjerice, serija u kojoj je odrađeno 6 ponavljanja s procijenjenom težinom (RPE) 8 i serija u kojoj je odrađeno 7 ponavljanja s procijenjenom težinom (RPE) 8 su približno jednako efektivne. Razlika između tih dviju serija je u ukupnom volumenu te je općenito s obzirom na definirane omjere u RPE tablici (Tablica 2.1) ukupan volumen za veći broj ponavljanja veći. To povlači da ukoliko pojedinac zna na koji volumen dobro reagira za određeni trening i želi raditi serije s većim brojem ponavljanja,

onda će mu ukupan broj serija na treningu biti manji i obrnuto. Konkretna intenzitet za svaku seriju odabire se putem RPE tablice u ovisnosti o individualnim sposobnostima i broju ponavljanja koje pojedinac želi raditi. Treba još naglasiti da se prilikom odabira optimalnog intenziteta uzima u obzir već spomenuto znanstveno istraživanje koje pokazuje da je trening s rezervom optimalniji. Isto tako prilikom odabira broja serija treba uzeti u obzir akumulirani umor između serija kod računanja intenziteta. Na neki način treba mjeriti akumulirani umor i osigurati da se u posljednjoj predviđenoj seriji ne dođe do otkaza za složene vježbe, a za izolacijske se primjenjuje već spomenuto odstupanje. Jednom kad je poznati ciljni volumen za trening i individualna sposobnost za određenu vježbu te se uzmu u obzir sve prethodno navedene činjenice, mogu se stvarati serije na različite načine u ovisnosti o tome želi li pojedinac da mu sve serije imaju jednak intenzitet ili ne koji opet ovisi o konkretnom broju ponavljanja u seriji koje isto tako pojedinac može ovisno o vlastitim preferencijama odabrati. Ukupan volumen stvorenih serija treba biti čim bliži predviđenom ciljnom volumenu za taj trening. Bitno je naglasiti da optimalni volumen za određenu vježbu raste/pada ovisno o tome kako raste/pada maksimalni mogući intenzitet na određenoj vježbi (totalni maksimum) kroz određeni vremenski period. Rast nije linearan iz razloga što ljudsko tijelo pri izvođenju vježbe sa sve većim intenzitetom treba duži oporavak, pa bi u slučaju linearnog rasta oporavak bio znatno produžen. Kretanje totalnog maksimuma na određenoj vježbi lako se može iščitati ukoliko gledamo procijenjenu težinu (RPE) kojom su serije odrađene.

Primjer: pojedinac ima dva zabilježena treninga na kojem je izvodio vježbu potisak s klupe sa šipkom. Na prvom treningu odradio je 3 serije po 5 ponavljanja s intenzitetom 90kg u svakoj seriji. Procijenjene težine kojom su serije odrađene redom su bile RPE 8, RPE 8.5 i RPE 9. Na drugom treningu odrađen je jednak broj serija i ponavljanja s jednakim intenzitetom, no procijenjene težine redom su bile RPE 7.5, RPE 8 i RPE 8.5. U drugom slučaju vidljivo je da su serije odrađene s većom rezervom što povlači da je totalni maksimum porastao. Konkretno možemo i izračunati za koliko tako da uzmemo prve serije odrađene u treningu kada je pojedinac bio svjež koristeći tablicu (Tablica 2.1). U prvom treningu totalni maksimum iznosio je $90 \div 0.811 = 110.97\text{kg}$, a u drugom $90 \div 0.7985 = 112.71\text{kg}$.

Tablica 2.1 Tablica RPE [7]

	BROJ PONAVLJANJA														
RPE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10	1	0.955	0.922	0.892	0.863	0.837	0.811	0.786	0.762	0.739	0.707	0.68	0.653	0.626	0.599
9.5	0.9775	0.9385	0.907	0.8775	0.85	0.824	0.7985	0.774	0.7505	0.723	0.6935	0.6665	0.6395	0.6125	0.5855
9	0.955	0.922	0.892	0.863	0.837	0.811	0.786	0.762	0.739	0.707	0.68	0.653	0.626	0.599	0.572
8.5	0.9385	0.907	0.8775	0.85	0.824	0.7985	0.774	0.7505	0.723	0.6935	0.6665	0.6395	0.6125	0.5855	0.5585
8	0.922	0.892	0.863	0.837	0.811	0.786	0.762	0.739	0.707	0.68	0.653	0.626	0.599	0.572	0.545
7.5	0.907	0.8775	0.85	0.824	0.7985	0.774	0.7505	0.723	0.6935	0.6665	0.6395	0.6125	0.5855	0.5585	0.5315
7	0.892	0.863	0.837	0.811	0.786	0.762	0.739	0.707	0.68	0.653	0.626	0.599	0.572	0.545	0.518
6.5	0.8775	0.85	0.824	0.7985	0.774	0.7505	0.723	0.6935	0.6665	0.6395	0.6125	0.5855	0.5585	0.5315	0.5045
6	0.863	0.837	0.811	0.786	0.762	0.739	0.707	0.68	0.653	0.626	0.599	0.572	0.545	0.518	0.491
5.5	0.85	0.824	0.7985	0.774	0.7505	0.723	0.6935	0.6665	0.6395	0.6125	0.5855	0.5585	0.5315	0.5045	0.4775
5	0.837	0.811	0.786	0.762	0.739	0.707	0.68	0.653	0.626	0.599	0.572	0.545	0.518	0.491	0.464
4.5	0.824	0.7985	0.774	0.7505	0.723	0.6935	0.6665	0.6395	0.6125	0.5855	0.5585	0.5315	0.5045	0.4775	0.4505
4	0.811	0.786	0.762	0.739	0.707	0.68	0.653	0.626	0.599	0.572	0.545	0.518	0.491	0.464	0.437
3.5	0.7985	0.774	0.7505	0.723	0.6935	0.6665	0.6395	0.6125	0.5855	0.5585	0.5315	0.5045	0.4775	0.4505	0.4235
3	0.786	0.762	0.739	0.707	0.68	0.653	0.626	0.599	0.572	0.545	0.518	0.491	0.464	0.437	0.41
2.5	0.774	0.7505	0.723	0.6935	0.6665	0.6395	0.6125	0.5855	0.5585	0.5315	0.5045	0.4775	0.4505	0.4235	0.3965
2	0.762	0.739	0.707	0.68	0.653	0.626	0.599	0.572	0.545	0.518	0.491	0.464	0.437	0.41	0.383
1.5	0.7505	0.723	0.6935	0.6665	0.6395	0.6125	0.5855	0.5585	0.5315	0.5045	0.4775	0.4505	0.4235	0.3965	0.3695
1	0.739	0.707	0.68	0.653	0.626	0.599	0.572	0.545	0.518	0.491	0.464	0.437	0.41	0.383	0.356
0.5	0.723	0.6935	0.6665	0.6395	0.6125	0.5855	0.5585	0.5315	0.5045	0.4775	0.4505	0.4235	0.3965	0.3695	0.3425
0	0.707	0.68	0.653	0.626	0.599	0.572	0.545	0.518	0.491	0.464	0.437	0.41	0.383	0.356	0.329

Dodatan problem koji se javlja u optimiranju treninga je mišićna aktivacija istih mišićnih skupina između različitih vježbi. Tako, primjerice, pojedinac može odlučiti da će na jednom treningu izvoditi četiri složene vježbe koje uključuju istu mišićnu skupinu te će na posljednjoj vježbi imati daleko slabiju performansu nego da je tu vježbu izvodio prvu, a razlog tome je akumulirani umor mišićne skupine. Još jedna negativna posljedica tako organiziranog treninga je produženi oporavak pojedinca što povlači manju frekvenciju treninga. Pametnijim pristupom na jednom treningu izvodi se manje vježbi koje direktno aktiviraju istu mišićnu skupinu. Isto tako bitno je održavati specifičnost, odnosno mijenjati vježbe relativno rijetko zbog adaptacije živčanog sustava na određenu vježbu [8]. Ukoliko pojedinac izvodi više od jedne vježbe po mišićnoj skupini na istom treningu preporuča se da redosljed tih vježbi bude stalan.

