

## ARHITEKTURA EKSPERTNOG WEB SUSTAVA ZA PRIPREMU SPORTAŠA

Havaš L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

**Sažetak.** Kod svakog trenažnog procesa od iznimne je važnosti generiranje što boljeg programa pripreme. Samom izradom programa ne završava proces sustavnog praćenja izvedbe sportaša. U ovom radu se na osnovi kreiranog optimalnog podatkovnog modela, primjenom modernih ICT tehnologija, prikazuje razvoj jednog ekspertnog WEB sustava. Taj sustav na temelju trenutnog potencijala pojedinog sportaša i njegovog maksimalnog aerobnog kapaciteta,  $VO_{2max}$  faktora, kreira njegov program priprema. Unosom odgovarajućih treninga i povratnih informacija u dnevnik trčanja, program priprema omogućava kroz skladište podataka dubinsku analizu ostvarenih rezultata kako bi se modificirao trenažni proces te se pravodobno otkrili simptomi pod(pre)treniranosti. Na taj način se omogućuje bolja izvedba i pravodobno se smanjuje vjerojatnost ozljede ili neadekvatni rezultat.

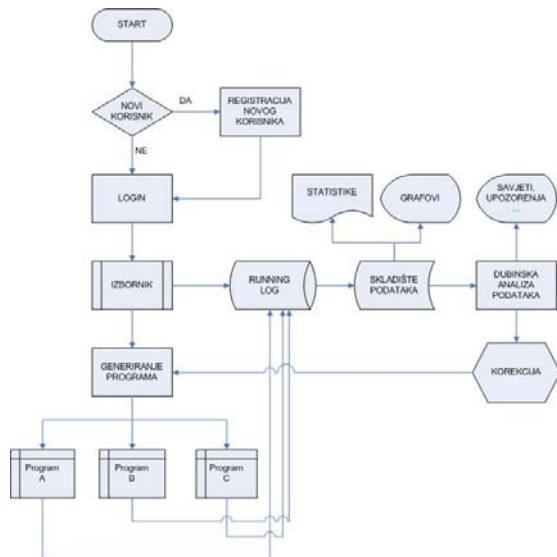
**Ključne riječi:** ICT tehnologije, WEB, skladište podataka, dubinska analiza, OLAP, ekspertni sustav,  $VO_{2max}$  program priprema, trenažni proces, dnevnik trčanja

**Abstract.** In every training process, generating the preparation programme of high quality is of extreme importance. The process of systematic monitoring of athlete's performance does not finish with the creation of the programme. This work, on the basis of created optimum data model and with applying modern ICT technologies, presents the development of an expert WEB system which on the basis of the individual athlete's current potential and his maximum aerobic capacity,  $VO_{2max}$  factor, creates his preparation programme; entering the appropriate training data and feedback into the Journal of Running enables through the data warehouse an in-depth analysis of achieved results with the goal of modifying the training process and recognizing the symptoms of under(over) training in time. In this way, the better performance is enabled and the probability of injuries or inadequate results is diminished in time.

**Key words:** ICT technologies, WEB, data warehouse, in-depth analysis, OLAP, expert system,  $VO_{2max}$  preparation programme, training process, journal of running.

### 1. UVOD

U članku se prikazuje razvoj jednog ekspertnog WEB sustava koji bi služio trkačima dugoprugašima kao "online trener" i kao sustav za pohranu i evidenciju odrađenih treninga. Vrlo je zahtjevno napraviti dobar sustav generiranja programa za pripremu atletičara. Svaki čovjek, pa tako i svaki sportaš, zahtijeva individualan pristup i posebne metode za razvoj njegovih potencijala. Realizacija sustava koji će podržavati veliki raspon usluga dovodi do generiranja raznovrsnih podataka. Ti podaci se konceptualnim, logičkim i fizičkim modeliranjem ostvaruju unutar sustava za upravljanje bazom i skladištem podataka. Brzi pristup do traženih podataka i usluga, uz uvjet minimalnog korištenja komunikacijskih resursa, glavni je zahtjev u izgradnji optimalne arhitekture takvoga telekomunikacijskog informacijskog sustava. Generiranje dobrog programa za ciljanu atletske discipline, odnosno utrku, samo je prvi korak u sustavnom praćenju sportaša u njegovom trenažnom procesu. U svrhu analize odrađenih treninga, treba izraditi bazu podataka koja će u obliku dnevnika trčanja, putem weba, prikupljati podatke od korisnika. Posebnim dizajnom skladišta podataka i periodičkim migracijama podataka iz dnevnika trčanja, omogućila bi se dubinska analiza zamišljenih i ostvarenih rezultata svakog natjecatelja. Prepoznali bi se simptomi pretreniranosti, podtreniranosti ili neadekvatni ili neučinkoviti trenažni elementi koji bi se zamijenili primjerenijim rješenjima. Na taj se način gradi dinamičan program priprema, uz smanjenu vjerojatnost ozljede ili bolesti u vrijeme trenažnog procesa. Ujedno se traže bolje metode prilagođene svakom atletičaru da se poboljšaju njegovi rezultati. Dijagram toka ovog ekspertnog web sustava prikazan je na slici 1.