Bitnije vanjske varijable na koje pojedinac ne može u potpunosti utjecati, a također utječu na sposobnosti pojedinca na treningu su:

- količina sna,
- raspoloženje,
- unos hrane,
- oporavak od prethodnog treninga.

San je jedna od bitnijih vanjskih varijabli [9]. Tijekom sna mišići i generalno cijelo tijelo se najviše oporavljaju. Uslijed male količine sna postoji šansa da se mišići nedovoljno oporave te se u tom slučaju intenzitet i ukupan volumen treninga moraju modificirati kako ne bi došlo do neželjenih posljedica (ozljeda) ili jednostavno produžiti vrijeme odmora, odnosno pauzirati trening.

Ovisno o raspoloženju pojedinca trening se može modificirati. Ukoliko je, primjerice, pojedinac pod velikim stresom, trening treba olakšati u obliku smanjenja intenziteta i ukupnog volumena [10].

Unos hrane je gotovo jednako važan kao i san [11]. Premalenim unosom hrane pojedinac jednostavno nema dovoljno energije da odradi trening u skladu sa svojim sposobnostima pa su određene modifikacije treninga nužne. Još jedna negativna posljedica premalenog unosa hrane je usporeni oporavak mišićnih skupina.

Oporavak mišićnih skupina od prethodnog treninga može negativno utjecati na performansu na sljedećem treningu [12]. Loš oporavak mišićnih skupina može biti posljedica jedne ili više već spomenutih varijabli, no loš oporavak može biti i posljedica loše organiziranog treninga. Koji god da je razlog u pitanju, sljedeći trening treba biti modificiran. Potrebno je spomenuti da ukoliko trening koji slijedi ne uključuje mišićnu skupinu koja nije skroz oporavljena, tada taj trening ne mora biti modificiran s obzirom da vježbe koje se izvode na tom treningu uključuju druge mišiće.

2.2. Model ARIMA

Model ARIMA [13] je statistički model prilagođen za rad s vremenskim nizovima podataka čije su dvije ključne namjene:

1. analiza podataka u svrhu boljeg razumijevanja podataka i
2. predviđanje novih podataka na temelju starih.

ARIMA je kraći naziv za engl. *AutoRegressive Integrated Moving Average*. Iz samog naziva može se iščitati da model u sebi sadržava princip regresije, štoviše cijeli model baziran je na linearnoj jednadžbi poput linearne regresije s određenim modifikacijama. Model je spoj dva jednostavnija modela: AR i MA, uz dodatak *Integrated* koji služi za uklanjanje trenda u slučaju postojanja istog. Trend loše djeluje na regresijske modele, stoga je nužno podatke transformirati da postanu stacionarni. Model AR (auto-regresija) označava zavisnost vrijednosti promatrane varijable o nekom broju prošlih vrijednosti varijable. Model MA (pomični prosjek) koristi ovisnost između promatrane varijable i rezidualne pogreške dobivene modelom pomičnog prosjeka koji se računa na nekoliko prošlih vrijednosti trenutno promatrane varijable. Određivanje prikladnog modela za određene podatke znači odrediti sljedeće parametre:

- p – parametar koji definira prisutnost modela AR u konačnom modelu. Konkretna vrijednost pridijeljena parametru označava o koliko prošlih vrijednosti promatrane varijable ovisi trenutna vrijednost.
- d – parametar koji definira da je podatke potrebno diferencirati iz razloga jer nisu stacionarni, odnosno imaju trend. Konkretna vrijednost parametra određuje stupanj diferenciranja podataka, a većinom ta vrijednost ne prelazi 2.

- q – parametar koji definira prisutnost modela MA u konačnom modelu. Konkretna vrijednost pridijeljena parametru označava veličinu prozora pomičnog prosjeka.

Kraće se piše ARIMA (p, d, q) u svrhu lakšeg raspoznavanja konkretno korištenog modela. Postavljanjem nekog parametra na 0 isključujemo taj element iz konačnog modela. Tako primjerice postavljanjem $d = 0$ dobiva se jednostavniji model ARMA. Na sličan način moguće je dobiti AR ili MA.

Postoji nekoliko načina određivanja vrijednosti parametara p, d i q za određene podatke.

Najsigurniji je način grafički. Na grafu se najbolje može vidjeti imaju li podaci trend. Analiziranjem grafova auto-korelacijskih i parcijalnih auto-korelacijskih funkcija mogu se odrediti optimalne vrijednosti p i q [14].

Drugi način određivanja parametara je koristeći kriterij AIC (*Akaike information criterion*) [15]. Kriterij mjeri koliko dobro neki model opisuje podatke bez prevelikog prilagođavanja podacima (engl. *overfitting*). Model koji ima najmanju vrijednost kriterija AIC bi teoretski trebao biti najbolji.

2.3. Metoda kazne

Metoda kazne pripada razredu algoritama za rješavanje optimizacijskih problema s ograničenjima (engl. *constraint satisfaction problem*) [16].

Takvi algoritmi rade na principu pretraživanja prostora stanja kod kojih put od početnog do konačnog stanja nije bitan. Bitno je jedino konačno stanje koje je ujedno i rješenje. Rješenje je ono koje ima najmanju cijenu. Domena problema koji se optimira može biti kontinuirana ili diskretna. U slučaju da je domena diskretna, problem je kombinatorni te je rješenje neka permutacija od svih mogućih kombinacija.

Postupak metode kazne uključuje:

- definiranje kriterijske funkcije koja se optimizira, u ovom slučaju minimizira i
- definiranje niza ograničenja.

Ograničenja se dijele na:

- čvrsta – rješenje mora zadovoljavati čvrsto ograničenje, to je nužan uvjet da uopće potencijalno rješenje bude kandidat za optimalno rješenje i na
- meka – ograničenja kojima se mjeri kvaliteta određenog potencijalnog rješenja, dio su kriterijske funkcije.

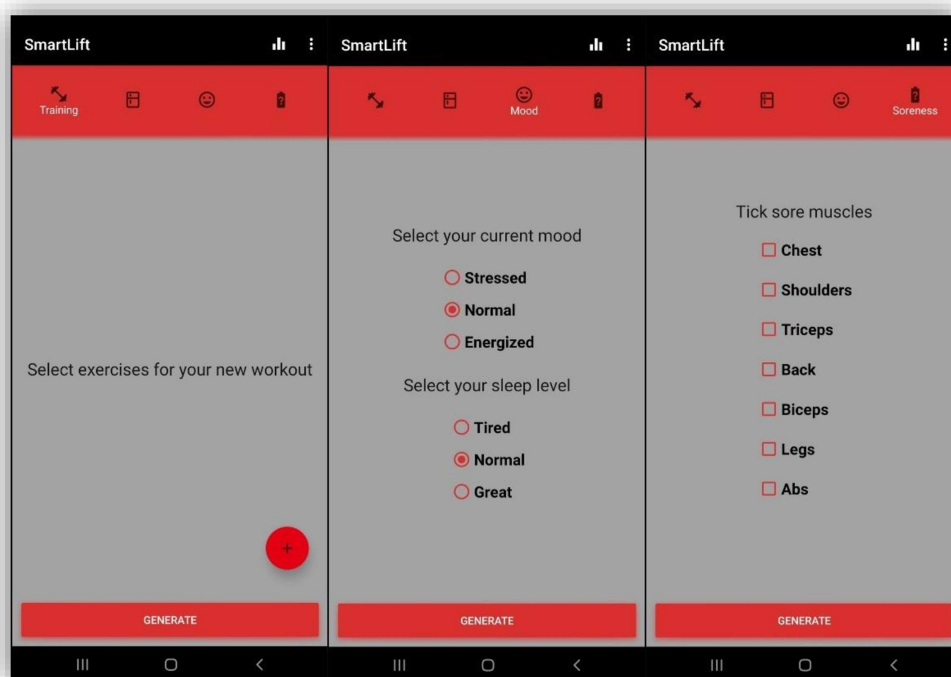
Konkretna ograničenja ovise o konkretnoj domeni problema koji se optimira. Isto tako, izgled kriterijske funkcije te vrednovanje određenih ograničenja u potpunosti ovisi o konkretnom problemu.

3. Implementacija

Ovo poglavlje opisuje konkretnu implementaciju aplikacije u operacijskom sustavu Android. Uz opis funkcionalnosti, priložene su slike korisničkog sučelja te bitniji dijelovi koda. Poglavlje je podijeljeno na manje dijelove koji odgovaraju glavnim funkcionalnostima aplikacije.

3.1. Postavke novog treninga

Prilikom stvaranja novog treninga korisnik mora odabrati jednu ili više vježbi koje želi raditi na treningu. Opcionalno, korisnik može promijeniti pretpostavljeno stanje vanjskih varijabli (san, hrana, raspoloženje, mišići koji nisu oporavljeni) uz pomoć kojih model modificira volumen i intenzitet. Na slici (slika 3.1) prikazano je glavno sučelje aplikacije prilikom pokretanja aplikacije. Sučelje se sastoji od navigacijske trake koja modelira vanjske varijable tako da svaki prikaz nudi mogućnost promjene jedne ili više navedenih varijabli. Prikaz „Training“ omogućava odabir jedne ili više vježbi. Pritiskom na gumb „Generate“ stvara se novi trening na temelju prethodno navedenih parametara.

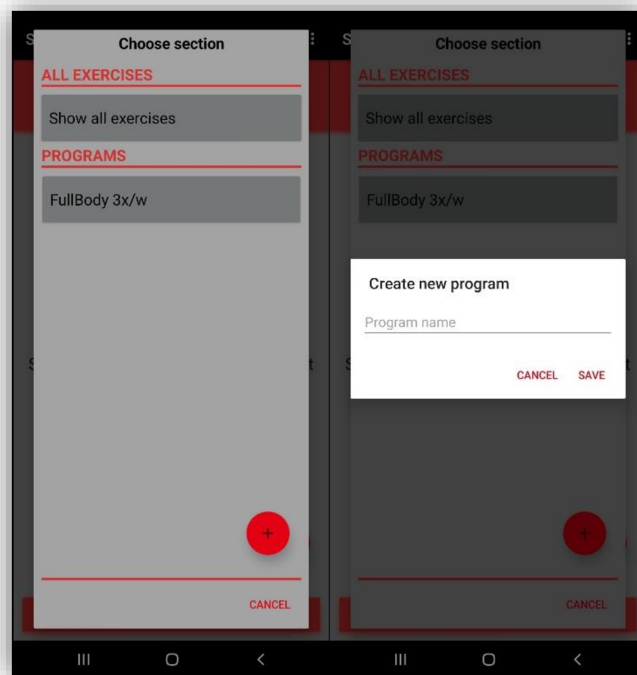


Slika 3.1 Glavno sučelje aplikacije

3.2. Odabir vježbi

Pritiskom na „plivajući“ gumb dodaj (+) u prikazu „Training“ (Slika 3.1) otvara se dijalog prikazan slikom (Slika 3.2) koji nudi dvije opcije odabira vježbi:

1. pretragom svih vježbi i
2. odabirom unaprijed stvorenih skupa vježbi (program) kojih pojedini korisnik može stvoriti proizvoljan broj.



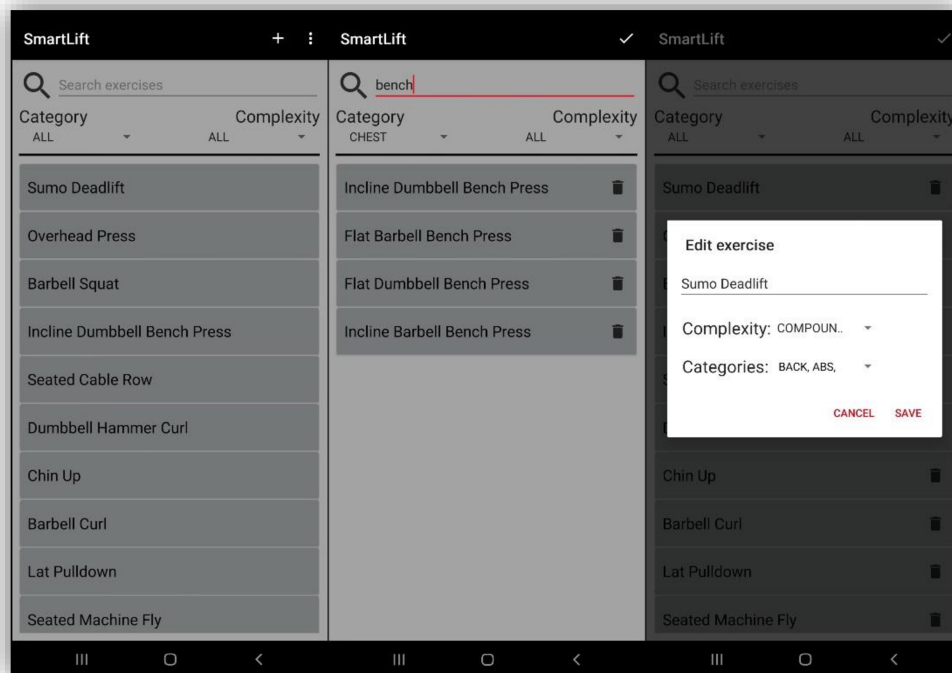
Slika 3.2 Dijalog opcija odabira vježbe

Pretraga svih vježbi (Slika 3.3) sa svrhom bržeg pronalaska određene vježbe sadržava tražilicu po imenu vježbe te dva filtra:

1. složenost vježbi – složena ili izolacijska,
2. mišićne skupine koje uključuje – sve mišićne skupine navedene uz sliku (Slika 2.1).