Slika 1. Dijagram toka ekspertnog sustava

U drugom dijelu članka prikazuje se primjena modernih ICT tehnologija u razvoju sportskog ekspertnog sustava. U trećem dijelu prikazan je modul za registraciju novih i prijavu postojećih korisnika sustava. Četvrti dio donosi trenutačni potencijal atletičara dugoprugaša i izračun njegovog maksimalnog aerobnog kapaciteta  $VO_{2max}$  te generiranje pripremnih programa. Peti dio obrađuje kreiranje šifrnika trenažnih elemenata. Šesti dio prikazuje dnevnik trčanja i način formiranja skladišta podataka. Sedmi dio članka donosi metode i postupke dubinske analize te dinamičko redizajniranje programa za pripreme. Završni, osmi dio je rezime iznesenog te prikaz korištene literature.

## 2. PRIMJENA ICT TEHNOLOGIJA U SPORTU

Suvremen način života, poslovanja i pružanja usluga danas je nezamisliv bez sustava zasnovanog na informacijskim i komunikacijskim tehnologijama. Brzina razvoja novih ICT tehnologija zahtijeva njihovo stalno praćenje. Tako bi se nadogradnjom starih ili uvođenjem novih proizvoda i sustava pravodobno i optimalno iskoristile mogućnosti unapređenja nekih servisa i usluga. Mobilne podatkovne usluge omogućuju dostupnost informacija bilo kada i s bilo kojeg mjesta. Uz razvoj i uvođenje weba druge generacije, otvara se mogućnost za brzu interaktivnu dvosmjernu komunikaciju između korisnika ili korisnika i računalnih servisa.

U ovom članku opisan je razvoj jednog sportskog ekspertnog sustava, baziranog na tretiranju mreže kao platforme za ubrzan protok informacija između trenera i sportaša. Otvorenost, sloboda i kolektivna inteligencija takvog sustava raste s vremenom i uz povećanje broja korisnika. Tako se, za razliku od klasičnih trenažnih metoda, smanjuje mogućnost pogreške i osigurava se veća vjerojatnost izvrsnih sportskih rezultata.

Korištenjem interneta i mobilnih komunikacija, dolazi do promjena u strukturi pristupa svakom pojedinom sportašu bez obzira na njegovu trenutačnu lokaciju ili raspoloživost.

Na taj način postižemo:

- povećanu fleksibilnost
- povećanu praktičnost
- povećanu transparentnost
- omogućen je prikaz stanja pripremljenosti sportaša u stvarnom vremenu
- osiguravamo trenutnu dvosmjernu razmjenu informacija sa sportašima
- omogućujemo izravan i individualan pristup krajnjim korisnicima
- smanjujemo troškove treniranja
- potičemo nestajanje posrednika
- ubrzano razvijamo softverske agente koji brinu o sportašu tijekom trenažnog perioda

ICT tehnologija danas prati korisnika – sportaša u svim fazama pripremnog perioda. To razdoblje uključuje donošenje odluke vezane uz izradu samog programa priprema, konzultacije sa sustavom tijekom pripremnog perioda, dinamičko modificiranje pripremnog programa, a nakon odrađenog pripremnog perioda omogućuje analizu ostvarenih rezultata.

Neki sustavi su još sofisticiraniji pa statističkim metodama obrađuju prethodne upite i interese korisnika. Namjera im je da što bolje ponude uslugu koja bi sportaša zadovoljila u potpunosti.