Prilikom pretrage vježbi postoje dva stanja rada:

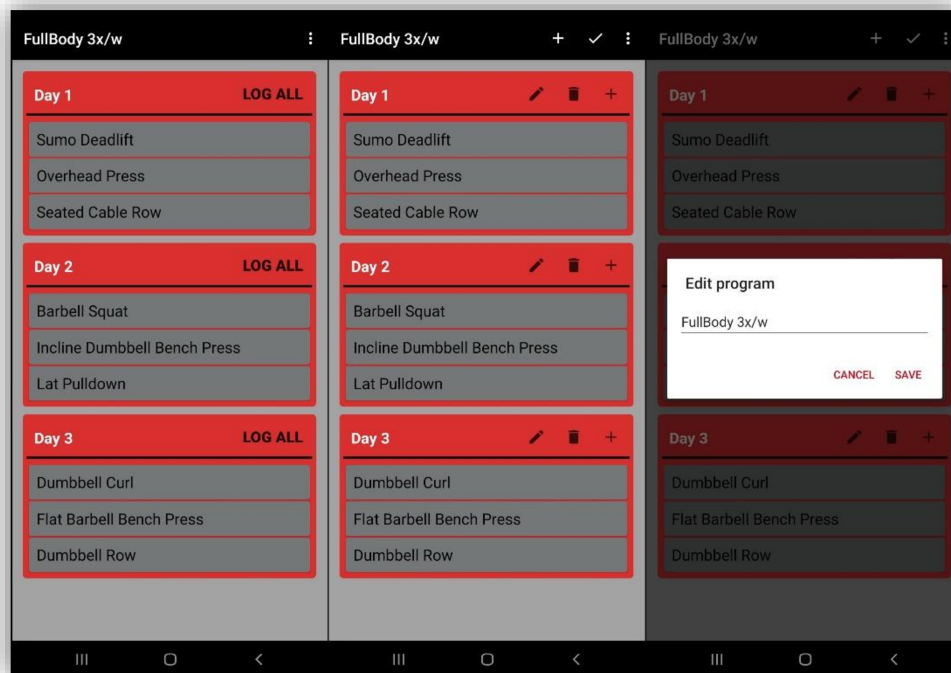
1. stanje odabira vježbe (pretpostavljeno) i
2. stanje uređivanja vježbi.



Slika 3.3 Aktivnost pretrage vježbi

U stanju uređivanja vježbi korisnik može mijenjati sljedeća svojstva vježbi: ime, složenost i mišiće koje uključuje. Korisnik isto tako može brisati i dodavati nove vježbe. U stanju odabira vježbi korisnik pritiskom na pojedinu vježbu odabire istu te se ona pojavljuje u glavnom sučelju (Slika 3.5). Aktivnost pretrage vježbi upotrebljava se kroz više obrazaca uporabe u aplikaciji.

Odabir unaprijed stvorenih skupova vježbi omogućava korisniku brže dodavanje skupa željenih vježbi za novi trening. Prikaz pojedinog skupa vježbi prikazan je slikom (Slika 3.4). Skupovi vježbi mogu imati više podskupova vježbi. Korisnik pritiskom na „Log all“ odabire željeni skup vježbi. Isto tako, korisnik može klikom na pojedinu vježbu unutar nekog skupa vježbi odabrati pojedinačnu vježbu. Korisnik može dodavati nove skupove vježbi klikom na gumb dodaj u dijalogu (Slika 3.2). Dodavanje vježbi unutar određenog skupa koristi aktivnost pretrage vježbi. Svaki podskup ima svoje ime. Omogućeno je uređivanje, brisanje i dodavanje skupova, što uključuje i dodavanje i uklanjanje vježbi.



Slika 3.4 Aktivnost skupa vježbi

3.3. Stvaranje novog treninga

Nakon odabira vježbi, prikaz „Training“ prikazan je slikom (Slika 3.5). Klikom na ikonu postavka kod svake vježbe korisnik može dodatno odrediti:

1. raspon ponavljanja koji mu odgovara pri stvaranju serija za pojedinu vježbu,
2. način na koji se serije stvaraju u ovisnosti o intenzitetu (i zadanom rasponu ponavljanja) za predviđeni volumen.

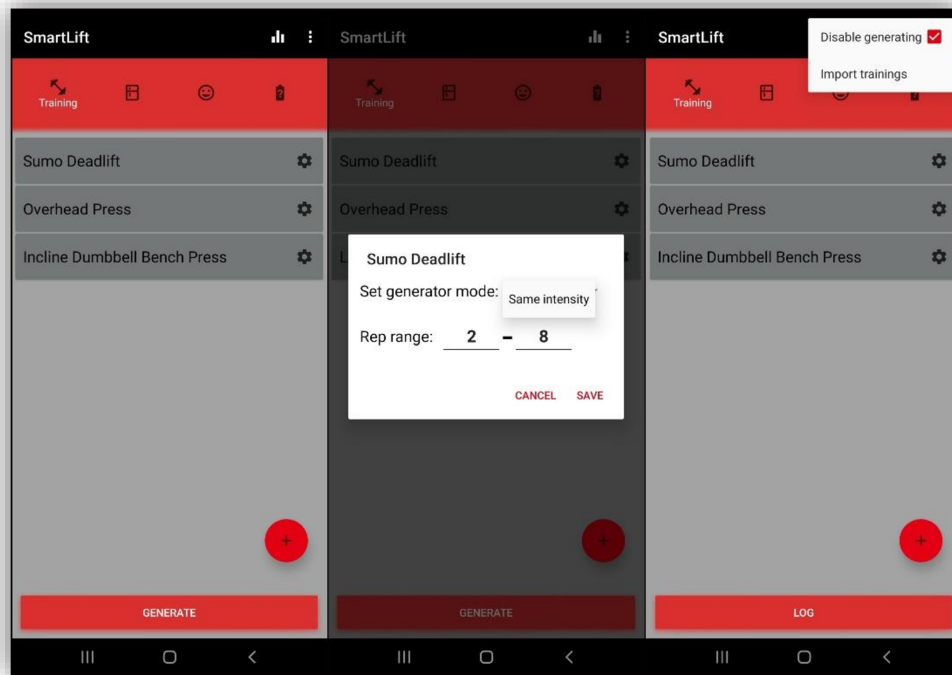
Serije se mogu stvarati u ovisnosti o intenzitetu na sljedeće načine:

1. svaka serija ima isti intenzitet,
2. prva serija ima najveći intenzitet, a svaka sljedeća sve manji ili jednak,
3. prva serija ima najmanji intenzitet, a svaka sljedeća sve veći ili jednak,
4. slučajni odabir.

U okviru rada implementirana je prva metoda. Prije stvaranja serija potrebno je definirati:

1. ukupan volumen za pojedinu vježbu i

2. maksimalni intenzitet (totalni maksimum) za pojedinu vježbu na temelju tablice RPE (Tablica 2.1)



Slika 3.5 Prikaz glavnog sučelja nakon odabira vježbi

Ukupan volumen predviđa se uz pomoć modela ARIMA. Obzirom da je rješenje programsko i da svaka vježba može imati različite optimalne volumene, problem određivanja prikladnih parametara modela ARIMA riješen je uz pomoć kriterija AIC. Izgradnja modela za određene parametre temelji se na posljednjih 10 mjerenja. Svaka vježba može imati drugačiji model i to prilikom svakog stvaranja novog treninga. Od svih mogućih modela odabire se onaj koji ima najmanju vrijednost AIC te se na temelju njega predviđa volumen za određenu vježbu za novi trening. U skup mogućih modela ulaze sve moguće kombinacije za sljedeće moguće vrijednosti parametara:

- p - $[0, 4]$
- d - $[0, 2]$
- q - $[0, 4]$

Maksimalni intenzitet na pojedinoj vježbi određuje se analiziranjem procijenjene težine odrađenih serija na prošlim treninzima. Konkretno, skeniraju se sve odrađene serije od prve do zadnje te se akumulira procijenjeni umor. Na temelju procijenjene težine i intenziteta

zadnje serije te akumuliranog umora od prošlih serija pomoću tablice RPE (Tablica 2.1) određuje se maksimalni intenzitet na pojedinoj vježbi. U svrhu lakšeg korištenja aplikacije korisnici ne trebaju odrediti točnu procijenjenu težinu za svaku određenu seriju, već su definirana tri moguća stanja izvršenosti serija: prelagano, optimalno i preteško. Svako stanje preslikava se u određenu vrijednost prilikom akumulacije umora i procijene težine zadnje serije, a same vrijednosti definirane su na skali procijenjenih težina tablice RPE. Vrijednosti za akumulaciju umora su definirane na sljedeći način:

- prelagano - 1
- optimalno - 0.5
- preteško - 0

Vrijednosti su komplementarne u odnosu na tablicu RPE te se mogu interpretirati na sljedeći način: ako je serija bila prelagana u rezervi je ostalo još jedno ponavljanje. Tako definirano zapravo se akumulira broj ponavljanja u rezervi kroz serije.