Vrlo važan je i raspon usluga koje u pripremi sportaša mogu ponuditi mobilni uređaji. Mobilni su postali prikladni što se tiče dizajna, cijene, povezanosti, računalne i memorijske snage te ostalih faktora koji omogućuju njihovu izvrsnu iskoristivost u području sporta, priprema i prijenosa podataka na otvorenom prostoru. Pri dizajniranju takvih servisa za mobilne uređaje, potrebno je obratiti pozornost na mnoge interdisciplinarnе čimbenike. To su: psihološki (dizajn korisničkog sučelja), tehnološki (propusnost veze prema internetu, snaga procesora, memorija, prepoznavanje govora i glasovne naredbe) i sigurnosni (privatnost podataka).

Primjenom spomenutih ICT tehnologija, trebamo težiti ostvarenju što veće lokalizacije i personalizacije aplikacija i servisa kako bi postigli kontekstualno usmjerene usluge prilagođene kognitivnim i psihološkim aspektima sportaša. Takvi sustavi moraju biti fleksibilni i modularni, a svakako prilagođeni potrebama korisnika, uz očuvanje integriteta baze podataka.

Cilj dizajna servisa je taj da korisniku pruži važne informacije, s obzirom na okolnosti u kojima se on nalazi u određenom trenutku. Time se stvaraju preduvjeti za prihvaćanje takvih aplikacija od strane korisnika i unapređenje njegovih sportskih dometa, uz smanjenje vjerojatnosti pojave ozljeda ili bolesti tijekom karijere.

## 3. REGISTRACIJA I PRIJAVA KORISNIKA

Prilikom registracije svaki korisnik sam definira svoje korisničko ime i lozinku te elektroničku adresu na koju mu se šalje aktivacijski link. Po primitku aktivacijskog koda i pritiskom na aktivacijski link, korisnik je registriran u sustav. Podaci svakog korisnika se kasnije osobno mogu dopuniti ili ažurirati. Zbog sigurnosti i

zaštite privatnosti podataka, korisnička lozinka se šifrira MD5 algoritmom, 128-bitnom kriptografskom hash funkcijom ratificiranom internetskim standardom RFC 1321 te se u takvom obliku pohranjuje u bazu podataka. MD5 je 1991. godine dizajnirao Ronald Rivest, kao nadgradnju hash sustava MD4 [15]. U slučaju da je potrebna još veća sigurnost pohranjenih lozinki, moguće je implementirati jedan od SHA algoritama (SHA-0, SHA-1, SHA-2). Tek nakon aktivacije, korisniku je omogućena prijava u sustav.

Sustav prepoznaje nekoliko autorizacijskih razina izbornika i razlikuje administratora od običnog korisnika. Sukladno tome, određeni dio izborničkih funkcija prikazuje se ili sakriva od korisnika.

#### 4. IZRAČUNAVANJE $VO_{2max}$ FAKTORA I GENERIRANJE PROGRAMA

Ovaj modul je zamišljen da u formi expertnog sustava kreira željeni program koji bi pripremio atletičare dugoprugaše za jednu od sljedećih disciplina:

- 5000 metara
- 10000 metara
- 21097 metara (polumaraton)
- 42195 metara (maraton)

Za svaku od ponuđenih disciplina moguće je odabrati 3 težine generiranog programa: program A (početnici), program B (napredni trkači), program C (poluelitni i elitni trkači). Korisnik također može odabrati dužinu svojih priprema, između 12-24 tjedna te prvi dan svojih priprema.

Kao ulazni parametar bilježi se trenutačna tjedna kilometraža korisnika i izračunava se „startna točka“, odnosno njegov trenutačni potencijal.

U ovom radu bit će prikazano kako odrediti  $VO_{2max}$  faktor, tj. maksimalni aerobni kapacitet.

##### 4.1. Izračunavanje maksimalnog aerobnog kapaciteta $VO_{2max}$

Kad je riječ o sposobnosti da tijelo obavlja aerobni rad misli se na sposobnost uzimanja kisika, prelazak tog kisika iz pluća u krv i na njegovo iskorištavanje u mišićima.

Sve se to pokušalo pretvoriti u formule i brojke kojima bi se ta sposobnost mjerila, pratila i mijenjalo. Tako je smišljen koncept maksimalnog primitka kisika ili  $VO_{2max}$  kao mjera kondicije. *Maksimalni aerobni kapacitet  $VO_{2max}$  možemo definirati kao maksimalnu količinu kisika koju srce može poslati mišićima i koji oni mogu iskoristiti za proizvodnju energije.*  $VO_{2max}$  se izražava relativno u odnosu na težinu atletičara. Jedinice u kojima se iskazuje su mililitri kisika na kilogram tjelesne težine u minuti (ml / kg / min).

David E. Martin i Peter N. Coe [6] izvode sljedeći izraz:

$$VO_{2max} = (f_{cmax} \times Q_{smax}) \times \max a - vO_2 \text{ razlika}$$

gdje je:

- $f_{cmax}$  = maksimalna srčana frekvencija
- $Q_{smax}$  = maksimalni volumen istisnute krvi
- $a - vO_2$  = razlika prenesenog i iskorištenog kisika arterijske i venske krvi

Prosječan muškarac u dvadesetim godinama života koji živi sjedilačkim načinom života ima  $VO_{2max}$  između 44-51 (ml/kg/min), a žena istih godina 35-43 (ml/kg/min). Ljudi koji treniraju trčanje na duge pruge, na razinama od rekreativnih do elitnih, imaju vrijednosti od 43-73 (ml/kg/min) za žene do 51-84 (ml/kg/min) za muškarce. Iako je najtočnije mjerenje i određivanje maksimalnog aerobnog kapaciteta ( $VO_{2max}$ ) u laboratorijskim uvjetima, zbog nemogućnosti da se svi korisnici sustava podvrgnu tom testiranju,  $VO_{2max}$  faktor trebalo je odrediti drukčije.

Za izračun trenutačnog maksimalnog aerobnog kapaciteta postoji više raspoloživih (i dobrih) metoda: *Balke test, Cooper test, Astrand test* i drugi. Ovdje je odabrana metoda izračunavanja  $VO_{2max}$  faktora koju su predložili Daniels i Gilbert 1979. godine [4].

Od svih danas poznatih (i priznatih) metoda, ova je najteža za izračunavanje, ali daje najtočnije podatke.

Maksimalni aerobni kapacitet ( $VO_{2max}$ ) izračunava se na temelju nedavno istrčane utrke korištenjem sljedećih formula:

$$1.) p_{max} = 0,8 + 0,1894393 \cdot e^{-0,012778 \cdot time} + 0,2989558 \cdot e^{-0,1932605 \cdot time}$$

$$2.) VO_2 = -4,60 + 0,182258 \cdot velocity + 0,000104 \cdot velocity^2$$

$$3.) VO_{2max} = \frac{VO_2}{P_{max}}$$

gdje je:

time = vrijeme trčanja u minutama,

velocity = brzina trčanja u metrima u minuti.

Newton–Raphson metodom izračunavaju se potencijalna ostvarenja na ostalim udaljenostima, od 800 metara pa do maratona (42195 metara) i to na sljedeći način:

Uz poznati  $VO_{2max}$  predvidimo „time“ u izrazu 1.) i izračunamo „ $p_{max}$ “. Iz tog podatka i poznatog  $VO_{2max}$  izračunamo  $VO_2$ . Kada znamo  $VO_2$ , možemo riješiti kvadratnu jednadžbu u izrazu 2.). Uzima se samo pozitivno od 2 rješenja koje daje kvadratna jednadžba. Iz poznatog rješenja za velocity (metara u minuti) i željene udaljenosti, npr. 3000 metara, izračuna se vrijeme =  $distance/velocity$ . Sada se uspoređi izračunato vrijeme i ono predviđeno koje smo unijeli u izraz 1.). U petlji se korigira „time“ dok se ne dobije da je odstupanje manje od 0,001%, odnosno da se otprilike poklapaju vremena. Sad se uzme druga udaljenost, na primjer 5000 metara, te se ponovi iterativni postupak.

*Primjer:* Za istrčanu udaljenost od 5000 metara u vremenu 17' 30", dobije se  $VO_{2max} = 58,20$  (ml/kg/min). Opisanom Newton-Raphson metodom se izračunaju potencijalna ostvarenja tog trkača na ostalim udaljenostima:

Udaljenost	Vrijeme trčanja
800 m	2:23.12
1500 m	4:42.81
3000 m	10:05.95
5000 m	17:30.00
10000 m	36:17.86
21097 m	1:20:14.37
42195 m	2:47:40.52

Tablica 1. Predviđanje rezultata

Da se ne bi morao ponavljati iterativni postupak za svakog novog korisnika ili za svaku promjenu maksimalnog aerobnog kapaciteta, što je uobičajena pojava u trenažnom procesu, unaprijed su izračunati i pohranjeni u bazi podataka podaci za  $VO_{2max}$  od 30 do 90. Dio takve tablice je prikazan na slici 2.