Vrijednosti za procijenjenu težinu zadnje serije zbog spomenute razlike složenih i izolacijskih vježbi definirane su na sljedeći način:

- 1) složene vježbe
 - a) prelagano – RPE 8.5
 - b) optimalno – RPE 9
 - c) preteško – RPE 10
- 2) izolacijske vježbe
 - a) prelagano – RPE 9.5
 - b) optimalno – RPE 10
 - c) preteško – RPE 10

Vrijednosti za preteške serije su lako objašnjive s obzirom na tablicu RPE. Vrijednosti za optimalne serije bazirane su na znanstvenim istraživanjima, a vrijednosti za prelagane serije određene su konzervativno uzevši u obzir međuovisnost laganih serija (bolje da korisnik izvodi vježbu s manjim intenzitetom nego s prevelikim). Jednostavnom operacijom oduzimanja procijenjene težine zadnje serije i ukupnog akumuliranog umora (broja ponavljanja u rezervi) dobije se procijenjena težina posljednje serije pomoću koje se koristeći tablicu RPE i intenzitet zadnje serije računa maksimalni intenzitet. Sa svrhom sprječavanja zaglavlivanja u lokalnom optimumu zbog primjerice vanjskih varijabli,

maksimalni intenzitet za pojedinu vježbu računa se na svim treninzima u posljednja tri tjedna te se uzima najveći. U slučaju da vježba u posljednja tri tjedna nije izvođena, u račun se uključuje samo posljednji trening s tom vježbom.

Uz poznati volumen i maksimalni intenzitet, posljednji zadatak je prava kombinacija serija i intenziteta koja čim više zadovoljava predviđeni volumen. Implementacija stvaranja serija s jednakim intenzitetom treba uzeti u obzir akumulirani umor te stvoriti određen broj serija za željeni broj ponavljanja tako da posljednja predviđena serija za primjerice složene vježbe bude procijenjene težine RPE 9 i da ukupan volumen bude što bliži predviđenom. Vrijednost akumuliranog umora pri stvaranju serija povećava se za optimalnu vrijednost s obzirom da se grade optimalne serije. Bitno je naglasiti da isti intenzitet kroz sve serije za posljedicu ima jednak broj ponavljanja kroz sve serije, a to se može argumentirati pomoću tablice RPE. Iz vremenske perspektive bolji trening traje kraće, a to znači da bi i broj serija za pojedinu vježbu trebao biti čim manji. Stvaranjem većeg broja serija intenzitet je manji, a vjerojatnost je generalno veća da će razlika u predviđenom i stvorenom volumenu u tom slučaju biti manja u odnosu na slučaj gdje je intenzitet veći i broj serija manji. Zadatak je pronaći kombinaciju koja ima čim manje serija i koja čim manje promašuje predviđeni volumen.

Problem se rješava optimizacijskim algoritmom metodom kazne. Čvrsta ograničenja su:

- zadnja serija mora biti RPE 9 (složene vježbe) / RPE 10 (izolacijske vježbe),
- prva serija mora biti minimalno RPE 6.

Meka ograničenja koja definiraju kriterijsku funkciju koja se minimizira su:

- broj stvorenih serija,
- apsolutna vrijednost razlike predviđenog i stvorenog volumena.

Prilikom pronalaska optimalnog rješenja prolazi se kroz cijeli prihvatljiv zadani raspon broja ponavljanja za određenu vježbu. Konkretni kod implementacije prikazan je slikom (Slika 3.6).

```

int num_of_sets = 0;
int optimal_reps = 0;
double best_heuristic = Double.MAX_VALUE;
double optimal_intensity = best_case_intensity_1rm;
for (int reps = exercise.minReps; reps <= exercise.maxReps; reps++) {
    for (double rpe = FIRST_SET_MIN_RPE; rpe <= LAST_SET_OPTIMAL_RPE; rpe += 0.5) {
        double weight = rpeTable.get(rpe).get(reps - 1) * best_case_intensity_1rm;
        int num_of_sets_tmp = 0;
        double total_volume_tmp = 0;
        double selected_optimal_last_set_rpe_tmp = 0;
        for (double accumulated_rpe = rpe; accumulated_rpe <= LAST_SET_OPTIMAL_RPE; accumulated_rpe += 0.5) {
            total_volume_tmp += weight * reps;
            num_of_sets_tmp++;
            selected_optimal_last_set_rpe_tmp = accumulated_rpe;
            if (total_volume_tmp > predictedVolume) {
                break;
            }
        }
        if (selected_optimal_last_set_rpe_tmp != LAST_SET_OPTIMAL_RPE) {
            continue;
        }
        double diff_volume = Math.abs(total_volume_tmp - predictedVolume);
        double current_heuristic = num_of_sets_tmp * HEURISTIC_NUM_OF_SETS_FACTOR + diff_volume * HEURISTIC_DIFF_IN_VOLUME_FACTOR;
        if (current_heuristic < best_heuristic) {
            num_of_sets = num_of_sets_tmp;
            optimal_intensity = weight;
            optimal_reps = reps;
            best_heuristic = current_heuristic;
        }
    }
}
}

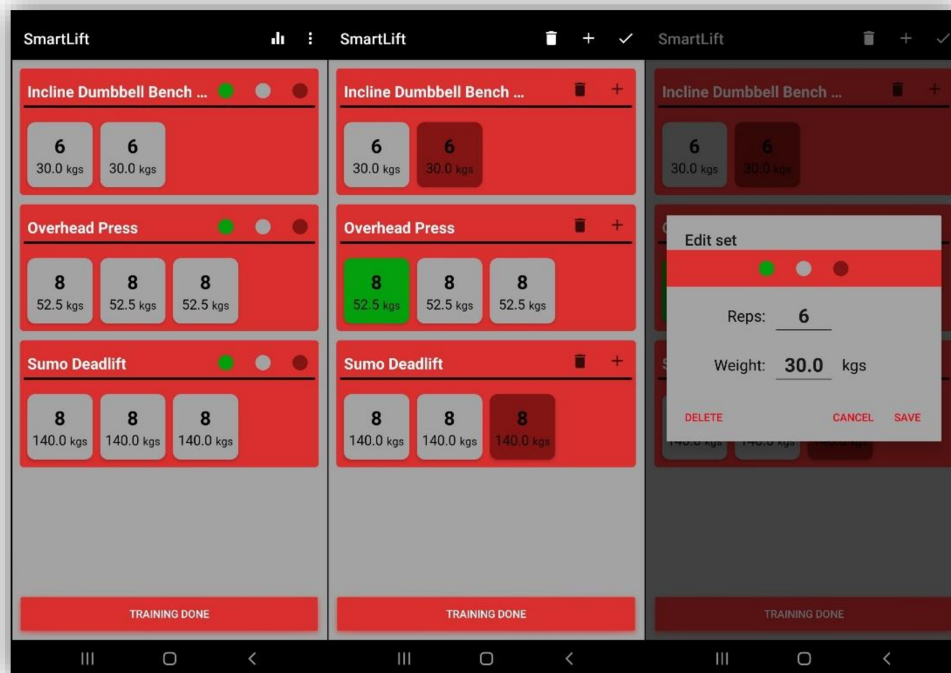
```

Slika 3.6 Kod implementacije pronalaska optimalnog broja serija s jednakim intenzitetom

Vanjske varijable: san, raspoloženje, unos hrane i oporavak mišića dodatno mogu izmijeniti predviđeni volumen i predviđeni intenzitet u svakoj seriji. San, raspoloženje i unos hrane definirani su kao diskretne varijable s tri moguće vrijednosti, od kojih pretpostavljeno stanje ne mijenja ništa. Preostala dva stanja mogu povećati, odnosno smanjiti volumen za određeni postotak. S obzirom da je intenzitet dobro definiran uz pomoć tablice RPE, predviđenu vrijednost intenziteta vanjske varijable mogu jedino smanjiti. Loš oporavak pojedinih mišića utječe na vježbe u kojima se isti aktiviraju. U slučaju da su svi mišići oporavljeni, volumen i intenzitet se ne mijenjaju. Sve moguće vrijednosti smanjenja/povećanja postavljene su na konstantnu vrijednost 2.5%. Vrijednost je procijenjena na temelju iskustva i međuovisnosti varijabli. Konkretna vrijednost nije toliko bitna koliko princip da se uslijed primjerice lošeg sna trening olakša.

Dodatno je postavljeno ograničenje na broj vježbi u kojima sudjeluju isti mišići koje korisnik može za pojedini trening odabrati. Ograničenje ovisi o složenosti vježbe, pa tako korisnik može za pojedini trening odabrati najviše tri složene i tri jednostavne vježbe u kojima sudjeluju isti mišići.

Prikaz stvorenih serija za svaku vježbu na treningu prikazan je slikom 3.7.



Slika 3.7 Aktivnost stvorenog treninga

Aktivnost stvorenog treninga može se nalaziti u dva stanja:

1. označavanje uspješnosti odrađenih serija,
2. uređivanje treninga: uređivanje stvorenih serija, dodavanje novih serija, brisanje vježbi, dodavanje vježbi i brisanje cijelog treninga.

Stanje označavanja uspješnosti odrađenih serija nudi korisniku dvije mogućnosti označavanja: skupno i pojedinačno. Korisnik klikom na pojedinu seriju mijenja uspješnost odrađenosti. Stanje uspješnosti pojedine serije prikazana je različitom bojom, pa je prelagana serija označena svijetlo zelenom bojom, optimalna svijetlo sivom i preteška tamno crvenom. Skupno označavanje omogućava korisniku označavanje svih serija neke vježbe pritiskom na određeni krug (Slika 3.7).

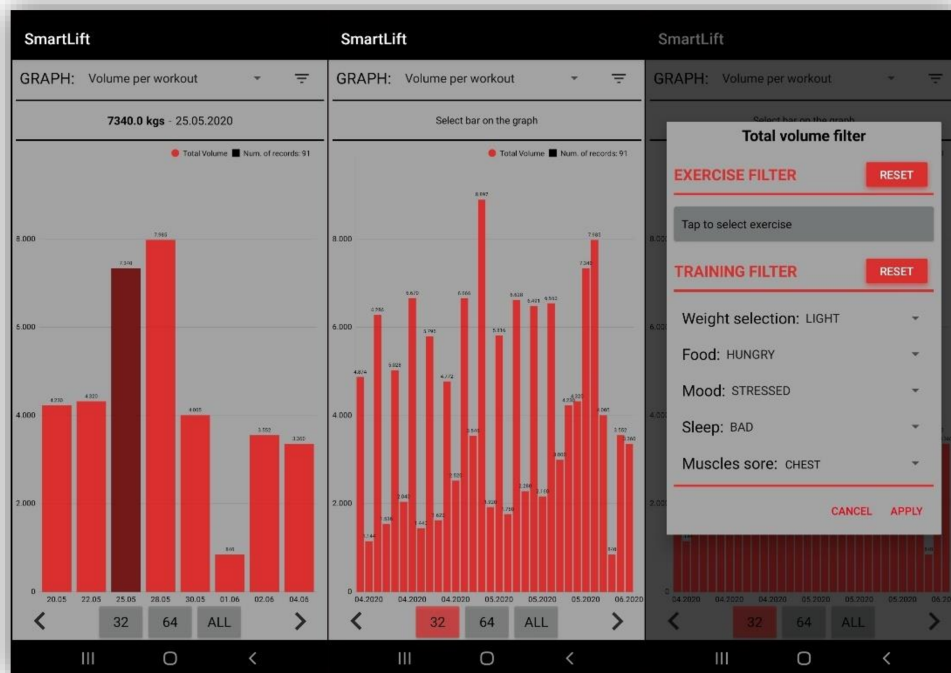
Stanje uređivanja nudi korisniku mogućnost promjene predviđenog treninga. Korisnik može dodati nove vježbe pritiskom na ikonu „dodaj“ u alatnoj traci. Prilikom dodavanja vježbi koristi se već opisana procedura (Slika 3.2). Pritiskom na neku seriju otvara se dijalog prikazan na slici (Slika 3.7) u kojem se može mijenjati intenzitet i broj ponavljanja te stanje uspješnosti odrađenosti kojim se mijenja i pozadinska boja dijaloga.

Predviđanje novog treninga može se ukinuti odabirom opcije u meniju (Slika 3.5), čime se mijenja tekst glavnog gumba. U tom slučaju korisnik može koristiti aplikaciju isključivo za zapisivanje treninga te se predviđanje treninga preskače.

3.4. Statistika i prikaz prošlih treninga

Aktivnost statistike otvara se klikom na ikonu „grafikona“ u alatnoj traci (Slika 3.1 ili Slika 3.7). Aktivnost omogućava prikaz grafa u obliku stupaca (Slika 3.8). U okviru rada implementiran je graf koji prikazuje ukupan volumen svih vježbi na treningu. Graf u pretpostavljenom slučaju prikazuje 8 stupaca, no sa svrhom bržeg pretraživanja ili pregleda prošlih treninga omogućen je prikaz 32, 64 i svih stupaca. Uz pomoć strelica graf se može pomicati ulijevo/udesno u bilo kojem načinu prikaza stupaca (osim u slučaju prikaza svih stupaca). U slučaju prikaza 32, 64 ili svih stupaca klikom na neki stupac graf se zumira na 8 stupaca. Prilikom odabira nekog stupca na zaslonu između dvije horizontalne linije prikazuju se detalji za odabrani stupac u ovisnosti o odabranom grafu, primjerice za graf ukupnog volumena prikazuje se ukupan volumen i datum za odabrani trening. Klikom na prostor između dvije horizontalne linije (u slučaju da je stupac odabran) otvara se aktivnost stvorenog treninga (Slika 3.7) koja prikazuje sve vježbe i sve serije odabranog treninga, jedina je razlika u tekstu glavnog gumba („Finish“ umjesto „Training done“) i mogućnost pokretanja aktivnosti statistike (ikona u alatnoj traci). Trening se može uređivati kao i prilikom stvaranja novog treninga. Graf se može filtrirati klikom na ikonu filtra (Slika 3.8). Filtar grafa ukupnog volumena na treningu može filtrirati treninge po sljedećim kriterijima:

- izvođena vježba (koristi aktivnost pretrage vježbi (Slika 3.3)),
- uspješnost odrađenih serija (prelagano, optimalno, preteško),
- unos hrane,
- raspoloženje,
- san,
- oporavak mišića.