### Pregled $VO_{2MAX}$ tablice

id	$VO_{2max}$	800m	1500m	3000m	5000m	half_marathon	marathon
1	30	04:16.2	08:30	17:56	30:40	02:21:04	04:49:17
2	31	04:08.4	08:15	17:27	29:51	02:17:21	04:41:57
3	32	04:02.4	08:02	16:59	29:05	02:13:49	04:34:59
4	33	03:55.6	07:49	16:33	28:21	02:10:27	04:28:22
5	35	03:43.2	07:25	15:45	27:00	02:04:13	04:16:03
6	36	03:36.3	07:14	15:23	26:22	02:01:19	04:10:19
7	37	03:32.3	07:04	15:01	25:46	01:58:34	04:04:50
8	38	03:27.7	06:54	14:41	25:12	01:55:55	03:59:35
9	39	03:23.7	06:44	14:21	24:39	01:53:24	03:54:34
10	40	03:18.7	06:35	14:03	24:08	01:50:59	03:49:45
11	41	03:14.1	06:27	13:45	23:38	01:48:40	03:45:09
12	42	03:10.1	06:19	13:28	23:09	01:46:27	03:40:43
13	43	03:06	06:11	13:11	22:41	01:44:20	03:36:28
14	44	03:02	06:03	12:55	22:15	01:42:17	03:32:23
15	45	02:59.4	05:56	12:40	21:50	01:40:20	03:28:26
16	46	02:56.2	05:49	12:26	21:25	01:38:27	03:24:39
17	47	02:52.1	05:42	12:12	21:02	01:36:38	03:21:00

Slika 2. Prikaz dijela  $VO_{2max}$  tablice

Na temelju tih podataka korisnicima se omogućilo da sami unesu nedavno ostvareni rezultat na nekoj od predloženih udaljenosti:

- 5000 metara
- 10000 metara
- 21097 metara (polumaraton)
- 42195 metara (maraton)

Odabirom udaljenosti i unosom istrčanog vremena, sustav automatski prikazuje njihov potencijal na ostalim distancama, čime sami mogu odrediti brzinu trčanja na treningu ili utrci.

Podsustav za prognoziranje rezultata na temelju poznatog ili izračunatog aerobnog kapaciteta  $VO_{2max}$  prikazan je na slici 3.

$VO_{2max}$	800 m	1500 m	3000 m	5000 m	10000 m	Polumaraton	Maraton
58	02:24	04:44	10:08	17:33	36:24	01:20:30	02:48:14

Slika 3. Prognoziranje rezultata

## 4.2. Generiranje programa za pripreme

Nakon što smo izračunali maksimalni aerobni kapacitet, korisnik odabire željenu disciplinu. Mora odabrati duljinu programa (između 12 i 24 tjedna), mora odrediti gornju granicu prihvatljive tjedne kilometraže (minutaže) te odlučiti hoće li trenirati kao početnik (program A), kao napredni trkač (program B) ili kao elitni trkač (program C).

Na osnovi kreirane baze trenažnih elemenata za pojedine vrste dugoprugaških treninga, ekspertni sustav formira program priprema. Tako brine o tome da su ponuđeni treninzi adekvatno odabrani za pojedinu disciplinu, da su raspoređeni u pravilnu sekvencu unutar tjedna i trenažnog perioda, da su predložene brzine trčanja pojedinih treninga uskladene s njegovim maksimalnim aerobnim kapacitetom, da je kilometraža (minutaža) pojedinih treninga u skladu s mogućnostima i željama pojedinca te da se forma i željeni napredak namjesti za određeni dan (tjedan) na kraju trenažnog perioda.

Tako formirani program se ispisuje na zaslonu računala i pohranjuje u bazu (skladište) podataka.

Korisniku je omogućeno da prema potrebi ispiše generirani program koji je za tu svrhu potrebno pripremiti i oblikovati ga za ispis na pisaču.

Dio takvog pripremnog programa za maraton (prva 3 tjedna), prilagođenog za ispis, prikazan je na slici 4.

Program A-početni za 42.195m,  $VO_{2max}=49.51$ (ml/kg/min)

Korisnik: John Doe

Tjedan	Datum	Ponedjeljak	Utorak	Srijeda	Četvrtak	Petak	Subota	Nedjelja
1	01/06/2009 07/06/2009	Lagano trčanje 25min @5:16	3 km UG 2x(400 m + 1000 m + 2400 m) 1:38 min / 4:20 min / 10:51 min 240 sek odmor 3 km HL	Lagano trčanje 25min @5:16	3 km UG 4x(200 m + 400 m + 0 m) 0:49 min / 1:44 min / 0:0 min 90 sek odmor 3 km HL	Lagano trčanje 25min @5:16	Odmor (0h)	Dugo trčanje 90min @5:16
2	08/06/2009 14/06/2009	Alternativni trening (0h)	4 km UG 8x400m / 1:38 min 120 sek odmor 4 km HL	Lagano trčanje 25min @5:11	4 km UG 7x1000m / 4:31 min 60 sek odmor 4 km HL	Lagano trčanje 25min @5:11	Lagano trčanje 25min @5:11	Trčanje u tempo 3 km UG 20min @4:31 3 km HL
3	15/06/2009 21/06/2009	Lagano trčanje 25min @5:6	4 km UG 8x400m / 1:38 min 120 sek odmor 4 km HL	Lagano trčanje 25min @5:6	4 km UG 8x200m / 0:44 min 120 sek odmor 4 km HL	Lagano trčanje 25min @5:6	Odmor (0h)	Dugo trčanje 90min @5:11

Slika 4. Generirani program (prva 3 tjedna)

Treba provjeriti postoje li u skladištu podataka aktivni programi za istog korisnika i u određenom vremenskom razdoblju. U slučaju da ima preklapanja, treba deaktivirati sve programe, osim posljednjeg.

## 5. DEFINIRANJE I UNOS TRENAŽNIH ELEMENATA

Kao preduvjet za generiranje programa, administrator sustava ili tim stručnjaka precizno definira sve trenažne elemente od kojih će se sastojati budući trening program. Trening program čine:

- dužinski treninzi
- tempo treninzi
- intervalni treninzi
- superset treninzi
- treninzi za oporavak
- alternativni treninzi
- dani odmora

Svi ovi trenažni elementi su posebno dizajnirani za svaki težinski stupanj (program A, program B, program C), kao i za svaki tempo (brzinu) trčanja:

- 3000 metara
- 5000 metara
- 10000 metara
- polumaraton
- maraton

Za alternativni trening (XT) pod kojim se podrazumijeva neka druga lagana aerobna aktivnost (plivanje, vožnja bicikla, šetanje, planinarenje, ples), kao i za dan odmora, nije trebalo definirati posebni šiframnik u bazi podataka. Za sve ostale vrste treninga kreirane su tablice u bazi podataka u koje je upisano do desetak treninga za svaku disciplinu unutar pojedinog težinskog programa. Zbog što boljeg generiranja programa, svakom trenažnom elementu je dodan odgovarajući prioritet. Treninzi višeg prioriteta odabiru se bliže ključnoj utrci, odnosno bliže završetku programa.

Slika 5. Popunjavanje šiframnika intervalnih treninga

Podsustav ove aplikacije je vidljiv samo administratoru ili korisniku s posebnim ovlastima. Ostali korisnici nemaju pristup tom dijelu ekspertnog sustava.

## 6. DNEVNIK TRČANJA

Drugi važan modul našeg ekspertnog sustava je dnevnik trčanja (Running log). Uz uobičajenu evidenciju svakog ostvarenog treninga (kada, koliko daleko, koliko brzo, vrsta treninga...), korisniku se želi omogućiti da vrednuje trening na temelju svog subjektivnog doživljaja (umor, neispavanost, vlaga, temperatura, vjetar i ostali otežavajući faktori). To se provodi kroz VAS skalu (eng: Visual Analog Scale) koja se često koristi u medicini za vrednovanje osjeta boli, tj. nelagode.

Ta skala omogućuje odabir vrijednosti od 0 do 10 gdje bi „0“ označavala idealne uvjete za trening, a vrijednosti bliže „10“ bi značile lošije uvjete, čime se treba uzeti u obzir odrađeni trening, uz odgovarajući korektivni faktor.