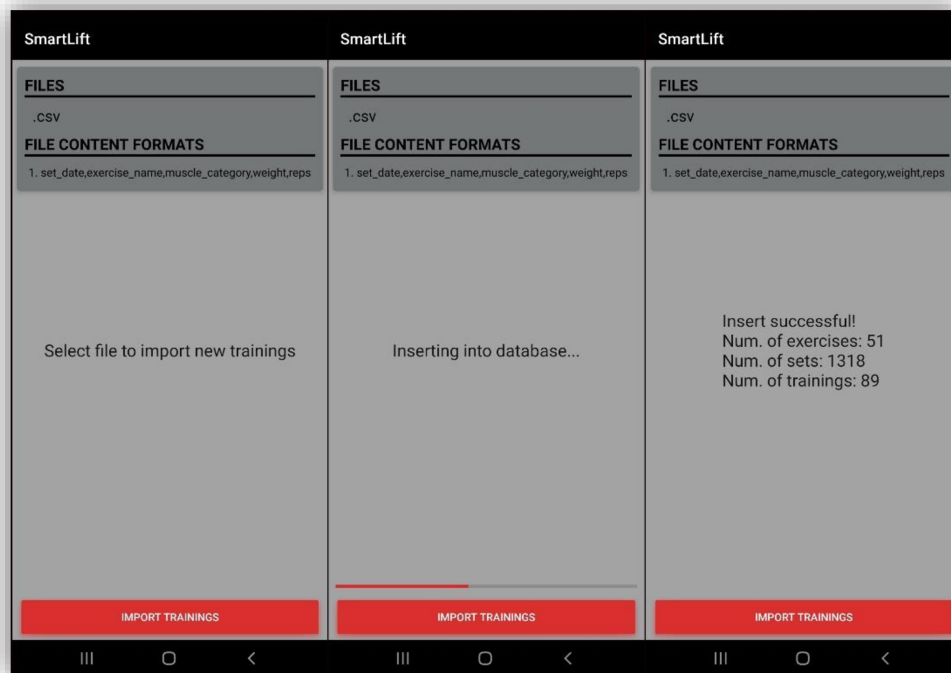
Slika 3.8 Aktivnost statistike

3.5. Unos prošlih treninga iz vanjske datoteke

Aplikacija nudi mogućnost unosa prošlih treninga iz datoteke s uređaja. Klikom na „Import trainings“ u meniju iz alatne trake sa slike (Slika 3.5) otvara se aktivnost unosa treninga (Slika 3.9). Zapisi treninga trebaju zadovoljavati unaprijed određen format, a isti je definiran u zaglavlju prikaza. Prihvatljivi tipovi datoteka isto tako su definirani u zaglavlju. Klikom na gumb „Import trainings“ pokreće se odabir željene datoteke s uređaja. Nakon odabrane datoteke korisniku se otvara dijalog kojim odlučuje želi li spremiti pronađene treninge. U potvrdnom slučaju pokreće se unos u bazu podataka, a napredak unosa prikazan je trakom napretka. Po završetku unosa ispisuju se detalji o unosu:

- broja stvorenih vježbi,
- broja unesenih serija,
- broja unesenih treninga.

Aktivnost je korištena u unosu osobnih podataka prilikom testiranja aplikacije.



Slika 3.9 Aktivnost unosa treninga iz datoteke

4. Problemi i moguća rješenja

Problem danog rješenja je predviđanje volumena. Vanjske varijable loše utječu na model ARIMA. Primjerice, jedan loš san utjecat će na sljedećih nekoliko predviđanja, a u stvarnosti to nije slučaj. Vanjske varijable trenutno mijenjaju sposobnost pojedinca, a nikako dugoročno. Dugoročne promjene uvjetovane su nizom treninga. Problem je u tome što model ARIMA predviđa na temelju samo jedne varijable (ukupnog volumena), a trebao bi u obzir uzeti vanjske varijable i kretanje totalnog maksimuma. Problematika s brojem ponavljanja u radu je riješena na način da je svaki raspon ponavljanja jednako vrijedan, no u stvarnosti to nije skroz tako. Vrijedi da su serije efektivno jednake ako su približno jednake procijenjene težine, no primjerice raspon ponavljanja 1 – 5 i 7 – 9 nisu jednaki iz razloga što niži raspon ponavljanja ima veći intenzitet te trening s nižim rasponom ponavljanja ima manji ukupan volumen (zbog većeg stresa na tijelo, itd.) [4]. Generalno se volumen za neki trening može podijeliti u neku od sljedećih skupina:

1. visoki volumen i niski intenzitet,
2. niski volumen i visoki intenzitet,
3. niski volumen i niski intenzitet – trening oporavka,
4. otprilike prosječan volumen i intenzitet.

Model treba pronaći optimalnu strategiju stvaranja niza treninga. Niz treninga sastoji se od prethodno navedenih skupina. Optimalna strategija je ona kojom totalni maksimum na pojedinoj vježbi raste. Konkretnu referentnu brojku ukupnog volumena model isto tako treba optimirati u ovisnosti o kretanju totalnog maksimuma (dugoročno) i vanjskim varijablama (trenutno). Vanjske varijable u takvom modelu heuristički utječu na odabir skupine volumena, odnosno olakšavaju modelu odabir. Odabir kombinacije serija u takvom modelu ne prolazi kroz cijeli raspon ponavljanja za pojedinu vježbu (ako je raspon velik), već kroz onaj raspon koji više odgovara nekoj skupini volumena (veći broj ponavljanja više odgovara visokom volumenu i niskom intenzitetu). Dodatno treba naglasiti da konkretna brojka broja ponavljanja za navedenu skupinu volumena nije bitna. Broj ponavljanja za svaku skupinu čak može biti i jednak. Ako primjerice korisnik odabere da želi treninge isključivo s pet ponavljanja, tada trening s visokim intenzitetom i niskim volumenom stvara manje serija i posljedično veći intenzitet, a trening s niskim intenzitetom i visokim volumenom stvara više serija s manjim intenzitetom.

Sve konstante definirane u radu mogu se individualno prilagođavati dubinskom analizom na većem broju podataka što uključuje i tablicu RPE koja dodatno za svaku vježbu može imati različite vrijednosti.

Označavanje procijenjene težine svake serije olakšano je radi lakšeg korištenja aplikacije, no posljedica toga je potreba za procjenjivanjem akumuliranog umora i procijenjene težine posljednje serije. Iako je procjena maksimalno konzervativna te je temeljena na znanstvenim istraživanjima, precizniji pristup je unos točnih procijenjenih težina, pa se korisnicima aplikacije može dodatno ponuditi i taj način. Računanje totalnog maksimuma koristeći čim točnije procijenjene težine je vjerodostojnije.