Odabirom ove stavke izbornika, korisniku se omogućuje da preko kalendara odabere željeni dan i da unese odgovarajuće treninge u bazu podataka. Odabir odgovarajućeg dana i unos relevantnih podataka moguće je napraviti i sa zakašnjenjem, čime je omogućeno popunjavanje dnevnika sa svrhom što detaljnijeg prikaza rezultata. Na taj način je osigurano temeljito

popunjavanje skladišta podataka te bolja i preciznija dubinska analiza.



Slika 6. Odabir odgovarajućeg dana u dnevniku

Unosom podataka ostvarenih treninga u dnevnik, puni se baza podataka i Real-Time ili Near-Real Time ETL-om (eng: Extracting, Transforming, Loading) se puni i skladište podataka. Na taj način se dubinski analizira skladište podataka.

### 6.1. Dubinska analiza podataka

Zamisao je da sustav autonomno (ili na zahtjev korisnika), dubinskom analizom podataka vrednuje ostvarene i zamišljene treninge te da prepozna znakove pretreniranosti, podtreniranosti ili moguću pojavu bolesti (ozljede). U tom slučaju se automatski stvara novi (korigirani) program za preostali broj dana (tjedana).

Među mnogim raspoloživim metodama i tehnikama dubinske analize, korišteni su koncepti „Meta-učenja“ (eng: Meta-Learning), EDA (eng: Exploratory Data Analysis) te neuralne mreže (eng: Neural Networks). Razvijeni su programski moduli koji permanentno analiziraju trkače koji imaju „aktivne“ programe i nude im eventualne korekcije nakon njihove prijave u sustav ili na osnovi posebnog zahtjeva svakog korisnika. Kombiniranjem spomenutih metoda i koncepata dubinske analize, razvijena je nova metoda posebno prilagođena analizi atletičara dugoprugaša.

Uz sve ostale treninge koji čine nečiji pripremni program, već u samoj fazi dizajniranja programa predviđeni su periodički kontrolni treninzi na temelju kojih se mogu pratiti i izračunavati nove vrijednosti maksimalnog aerobnog kapaciteta  $VO_{2max}$ . Ta pozitivna (ili negativna) promjena se onda dinamički ukalkulira u sve preostale treninge pa se tako postiže brži napredak za pripremanje u predviđenom vremenu.

Ova metoda se ne bazira na proučavanju ostvarenja samo jednog korisnika. Cijeli sustav „uči“ na osnovi pohranjenih podataka ostalih trkača i pronalazi „odgovarajuće uzorke“ (slične profile trkača) i na temelju njihovih ostvarenja formira i prikazuje odgovarajuće korekcije. Punjenjem skladišta s podacima za što veći uzorak trkača u duljem vremenskom razdoblju, stvaraju se uvjeti za pouzdano predviđanje budućih ostvarenja i omogućava se pravodobna korekcija pripremnog programa.

## 6.2. Verifikacija rezultata

Predviđena je i verifikacija ostvarenih rezultata na što većem broju atletičara, čime će se procijeniti kvaliteta ugrađenih metoda i algoritama te će se predložiti eventualne korekcije ili nadopune istih. Sve dopune ili korekcije ugrađenih algoritama automatski će se primijeniti u sustav.

Mogućnost „samoučenja“ ekspertnog sustava bi s vremenom trebala omogućiti sve bolju konvergenciju zamišljenih i ostvarenih rezultata, uz što manju vjerojatnost pojave ozljede u trenažnom periodu.

## 7. ZAKLJUČAK

U članku je predstavljen postupak generiranja programa za pripreme atletičara dugoprugaša. Obuhvaćeni su programi za sve popularne dugoprugaške discipline od 5000 metara pa do maratona. Postupak je automatiziran, ali na taj način da se zadrži fleksibilnost i širina kod krajnjeg korisnika. On sam odlučuje o volumenu svojih treninga, o početku priprema i o težinskom aspektu.

Nakon određivanja startne točke, odnosno početnog maksimalnog aerobnog kapaciteta  $VO_{2max}$ , korisniku se nudi pripremni program za njegovu ciljanu disciplinu ili utrku. Ovime ne završava njegova interakcija sa sustavom. Drugi važan podsustav, a koji je razvijen sa svrhom praćenja ostvarenih rezultata unutar trenažnog ciklusa, je dnevnik trčanja.