Budući rad može biti nadogradnja trenutnog sa sljedećim bitnim promjenama (doradama):

- implementacija opisanog modela za predviđanje volumena,
- implementacija redefiniranja konstanti nakon određenog broja prikupljenih podataka,
- mogućnost unosa točnih procijenjenih težina svake serije i vrednovanje totalnih maksimuma na temelju njih,
- poboljšanje korisničkog sučelja,
- podrška za operacijski sustav IOS,
- implementacija dijeljenje baze podataka sa svrhom prikupljanja podataka većeg broja korisnika.

Zaključak

Izrada aplikacije uspješno je izvršena s potpuno funkcionalnim korisničkim sučeljem. Aplikacija nudi brojne funkcionalnosti koje olakšavaju planiranje individualiziranog treninga snage. Glavna komponenta koja je zaslužna za predviđanje novog treninga sastoji se od tri glavna algoritma:

1. model ARIMA – predviđanje volumena,
2. skeniranje serija – izračunavanje totalnog maksimuma,
3. metoda kazne – odabir kombinacije serija, ponavljanja i intenziteta.

Model ARIMA pokazao se najslabijom karikom iz razloga što ne može uključiti više varijabli, stoga najviše mjesta za napredak ima u izmjeni modela za predviđanje volumena. Skeniranje serija temeljeno je na literaturi iz domene treninga snage, pa postupak izračunavanja totalnog maksimuma za pojedinu vježbu radi dovoljno dobro. Metodom kazne uzima se optimalna kombinacija serija, ponavljanja i intenziteta za željeni broj ponavljanja i to je najveća prednost rada.

Glavni cilj ovog rada, izrada pomagala za planiranje individualiziranog treninga snage, djelomično je izvršen. Odabirom prikladnog modela za predviđanje volumena koji može uključiti više varijabli, cilj bi mogao biti u potpunosti izvršen. Budući rad bi se mogao temeljiti na rješavanju tog problema.

Radom je stečeno mnogo iskustva i znanja u sljedećim područjima:

- izrada aplikacija u operacijskom sustavu Android,
- korištenje optimizacijskih postupaka,
- korištenje statističkih metoda i modela ARIMA.

Literatura

- [1] M. Henselmans, „Compound vs. isolation exercises: which is best?“, pros. 26, 2017. <https://mennohenselmans.com/compound-vs-isolation-exercise/> (pristupljeno lip. 08, 2020).
- [2] T. Davies, R. Orr, M. Halaki, i D. Hackett, „Effect of Training Leading to Repetition Failure on Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis“, *Sports Med*, sv. 46, izd. 4, str. 487–502, tra. 2016, doi: 10.1007/s40279-015-0451-3.
- [3] E. R. Helms, J. Cronin, A. Storey, i M. C. Zourdos, „Application of the Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Training“, *Strength Cond J*, sv. 38, izd. 4, str. 42–49, kol. 2016, doi: 10.1519/SSC.0000000000000218.
- [4] B. J. Schoenfeld, M. D. Peterson, D. Ogborn, B. Contreras, i G. T. Sonmez, „Effects of Low- vs. High-Load Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy in Well-Trained Men“, *The Journal of Strength & Conditioning Research*, sv. 29, izd. 10, str. 2954–2963, lis. 2015, doi: 10.1519/JSC.0000000000000958.
- [5] G. T. Mangine *i ostali*, „The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men“, *Physiol Rep*, sv. 3, izd. 8, kol. 2015, doi: 10.14814/phy2.12472.
- [6] Eric Helms, „RPE Course Content“, *The Muscle & Strength Pyramids*. <https://muscleandstrengthpyramids.com/rpe-course-content/> (pristupljeno lip. 08, 2020).
- [7] Exodus Strength forum, „Modifying and Expanding Tuscherer’s RPE Percentages Table - Exodus Strength“. <https://www.exodus-strength.com/forum/viewtopic.php?t=2967> (pristupljeno lip. 08, 2020).
- [8] *Encyclopedia Britannica*, „Exercise - Motor-performance physical fitness“, <https://www.britannica.com/topic/exercise-physical-fitness> (pristupljeno lip. 09, 2020).
- [9] Barbell Logic Team, „Recovery and Good Sleep Habits for Strength Training“, ožu. 03, 2019. <https://barbell-logic.com/recovery-and-sleep/> (pristupljeno lip. 09, 2020).
- [10] J. Boly, „How Being Stressed Can Impact Your Strength Training“, *BarBend*, tra. 25, 2017. <https://barbend.com/stress-strength-training/> (pristupljeno lip. 09, 2020).
- [11] J. Annigan, „How Does Nutrition Affect Exercise?“, *Healthy Eating | SF Gate*. <https://healthyeating.sfgate.com/nutrition-affect-exercise-6391.html> (pristupljeno lip. 09, 2020).
- [12] L. C. Dalleck, „THE SCIENCE OF POST-EXERCISE RECOVERY“, American Council on Exercise, str. 14.
- [13] R. Nau, „Introduction to ARIMA models“, Fuqua School of Business, Duke University. <https://people.duke.edu/~rnau/411arim.htm> (pristupljeno lip. 09, 2020).
- [14] R. Nau, „Notes on nonseasonal ARIMA models“, Fuqua School of Business, Duke University, str. 21.
- [15] S. Date, „The Akaike Information Criterion“, *Medium*, ožu. 10, 2020. <https://towardsdatascience.com/the-akaike-information-criterion-c20c8fd832f2> (pristupljeno lip. 09, 2020).

[16] Wikipedia, „Penalty method“, tra. 18, 2020, Pristupljeno: lip. 09, 2020. [Na internetu]. Dostupno na:
https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Penalty_method&oldid=951663378.

Sažetak

Naslov:

Mobilna aplikacija za optimizaciju treninga snage

Sažetak:

Glavni cilj rada bio je izrada mobilne aplikacije za optimizaciju treninga snage. Aplikacija je izrađena za operacijski sustav Android u programskom jeziku Java. Glavna komponenta aplikacije je model koji stvara novi trening na temelju prošlih treninga i trenutnih vanjskih varijabli: sna, raspoloženja, unosa hrane i oporavka mišića. U izradi modela korištene su sljedeće komponente: auto-regresijski model ARIMA, optimizacijski algoritam metoda kazne i ekspertna pravila iz domene treninga snage. Ostale funkcionalnosti aplikacije su: statistički prikaz prošlih treninga, unos prošlih treninga iz vanjske datoteke u zadanom formatu, uređivanje i dodavanje vježbi, uređivanje i dodavanje skupa vježbi (programa) i uređivanje novog treninga. Aplikacija nudi mogućnost zapisa novog treninga bez prijedloga novog treninga.

Ključne riječi:

optimizacija treninga snage, model ARIMA, metoda kazne, ekspertna pravila treninga snage

Summary

Title:

Mobile Application for Optimizing Strength Training

Summary:

The main goal of this thesis was to develop a mobile application for optimizing strength training. The application is designed for the Android operating system using Java programming language. The main component of the application is a model that creates a new workout based on past workouts and current external variables: sleep, mood, food intake and muscle recovery. The following components were used in the development of the model: autoregressive ARIMA model, the penalty method optimization algorithm and expert rules in the field of strength training. Other functionalities of the application are: statistical display of past trainings, entry of past trainings from an external file in the given format, editing and adding exercises, editing and adding a set of exercises (programs) and editing a new training. The application offers the possibility of recording a new training without proposing a new training.

Keywords:

strength training optimization, ARIMA model, penalty method, strength training expert rules