Istraživanja u ovom članku usmjerena su prema objedinjavanju oba segmenta, generiranog programa i dnevnika trčanja, u zajedničko skladište podataka. Razvijaju se nove metode za pripremu i punjenje podataka u skladište te je na taj način omogućeno da se dubinskom analizom utvrde odstupanja od zacrtanog programa, koji se dinamički korigira u skladu s uočenim potrebama. Verifikacija koja se provodi na atletičarima još je jedan način da se skladište podataka obogati dobrim informacijama. Tako ovaj ekspertni web sustav uči i poboljšava vlastite algoritme za generiranje programa i procjenu rezultata. Jedan od pokretača razvoja skladišta podataka bila je nemogućnost klasičnih operativnih sustava da prikažu ponašanje promatranog modela.

Ovakvo skladište i razvijene metode dubinske analize u njemu daju nam mogućnost analize snimke stanja promatranog sportaša u prošlosti. Povezano s tim, možemo tražiti sličnosti i razlike u ponašanju s ostalim sportašima u određenom vremenskom razdoblju, što bi bilo nemoguće korištenjem klasičnih OLTP (eng: Online Transaction Processing) sustava. Na taj način vremenska dimenzija skladišta podataka postaje bitna značajka koja podiže i kvantitetu i kvalitetu ovog ekspertnog sustava.

Razvijeni sustav se primjenjuje kod pripreme i praćenja trenažnih procesa atletičara (trkača dugoprugaša). Uz odgovarajuće modifikacije može se prilagoditi i nekom drugom sportskom ili poslovnom području.

## 8. LITERATURA

- [1] Arcelli, E., Canova, R. Trening za maraton – znanstveni pristup, Gopal, 2001.
- [2] Busso, T., Variable Dose-Response Relationship between Exercise Training and Performance. *Medicine & Science in Sport & Exercise*. 35(7):1188-1195, July 2003
- [3] Conconi, F., Ferrari, M., Ziglio, P.G., Droghetti, P., Codeca, L., Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *Journal of Applied Physiology* 52:869-873., 1982.
- [4] Daniels, J.T., Gilbert, J., Oxygen power: Performance tables for distance runners. Tempe, AZ: Oxygen Power., 1979
- [5] Daniels, J.T., Daniels' Running Formula, Champaign, IL: Human Kinetics, 1998.
- [6] David E. M., Coe N. P., Better Training for Distance Runners, Champaign, IL: Human Kinetics, 1997.
- [7] Fallowfield J. L., Wilkinson M. D., Improving Sports Performance in Middle and Long-Distance Running –Scientific Approach to Race Preparation, John Wiley & Sons, LTD, England
- [8] Fielitz, L.Scott, D., „Prediction of Physical Performance Using Data Mining“, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, March 2003, v74 i1 pA-25.
- [9] Han, J., Kamber, M., „Data Mining: Concepts and Techniques“, 2001.
- [10] Havaš, L., Vlahek P., „Cestovno trčanje“, TK Međimurje, Čakovec, 2006.
- [11] Lyons, K., „Data Mining and Knowledge Discovery“, *Australian Sports Commission Journals*, Ausport Volume 2, Number 4, September 2005.
- [12] Mellion, Morris B., *Sports medicine secrets*, 2nd edition, Philadelphia, Hanley and Belfus ,1999
- [13] Osama K. S., „Data Mining in Sports“, *A Research Overview*, MIS Masters Project, August 2006.
- [14] R. Kimball, The Soul of Data Warehouse, Part 3, Handling Time, [www.intelligententerprise.com](http://www.intelligententerprise.com), 2003.
- [15] Rivest, R., "The MD5 Message Digest Algorithm", RFC 1321, MIT and RSA Data Security, Inc., April 1992.
- [16] Skočir, Z., Matasić, I., Vrdoljak, B., Organizacija obrade podataka , Merkur A.B.D., 2007.
- [17] Tjalling J. Ypma, Historical development of the Newton-Raphson method, *SIAM Review* 37(4), 531-551, 1995.
- [18] W. H. Inmon. Building the Data Warehouse (Fourth Edition). Wiley Publishing, Inc., 2005.

### Kontakt:

Ladislav Havaš  
 Veleučilište u Varaždinu  
 Križanićeva 33, 42000 Varaždin, Hrvatska  
 Phone: +385 (0)42 493-313 ,  
 E-mail: ladislav.havas@velv.hr